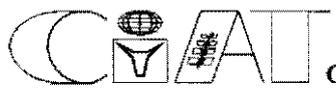


17673e
Empañal

7

Serie CIAT 02STP(2)82
Diciembre 1982

Informe Anual
Programa de Pastos Tropicales
1981



Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado 6713, Cali Colombia

Contenido

Introducción.....	5
Germoplasma.....	13
Agronomía en las Sabanas Isohipertérmicas--Carimagua.....	23
Agronomía en las Sabanas Isotérmicas--Cerrado.....	39
Evaluación Agronómica en Ensayos Regionales.....	55
Fitopatología.....	89
Entomología.....	117
Mejoramiento de Forrajes--Agronomía.....	135
Mejoramiento de Leguminosas.....	145
Microbiología de Suelos.....	155
Producción de Semilla.....	167
Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas.....	171
Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isohipertérmicas--Carimagua...	195
Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isotérmicas--Cerrado.....	203
Calidad de Pasturas y Nutrición.....	209
Productividad y Manejo de Praderas.....	237
Sistemas de Producción de Ganado.....	249
Sistemas de Producción de Ganado--Cerrado.....	255
Salud Animal.....	269
Economía.....	281
Personal.....	295
Publicaciones del Programa y del Personal.....	299

Introducción

Según se expuso en informes anuales anteriores, la carne y la leche son alimentos básicos en América tropical. Así mismo, se dijo que los consumidores urbanos de bajos ingresos destinan parte considerable de su presupuesto a estos dos productos, los cuales prefieren a otros alimentos.

Las tasas de crecimiento de la demanda y de la producción de carne en América Latina se presentan en el Cuadro 1. Con excepción de América Latina sub-tropical, en todos los otros países y sub-regiones el rápido crecimiento de la demanda de carne no está siendo atendido por la producción. Algo similar ocurre con la leche. Esta desproporción entre la demanda y la tasa de crecimiento de la producción ha causado un aumento continuo en los precios reales que afectan tanto la dieta como el nivel de vida de los estratos de población de bajos ingresos. La Figura 1 muestra los cambios reales en los precios de la carne durante los últimos 15 años en Brasil, Colombia y Venezuela. El Cuadro 2 muestra que el valor total de las importaciones de productos lácteos a los países de América tropical exceden los 600 millones de dólares anuales.

América tropical es una región con extensas áreas de suelos ácidos e infértiles que cubren 850 millones de hectáreas. El Cuadro 3 muestra la distribución y proporción de Oxisoles y Ultisoles en América Latina. Las cargas utilizadas por unidad de superficie, así como la productividad animal, en estas regiones de suelos ácidos e infértiles han sido siempre bajas. La carga en promedio actual en sabanas Oxisoles de 0.12 animales por hectárea puede aumentarse potencialmente más de 10 veces. Además, la producción de carne por cabeza podría más que duplicarse. Estos suelos ácidos e infértiles podrían también contribuir significativamente a aumentar la producción de leche especialmente en regiones cercanas al mercado a través de sistemas de producción de doble propósito.

Area de Interés

Clasificación de los ecosistemas. Esta extensa frontera agrícola de América tropical tiene casi mil millones de hectáreas de sabanas y bosques tropicales. A principios de 1978 se inició un estudio de sus regiones bajas con suelos ácidos e infértiles a fin de clasificar sus recursos de tierra en términos de clima, relieve y suelos, y presentar desde la perspectiva del ecosistema el área de interés del programa para que sirviera de base para el diseño de su estrategia de investigación.

En 1979 se hizo un análisis de los datos del estudio que condujo a una subdivisión del área en cinco ecosistemas principales: (i) Llanos (sabanas tropicales bien drenadas, isohipertérmicas), (ii) Cerrados (sabanas tropicales bien drenadas, isotérmicas), (iii) sabanas

tropicales mal drenadas, (iv) bosques tropicales estacionales semi-siempreverdes, (v) bosque húmedo tropical. Estos cinco ecosistemas principales se muestran en la Figura 2.

Cuadro 1. Tasa anual de producción y demanda de carne de res por países latinoamericanos, períodos 1960-74 y 1971-79.

Región y país	Demanda ^a		Producción	
	1960/74	1971/79	1960/74	1971/79
	(%)		(%)	
América Latina tropical	5.6 ^b	5.9 ^b	3.6	2.5
Brasil	6.0	7.2	3.9	1.7
México	5.3	4.5	5.2	8.1
Colombia	5.2	5.1	2.0	4.4
Venezuela	6.9	4.6	5.1	3.9
Perú	4.7	5.4	1.4	-2.5
Ecuador	7.5	8.3	4.2	5.0
Paraguay	3.1	3.5	-1.1	-2.0
Bolivia	4.9	6.1	0.0	6.1
República Dominicana	5.8	7.5 ^b	3.7	1.3
América Central	5.2 ^b	4.6 ^b	5.8	3.7
Nicaragua	5.2	5.0	6.7	3.4
Costa Rica	5.2	4.6	7.1	5.7
Guatemala	5.6	5.3	4.6	2.9
El Salvador	4.8	4.8	1.8	4.9
Honduras	4.6	3.1	8.3	2.1
Panamá	5.9	4.0 ^b	5.3	4.0
El Caribe	4.5 ^b	4.0 ^b	2.3	2.2
Guyana	-	4.0	-	2.9
Otros países del Caribe ^c	-	4.0 ^b	-	2.9
América Latina sub-tropical	2.0 ^b	1.7 ^b	0.3	5.5
Argentina	1.7	1.5	0.5	6.1
Uruguay	1.3	0.7	-1.2	1.7
Chile	3.0 ^b	2.5 ^b	0.2	3.3
América Latina	5.1 ^b	5.4 ^b	2.2	3.7

^a Calculado como: $d = P + y Y + y PY$, donde Y son el promedio de las tasas anuales de crecimiento de la población y la entrada respectiva y Ey son la elasticidad de la demanda del ingreso por carne.

^b Promedio ponderado por población.

^c Incluye a Trinidad Tobago y a Haití, Jamaica y Barbados.

Fuente: Population: World Bank 1979. 1978 World Bank Atlas, Washington, D.C. Production and elasticity entry of demand FAO 1980. Production Yearbook 1970-79, and Projection of Agricultural Commodities, Rome.

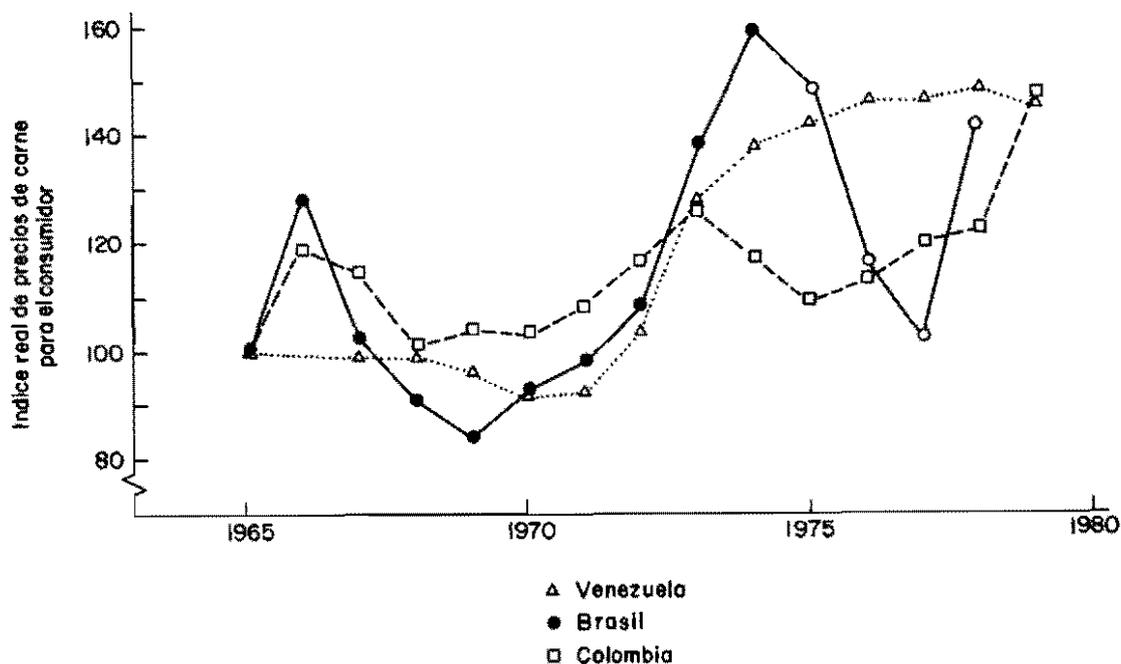


Figura 1. Cambios en el índice real de precios de la carne para el consumidor, Brasil, Colombia y Venezuela, 1965-1979 (1965=100).

Fuentes: FGV, Anuario do Brasil; DANE, Boletín mensual de estadística, World Bank, International Financial Statistics; MAC, Anuario Estadístico Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Cría (varios números).

Cuadro 2. Productos lácteos: valor de las importaciones en América Latina durante 1979.

Productos	América tropical	América Latina
	-----US\$ x 10 ^b -----	
Leche	404	462
Mantequilla	133	153
Queso	71	82
Total	608	697

Fuente: FAO. 1979 Yearbook.

Cuadro 3. Distribución y proporción de Oxisoles y Ultisoles en América Latina.

Regiones	Areas de Oxisoles y Ultisoles (millón ha)	Porcentaje de la región (%)
América Latina tropical	848.5	51
Sur América tropical	828.2	59
Centroamérica y el Caribe	15.8	23
Total América Latina	851.1	42

Fuente: CIAT, 1980. Latin America: Trend Highlights for CIAT Commodities, Cali, Colombia.

Hasta el presente el programa ha concentrado su investigación solamente en las sabanas bien drenadas, representadas por los Llanos de Colombia y el Cerrado de Brasil. Sin embargo, se han establecido ensayos regionales en los otros tres ecosistemas.

La clasificación en ecosistemas con base en condiciones climáticas y edáficas se usa para determinar la estrategia de recolección de germoplasma y para seleccionar los sitios de evaluación mayor y la localización de los ensayos regionales.

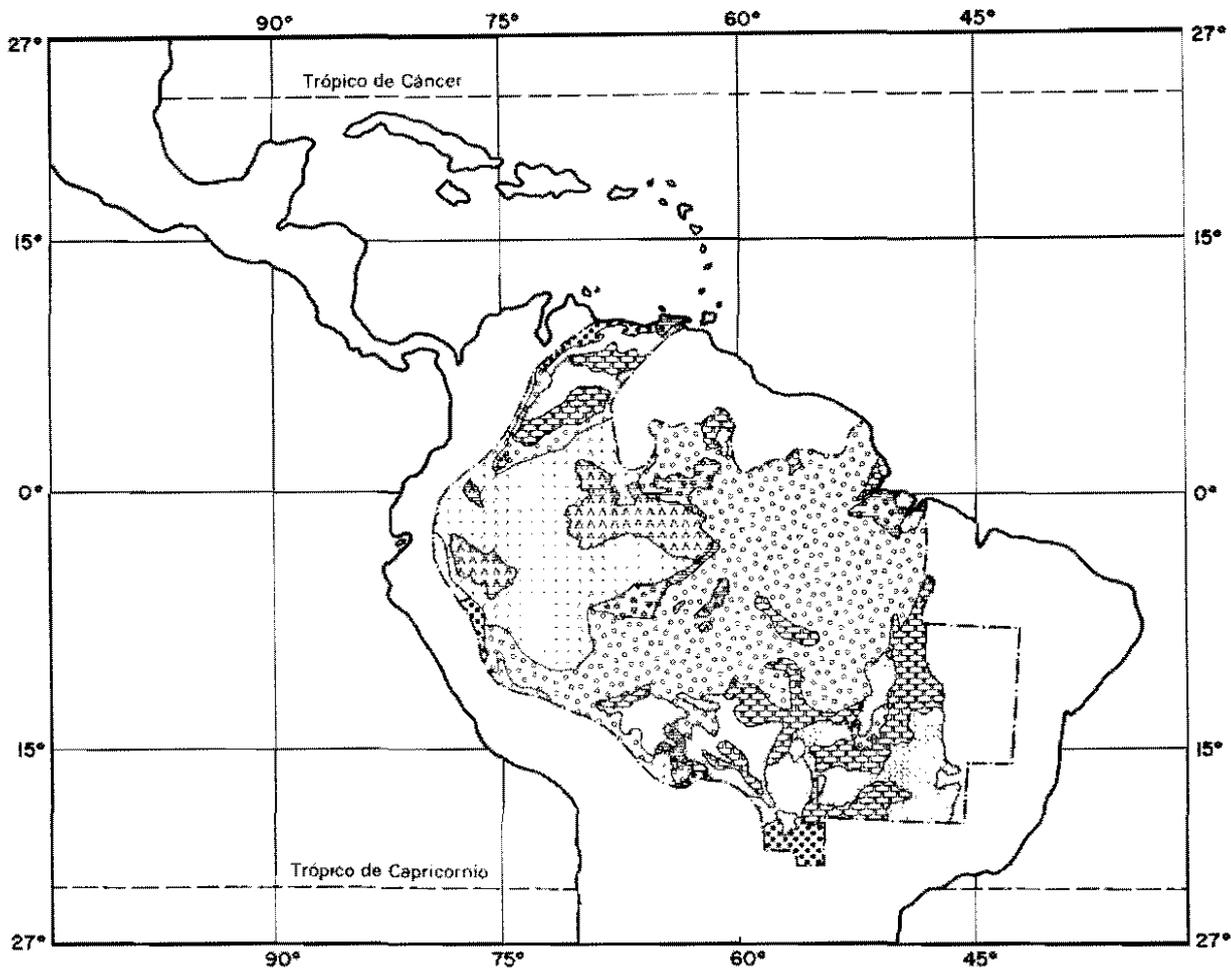
Objetivos

La problemática de la producción animal con base en pastos en los suelos ácidos e infértiles constituye un verdadero reto, el cual CIAT aceptó enfrentar en consideración de la existencia de extensas áreas de suelos ácidos e infértiles, su potencial para la producción animal, y el carácter pionero de esta producción en la frontera agrícola.

El Programa de Pastos Tropicales del CIAT tiene el siguiente objetivo general: "Desarrollar tecnología de bajo costo y bajos insumos para los suelos ácidos e infértiles de América tropical".

Con el desarrollo de tal tecnología, el Programa espera aumentar la producción de carne y leche en América tropical y liberar tierras fértiles dedicadas a la ganadería para la expansión de la producción de cultivos. El enfoque estratégico para resolver el problema comprende:

- a) La selección de germoplasma de pasto adaptado a las condiciones ambientales (clima y suelos), así como también a plagas y enfermedades prevalentes;
- b) desarrollo de pasturas productivas y persistentes;
- c) integración de una tecnología de pastos mejorados en sistemas de producción animal biológica y económicamente eficientes.



 SABANAS BIEN DRENADAS ISOHIPERTERMICAS (principalmente Llanos)
TWPE^a 901-1060 mm, 6-9 meses estación lluviosa, WSMT^b > 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^a, etc.

 OTROS

 AREA ACTUALMENTE EN ANALISIS

 AREA ACTUALMENTE EN ESTUDIO

^a TWPE: Evapotranspiración potencial total en la estación lluviosa.

^b WSMT: Temperatura promedio estación lluviosa.

^c No incluida en el área de actividad del Programa de Pastos Tropicales.

Figura 2. Ecosistemas principales de América del Sur tropical.

Organización

De acuerdo con las tres estrategias arriba citadas, el Programa de Pastos Tropicales está dividido en tres unidades interdisciplinarias o grupos de investigadores, así:

- a) Evaluación de Germoplasma
- b) Evaluación y Manejo de Pasturas
- c) Evaluación de Pasturas y Sistemas de Producción.

La unidad de Germoplasma concentra su atención en la colección, selección, caracterización y desarrollo de las leguminosas y gramíneas adaptadas a suelos ácidos e infértiles y tolerantes a plagas y enfermedades.

La unidad de Sistemas de Producción analiza los sistemas de producción prevalentes en un área específica, las condiciones socioeconómicas en las cuales operan los sistemas y sus implicaciones para la tecnología de pastos. Este grupo define el componente de pastos mejorados necesarios para solucionar estratégicamente y corregir los problemas críticos a nivel de finca, y evalúa el impacto esperado de las diferentes alternativas de tecnología de pastos mejorados en los sistemas de producción.

La unidad de Evaluación y Manejo de Pasturas sirve como puente entre las otras dos unidades. Partiendo del germoplasma caracterizado suministrado por la unidad de Germoplasma, ensambla pasturas que respondan a las necesidades de la unidad de Sistemas de Producción y concentra su esfuerzo en el desarrollo y evaluación de pastos bajo diferentes esquemas de manejo que midan el potencial de productividad animal.

La Figura 3 muestra cómo a la recolección de germoplasma y a su evaluación inicial, sigue la multiplicación de semilla. Posteriormente todas las accesiones se envían a ecosistemas diferentes para ser seleccionadas según su adaptación al clima y suelo y tolerancia inicial a plagas y enfermedades. En cada ecosistema se evalúan las características agronómicas que determinan la productividad y persistencia, así como también las interacciones suelo-planta y planta-animal.

A este nivel se caracteriza intensivamente el germoplasma promisorio de manera que se obtenga suficiente información para la primera decisión que se ha de tomar en relación con la pregunta: ¿Cuál es el uso alternativo de cada introducción de germoplasma promisorio en un sistema de pastos? Después de que la primera y segunda unidades toman la decisión, se requiere un esfuerzo mayor de multiplicación de semilla para suplir ensayos de establecimiento de pasturas en mediana y gran escala. En este punto se reduce grandemente el número de introducciones bajo evaluación. Una segunda decisión es tomada por la segunda y tercera unidades de evaluación para responder a la pregunta: ¿Cuál es el uso alternativo de los pastos en los sistemas de producción imperantes a nivel de finca?

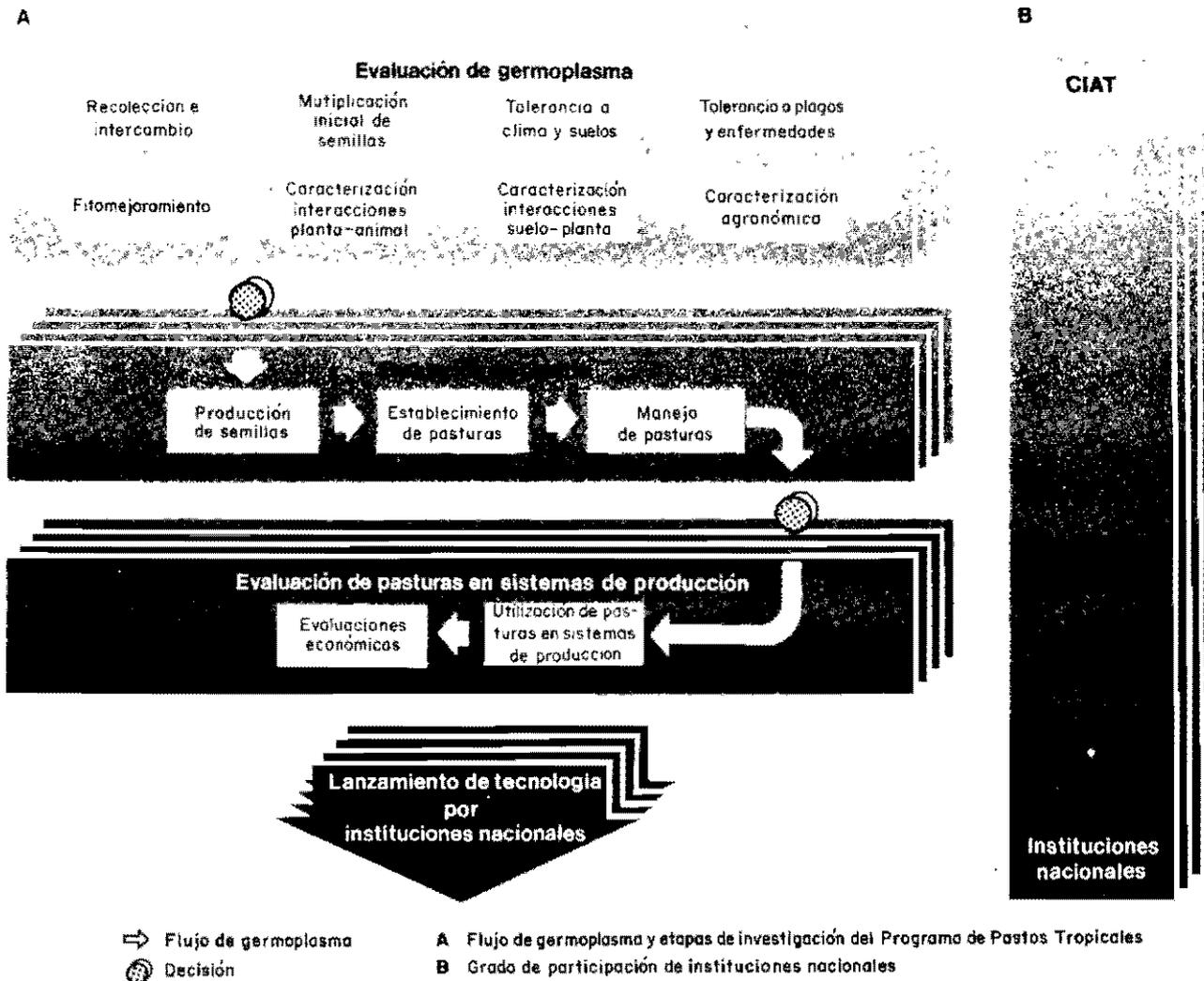


Figura 3. Estructura organizativa y flujo de germoplasma (flechas) del Programa de Pastos Tropicales.

A medida que el germoplasma fluye a través de la secuencia de evaluación, se reduce el número de introducciones que pasan por sus diferentes etapas. La Figura 3 muestra la reducción de acuerdo con la intensidad de la evaluación que va de la Categoría I, "Identificación del germoplasma con potencial", a la Categoría II, "Evaluación agronómica en pequeñas parcelas"; luego a la Categoría III, "Evaluación agronómica de pasturas", seguida por la Categoría IV, "Evaluación del potencial de producción animal y manejo de pasturas" y, finalmente, la Categoría V, donde se evalúan los pastos en sistemas de producción. El paso final para dar a conocer al público los cultivares y la tecnología es responsabilidad exclusiva de las instituciones nacionales.

Los principales sitios de selección del Programa son Carimagua (en los Llanos Orientales de Colombia) en colaboración con el ICA, para el ecosistema de los Llanos, y CPAC (Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados) en Brasil, en colaboración con EMBRAPA, para el ecosistema de los Cerrados. Además, en la estación CIAT-FES en Quilichao tienen lugar las etapas iniciales de evaluación y multiplicación. Dada su proximidad a la sede del CIAT, esta estación se utiliza también para estudios específicos tales como evaluación del valor nutritivo y metodología, además de capacitación.

Una actividad clave del Programa es la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, actividad interinstitucional con la cual los programas nacionales evalúan germoplasma de pastos tropicales (procedente de instituciones nacionales y del banco de germoplasma del CIAT). Esta red sigue etapas consecutivas de evaluación de la adaptabilidad y productividad de materiales promisorios, procedimiento de selección que es complementario del trabajo central de selección de germoplasma en Carimagua y Brasilia.

La Red Internacional opera en los cinco ecosistemas principales lo cual le permite una base sólida de extrapolación. La información de cada sitio del ensayo regional se canaliza y procesa en el banco de datos quedando a disposición del Programa y de las instituciones participantes. De esta manera, se maximiza el uso de la información disponible, se evita la duplicación innecesaria de esfuerzos y se logra la transferencia horizontal de tecnología.

Germoplasma

Durante 1981 las actividades de la sección de Germoplasma continuaron enfocadas en:

- a) Obtención de germoplasma de gramíneas y leguminosas por medio de recolección directa e intercambio de materiales con otras instituciones.
- b) Multiplicación y conservación de germoplasma de especies prioritarias.
- c) Evaluación preliminar de germoplasma e incremento de semilla.

Recolección e Introducción de Germoplasma

Recolección. Durante 1981, se hicieron tres viajes principales en áreas con suelos ácidos e infértiles y con el propósito de incrementar la colección de determinados géneros y especies, las cuales, debido a su potencial ya conocido, son de interés específico para el Programa de Pastos Tropicales:

1. En una expedición por los estados venezolanos de Aragua, Carabobo, Yaracuy, Lara, Trujillo, Portuguesa, Cojedes, Guárico, Anzoátegui, Sucre, Monagas y Nueva Esparta (Fig. 1) se buscó germoplasma nativo particularmente de las especies Stylosanthes capitata, S. guianensis "tardío", Centrosema macrocarpum, C. brasilianum y de Zornia spp. Este viaje se hizo en colaboración con el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, FONAIAP.
2. Un viaje a la región de la Sierra Nevada de Santa Marta (Fig. 2) para recolectar principalmente germoplasma de Centrosema, particularmente de C. macrocarpum.
3. El objetivo del viaje de recolección por los estados brasileños de Goiás, Bahía, Espírito Santo y Minas Gerais (Fig. 3) fue incrementar el germoplasma de Stylosanthes (principalmente S. capitata, S. macrocephala y S. guianensis "tardío"), Zornia (principalmente especies de cuatro folíolos tales como Z. brasiliensis, Z. myriadena y Z. flemmingioides) y Centrosema (principalmente C. brasilianum y C. macrocarpum). Este viaje se llevó a cabo como un proyecto colaborativo con el Centro Nacional de Recursos Genéticos, CENARGEN, de EMBRAPA, y estuvo dirigido a regiones con muy baja precipitación (ej. caatinga en Bahía) como también a regiones muy húmedas (ej. el bosque húmedo tropical en la faja costera de Espírito Santo y Bahía). El interés específico fue el de encontrar en las regiones secas material de especies prioritarias con posible resistencia especial a la sequía, y en las regiones húmedas, germoplasma de especies prioritarias posiblemente más tolerantes a enfermedades por haber evolucionado bajo condiciones de alta humedad.

Introducción. En 1981 los esfuerzos de introducción de germoplasma por intercambio con otras instituciones continuaron concentrados en gramíneas africanas y dieron como resultado la adición al banco de germoplasma del Programa de Pastos Tropical del CIAT de una colección importante de material procedente de CSIRO, Australia, de aproximadamente 100 accesiones de Brachiaria spp. y Andropogon gayanus. Las contribuciones más importantes de leguminosas fueron recibidas de EMBRAPA-CENARGEN.

Con las adiciones durante el año--1175 accesiones por recolección directa y 325 accesiones por intercambio con otras instituciones--la colección del Programa de Pastos Tropicales aumentó a más de 8600 accesiones (Cuadro 1), la mayoría originarias de regiones de bosque y de sabana con suelos ácidos e infértiles. El Cuadro 2 muestra que la colección se incrementó también considerablemente en términos de especies "clave" para los ecosistemas de sabana bien drenada, los Llanos y los Cerrados.

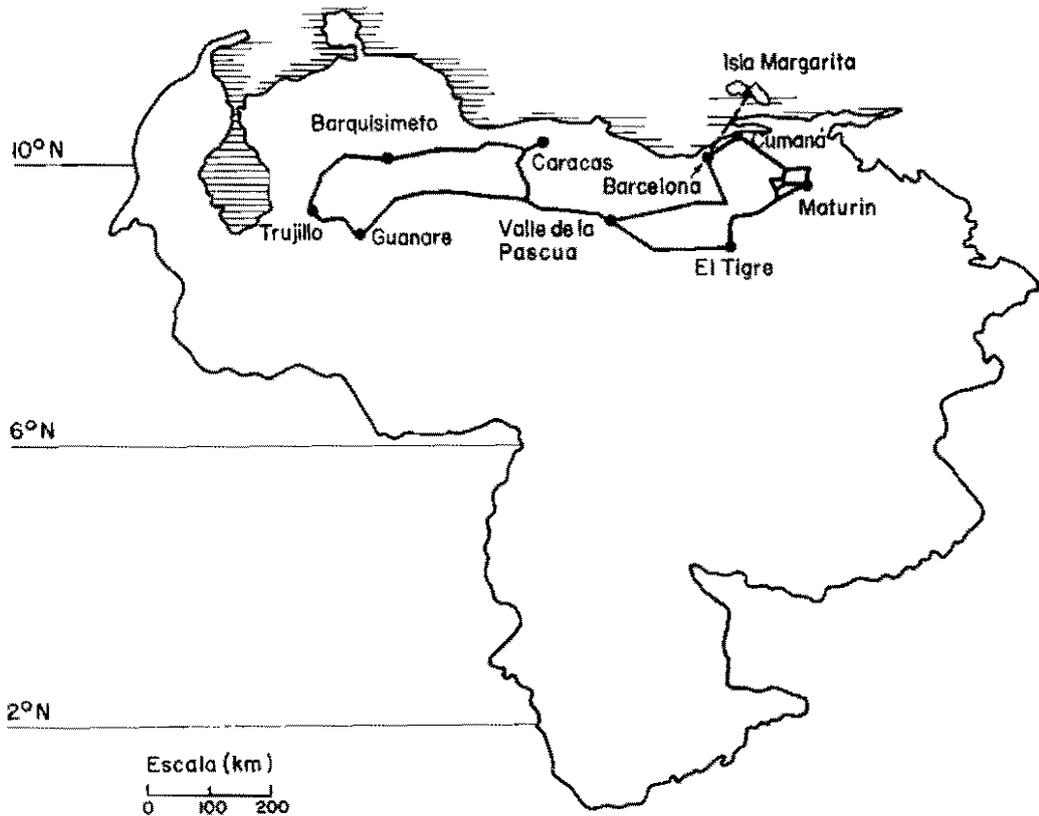


Figura 1. Rutas de la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en Venezuela (enero/febrero 1981).

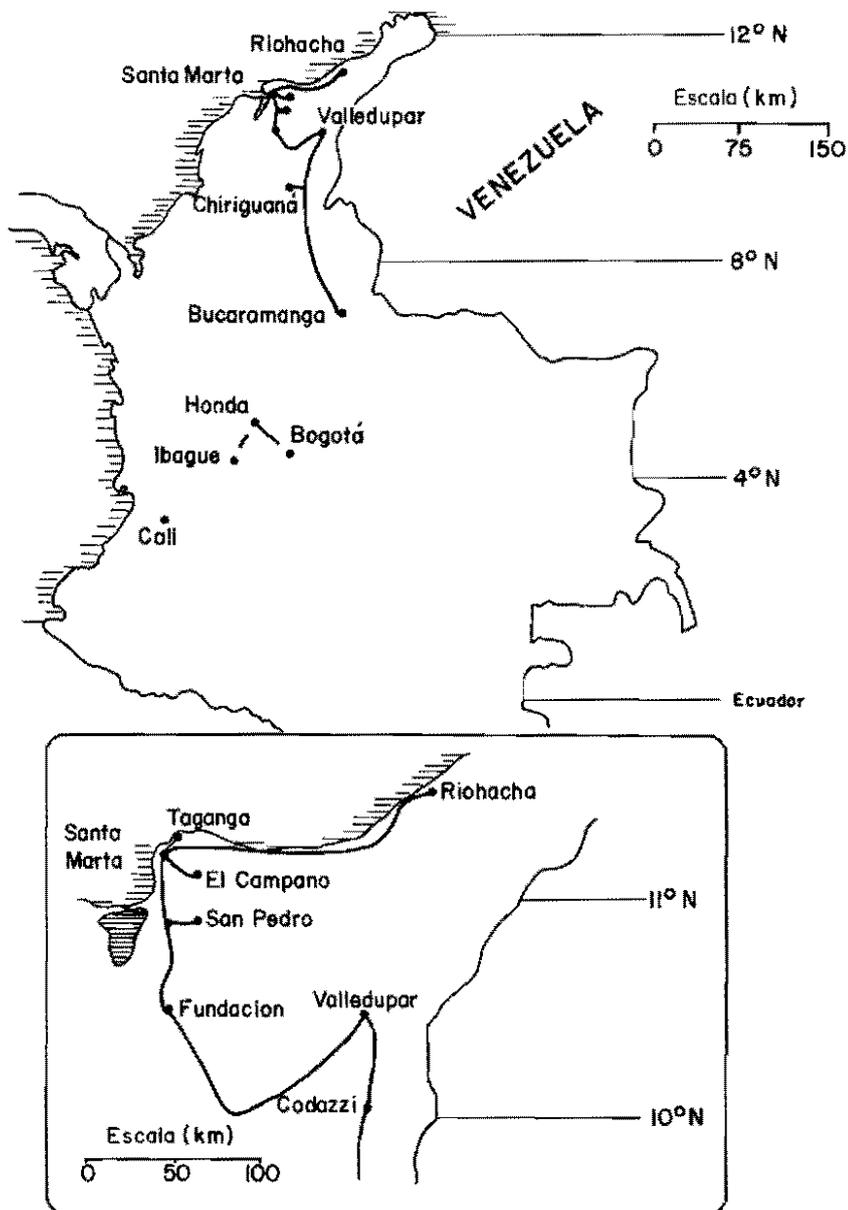


Figura 2. Rutas de la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en Colombia (marzo/abril 1981).

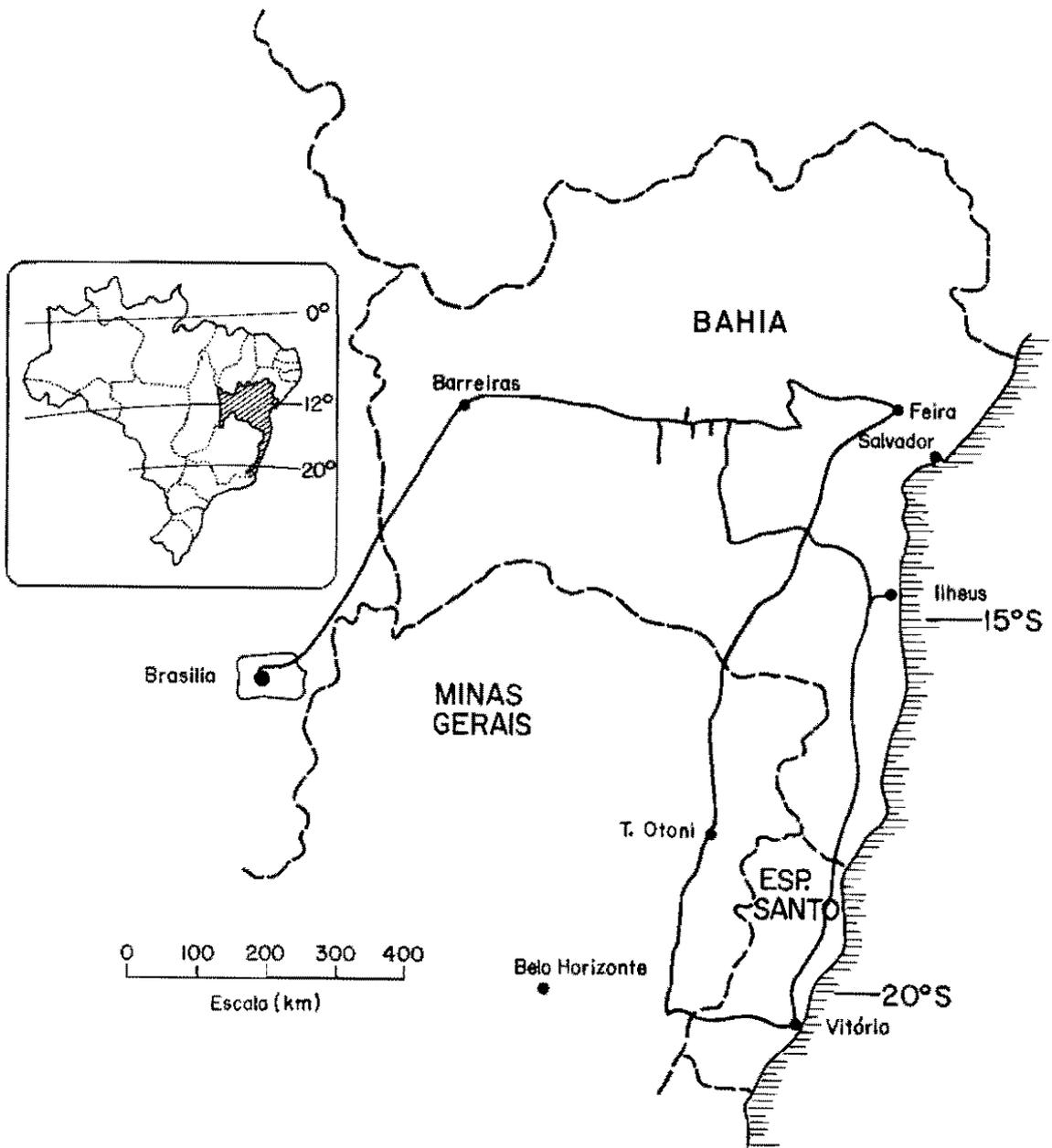


Figura 3. Rutas de la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en Brasil (agosto/septiembre 1981).

Cuadro 1. Introducción (número de accesiones) de germoplasma de especies forrajeras tropicales por medio de recolección directa e intercambio con otras instituciones durante 1981.

Géneros	Recolecciones en				Intercambio	Total 1981	Total de accesiones en el banco de germoplasma
	Venezuela	Colombia	Brasil	Recolecciones ocasionales			
<u>Stylosanthes</u>	66	10	210	22	99	407	2130
<u>Desmodium</u>	23	19	37	20	5	104	969
<u>Zornia</u>	36	1	80	15	52	184	745
<u>Aeschynomene</u>	12	8	54	4	-	78	455
<u>Centrosema</u>	102	66	47	15	58	288	893
<u>Macroptilium/Vigna</u>	9	18	26	4	3	60	546
<u>Calopogonium</u>	10	10	10	3	-	33	176
<u>Galactia</u>	37	16	20	2	1	76	302
Leguminosas miscelaneas*	40	58	57	8	2	165	1586
Gramíneas	-	-	-	-	105	105	833
Total	335	206	541	93	325	1500	8635

* Arachis, Cassia, Clitoria, Crotalaria, Dioclea, Eriosema, Indigofera, Leucaena, Pueraria, Rhynchosia, Tephrosia, Teramnus y otras.

Cuadro 2. Introducción (no. de accesiones) de germoplasma de especies clave para ambos ecosistemas de sabana bien drenada, por medio de recolección directa e intercambio con otras instituciones.

Géneros	Recolecciones en				Intercambio	Total 1981	Total de accesiones en el banco de germoplasma
	Venezuela	Colombia	Brasil	Recolecciones ocasionales			
<u>Andropogon gayanus</u>	-	-	-	-	14	14	65
<u>Brachiaria spp.</u>	-	-	-	-	79	79	191
<u>Stylosanthes capitata</u>	7	-	12	-	43	62	241
<u>Stylosanthes macrocephala</u>			27		9	36	83
<u>Stylosanthes guianensis</u> "tardío"	13		26	5	1	45	187
<u>Zornia brasiliensis</u>			2		1	3	11
<u>Centrosema brasilianum</u>	25	1	11	4	8	49	132
<u>Centrosema macrocarpum</u>	14	15	4	1		34	63

Multiplicación y Conservación del Germoplasma

La multiplicación y distribución de materiales prioritarios a otras secciones dentro del Programa de Pastos Tropicales y a colaboradores especiales fuera del CIAT, continuó siendo una de las actividades más importantes de la sección Germoplasma. Aparte de cosechar semilla de todo el germoplasma de leguminosas que durante 1981 estuvo bajo caracterización y evaluación preliminar en el campo en CIAT-Quilichao--unas 1100 accesiones--se multiplicaron aproximadamente 700 accesiones de leguminosas en macetas en el invernadero de CIAT-Palmira. Alrededor de 1500 muestras de materiales prioritarios se entregaron a miembros del Programa de Pastos Tropicales y a colaboradores especiales fuera de CIAT.

Caracterización y Evaluación Preliminar de Germoplasma

Durante esta fase que tiene lugar en CIAT-Quilichao, se establecen en parcelas no replicadas plantas espaciadas, particularmente de especies prioritarias o "clave", como también especies nuevas aún desconocidas agronómicamente, para incrementar la semilla y observar los aspectos descriptivos más importantes (forma de vida, hábito de crecimiento, época de floración, perennidad, etc.). Además, se evalúa la adaptación del germoplasma al medio ambiente de Quilichao en términos de: (a) potencial de producción en un Ultisol muy ácido e infértil; (b) tolerancia a enfermedades e insectos, y (c) potencial de producción de semilla. Las accesiones con comportamiento sobresaliente, así como cualquier material nuevo con características especialmente interesantes, tienen prioridad para entrar al flujo de germoplasma del Programa en los sitios de evaluación principal en Carimagua y Brasilia así como en Ensayos Regionales A. En 1981 se identificó como promisorias una serie de accesiones nuevas (Cuadro 3). Aproximadamente 1100 accesiones están actualmente siendo estudiadas (Cuadro 4). Algunas de las observaciones más importantes indican:

Cuadro 3. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de especies de leguminosas forrajeras tropicales durante 1981 en CIAT-Quilichao. Evaluaciones concluidas.

20

Especie	No. accesiones evaluadas	Observaciones
<u>Stylosanthes capitata</u>	73	Con excepción de los ecotipos de floración tardía de Brasil, todos los ecotipos resistentes a antracnosis. Destacado vigor del material del Nordeste seco del Brasil. Confirmado el potencial del material de Mato Grosso. Material de Venezuela muy sano pero carece de vigor.
<u>Centrosema</u> spp.	160	Identificado alto potencial para suelos ácidos e infértiles de <u>C. macrocarpum</u> , <u>C. brasilianum</u> , <u>C. arenarium</u> , <u>C. schiedeanum</u> , algunos ecotipos de <u>C. pubescens</u> como también dos nuevas especies aún no descritas.
<u>Centrosema brasilianum</u>	49	Rhizoctonia el factor limitativo; algunas accesiones identificadas como moderadamente resistentes.
<u>Centrosema macrocarpum</u>	10	Destacado vigor del germoplasma nativo de los Llanos de Colombia, deficiente adaptación del material de Belice y México.
<u>Centrosema pubescens</u>	144	Sólo unos pocos ecotipos identificados con adaptación a suelos ácidos e infértiles.
<u>Centrosema plumieri/C. schottii</u>	24	Crecimiento muy pobre de <u>C. schottii</u> ; una accesión de <u>C. plumieri</u> con buen vigor.
<u>Centrosema virginianum</u>	35	Adaptación deficiente (suelo).
<u>Zornia</u> spp. (2 folíolos)	100	Con muy pocas excepciones todo el material susceptible a Sphaceloma y de un período de vida corto.
<u>Zornia</u> spp. (4 folíolos)	24	Todo el material probado resistente a Sphaceloma y con buena adaptación a suelo ácido e infértil; <u>Z. brasiliensis</u> y <u>Z. myriadena</u> particularmente productivos.
<u>Desmodium</u> spp. (especies arbustivas para ramoneo)	27	<u>D. gyroides</u> (sín. <u>Codariocalyx gyroides</u>) la única especie con potencial.
<u>Desmodium heterocarpon</u>	29	Adaptación deficiente (en contraste con <u>Desmodium ovalifolium</u>).
<u>Mimosa</u> spp.	11	Con una excepción, adaptación deficiente y hábito de crecimiento desfavorable.
<u>Cassia rotundifolia</u>	15	Buena adaptación; los ecotipos seleccionados parecen ser perennes.

Cuadro 4. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de especies de leguminosas forrajeras tropicales durante 1981 en CIAT-Quilichao. Evaluaciones aún no concluidas.

Especies	No. de accesiones
<u>Stylosanthes guianensis "tardío"</u>	142
<u>Stylosanthes macrocephala</u>	54
<u>Stylosanthes capitata</u>	124
<u>Stylosanthes leiocarpa</u>	26
<u>Stylosanthes viscosa</u>	156
<u>Zornia spp. (2 folíolos)</u>	237
<u>Zornia brasiliensis</u>	7
<u>Centrosema spp.</u>	25
<u>Centrosema macrocarpum</u>	58
<u>Centrosema brasilianum</u>	77
<u>Desmodium ovalifolium</u>	18
<u>Dioclea guyanensis</u>	45
<u>Calopogonium caeruleum</u>	43
<u>Rhynchosia spp.</u>	58
<u>Cassia rotundifolia</u>	23
Total	1093

- En la colección de Stylosanthes guianensis "tardío" existe considerable variación principalmente en lo que respecta a características morfológicas y fisiológicas, incluyendo resistencia a antracnosis y potencial de producción de semilla.
- Resistencia a la antracnosis de toda la colección de S. macrocephala.
- Falta de productividad así como falta de resistencia a la antracnosis de la colección de S. leiocarpa.
- Considerable variabilidad en la colección de S. viscosa con respecto a características morfológicas y fisiológicas de las plantas.
- Resistencia continuada a Sphaceloma de Zornia brasiliensis y de unas pocas accesiones de Zornia spp. de dos folíolos, originarias de áreas de alta precipitación de Bahía, Brasil.
- Incremento de la variabilidad en la colección de Centrosema macrocarpum debido al nuevo germoplasma recolectado en Venezuela y Colombia.
- Marcada tolerancia a Rhizoctonia de algunos ecotipos de Centrosema brasilianum provenientes de áreas lluviosas de Bahía, Brasil.
- Excelente productividad y adaptación de Dioclea guyanensis.
- Buena adaptación y productividad de la especie subarborescente Rhynchosia schomburgkii y de la enredadera Rh. reticulata var. kuntzei.

Agronomía en las Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)

Evaluación y Selección de Germoplasma

El objetivo principal es el de seleccionar especies forrajeras adaptables a suelos de baja fertilidad así como seleccionar especies resistentes a plagas y enfermedades, con buena tolerancia al pastoreo. Se han ido seleccionando algunas gramíneas y leguminosas promisorias que cumplen con tales criterios. Uno de los objetivos primordiales es identificar especies que tengan una mejor adaptabilidad y compatibilidad en asociaciones bajo pastoreo.

Actualmente mas de mil accesiones pertenecientes a nueve géneros de leguminosas y siete géneros de gramíneas se encuentran en proceso de evaluación preliminar en pequeñas parcelas y bajo pastoreo. Su inventario se presenta en el Cuadro 1.

Evaluación preliminar de germoplasma de gramíneas

La disponibilidad de especies promisorias con buena adaptabilidad a las condiciones de sabana se ha ampliado, con énfasis en Brachiaria spp. y Andropogon gayanus.

Los experimentos realizados durante los últimos cuatro años indican que Desmodium ovalifolium es competidor y tolera pastos empradizadores agresivos, por lo cual las especies y ecotipos de Brachiaria han adquirido mayor importancia para el programa de pruebas. Varias de las accesiones de Brachiaria spp. están siendo evaluadas en asociación con ecotipos de Desmodium ovalifolium.

Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 continuó comportándose satisfactoriamente. Esta gramínea combina bien con Desmodium ovalifolium y D. canum y es pastoreada de preferencia a Brachiaria humidicola cuando los animales tienen libre acceso a ambas especies.

B. dictyoneura es un pasto muy rizomatoso con hábito de crecimiento en macollas. Morfológicamente se parece a B. humidicola. Unos de sus atributos importantes es un alto contenido de carióspside de los flósculos junto con altos rendimientos de semilla. En Carimagua esta especie ha producido 405 kg/ha de semilla pura en un año de establecimiento, con un contenido promedio de carióspside de 44%. Tanto el rendimiento como el contenido de carióspside son altamente significativas ($P = 0.01$) con respecto a B. humidicola (Cuadro 2), pero parece que la semilla de B. dictyoneura tiene una dormancia muy fuerte. Se le ha tratado con ácido sulfúrico por 20 a 25 minutos después de un mes de cosechada y ha dado el 3% y 6% de germinación. Períodos más cortos de tratamiento con ácido así como tratamientos de calor no aumentaron la germinación. El porcentaje de germinación de grano puro, sin lema ni palea es del 15% en una semana. Este fenómeno hace pensar en la presencia de sustancias que inhiben la germinación dentro de las glumas y/o carióspsides (Cuadro 3).

Cuadro 1. Introducciones de especies forrajeras en evaluación en Carimagua, 1980-1981.

	Leguminosas			Gramíneas		
	Genero	No. especies	No. accesiones	Genero	No. especies	No. accesiones
	<u>Aeschynomene</u>	18	193	<u>Andropogon</u>	1	46
	<u>Arachis</u>	2	2	<u>Brachiaria</u>	8	18
	<u>Cassia</u>	2	21	<u>Echinochloa</u>	1	1
	<u>Calopogonium</u>	1	1	<u>Hemarthria</u>	1	1
	<u>Centrosema</u>	18	172	<u>Melinis</u>	1	1
	<u>Desmodium</u>	12	196	<u>Panicum</u>	2	2
	<u>Stylosanthes</u>	11	242	<u>Setaria</u>	1	1
	<u>Tephrosia</u>	1	1			
	<u>Zornia</u>	8	281			
Total leguminosas	9	73	1109	Total gramíneas	7	70
Total No. de accesiones						1179

Cuadro 2. Producción potencial de semilla de dos especies de Brachiaria, Carimagua, Llanos Orientales.

Especie	Rendimiento (kg/ha)	Contenido de cariόpside (%)	No. de semillas por kg
<u>B. dictyoneura</u> CIAT 6133	405.20**	44**	200,000
<u>B. humidicola</u> CIAT 679	286.40	18	250,000

** P = 0.01.

Cuadro 3. Efecto de tratamientos en la germinación de semilla de B. dictyoneura CIAT 6133.

Tratamientos	Promedio de cuatro replicaciones (\bar{X})
H ₂ SO ₄ 25' + Tiourea	6
H ₂ SO ₄ 20' + Tiourea	3
H ₂ SO ₄ 15' + Tiourea	0
Testigo	0
Cariόpsides desnudas	15

Brachiaria brizantha CIAT 664. Este ecotipo de pasto gordura fue introducido de Puerto Rico donde se clasificó como uno de los mayores productores. Su característica principal radica en su rápido crecimiento por estolones. Actualmente se prueba la productividad de esta especie en asociación con ocho ecotipos de Desmodium ovalifolium. Existe otra accesión, CIAT 6298, que tiene un hábito similar de crecimiento postrado y rastrero pero es menos vigorosa.

Andropogon gayanus es una especie alógama, prácticamente auto-incompatible. Con él se consideró adecuada la técnica del policruce que se basa en propagación vegetativa de clones con las características deseadas y la selección de progenies con el mayor porcentaje de tales caracteres. El principio consiste en disponer provisionalmente de plantas seleccionadas de tal manera que se polinicen entre sí uniformemente. En el Cuadro 4 se muestra un esquema general de este proyecto.

Cuadro 4. Esquema general de mejoramiento de Andropogon gayanus.

1979 - Selección de plantas vigorosas de A. gayanus CIAT no. 621 de floración tardía.

Establecimiento de los clones seleccionados en pequeñas parcelas para la producción de semillas.

1980 - En el invernadero, se cruza una docena de plantas seleccionadas para la producción de Sintético I, bajo las condiciones de aislamiento.

1981 - Siembra en el campo de las plantas madres y de sus progenies para determinar la correlación entre las mismas selecciones respecto a rendimiento de MS y floración tardía.

Selección final de genotipos que coinciden en las características deseables como vigor, alta producción de MS, floración tardía.

Producción de semilla de Sintético II.

Evaluación preliminar de germoplasma de leguminosas

Arachis pintoii. Casi todas las especies silvestres de Arachis examinadas hasta ahora tienen problemas con enfermedades tales como hongos y virosis que normalmente afectan también las especies cultivadas. Esta nueva accesión originaria del estado de Bahía, Brasil, ha demostrado buena tolerancia a plagas y enfermedades en los últimos dos años. Arachis pintoii se esparce mediante estolones y una importante característica es su compatibilidad con Brachiaria humidicola. En general las especies perennes de maní producen forraje de alta calidad.

Es factible la producción de semilla en suelos arenosos pero como otros manís, produce semilla subterránea muy pequeña, la cual es difícil de recoger.

Aeschynomene. Hace un año se comenzó a evaluar 193 accesiones de 18 especies. Muy pocas accesiones muestran tolerancia al ataque de insectos y enfermedades. Se incluyen en este grupo ocho accesiones de un total de 64 de Aeschynomene americana. Sin embargo, a finales de

agosto numerosas especies mostraron síntomas de más de una enfermedad fungosa, siendo antracnosis la más frecuente. Aeschynomene villosa CIAT 7008 fue una de las accesiones que no mostró ataque de enfermedades después de un año; esta especie rastrera de hoja fina parece tener atributos morfoagronómicos para soportar el pastoreo intensivo.

Cassia. Algunas especies de C. rotundifolia tienen características deseables por el vigor, la tolerancia a enfermedades, floración tardía y buena producción de semillas. Sus vainas no se rajan fácilmente. Entre las accesiones más promisorias están CIAT 8389 y CIAT 8990.

Centrosema. Todas las especies en observación, incluyendo C. macrocarpum y C. brasilianum, fueron fuertemente atacadas por enfermedades foliares. En los lotes bajo pastoreo hubo menos problemas. Sin embargo, es necesario examinar otras especies y ecotipos de Centrosema con resistencia a enfermedades. Los rendimientos anuales de materia seca de las seis accesiones de Centrosema se detallan en el Cuadro 5.

Desmodium ovalifolium. Entre las 12 especies en observación, algunos ecotipos de D. ovalifolium y D. canum se muestran bastante promisorias. Se ha iniciado un estudio a fondo de los ecotipos de D. ovalifolium notándose una marcada variación entre los nueve ecotipos estudiados. Durante el primer semestre se registró disponibilidad de materia seca en pasturas pastoreadas de los nueve ecotipos en mención, asociado cada uno con B. humidicola.

La accesión más productiva fue la CIAT 3652. La estandar CIAT 350 y los demás rindieron de 8 hasta 10.6 ton/ha. El porcentaje de leguminosas en las cinco asociaciones con ecotipos de alto rendimiento osciló entre 62 y 77%. Los cuatro restantes produjeron de 6.2 a 7.9 ton/ha de materia seca y el porcentaje de leguminosas en las asociaciones estuvo entre 50 y 59% (Cuadro 6).

Producción de semilla, variación en fechas de floración/maduración

Entre las accesiones de D. ovalifolium se observó una variación en la época de floración/maduración. La variedad CIAT 3784 fue la más temprana, comenzando su floración poco después del final de la estación lluviosa. A fines de diciembre ya estaba en plena producción de semilla (Fig. 1). La cosecha manual de la semilla en lotes de 2 x 1 m², en cada una de las cuatro replicaciones, se llevó a cabo el 27 de diciembre. Otras dos accesiones, CIAT 3666 y 3793, fueron cosechadas en enero 27. Aunque estos tipos mostraron floración prolífica, el rendimiento en la producción de semillas se redujo debido a la sequía, ya que diciembre y enero son meses secos en Carimagua.

Una segunda floración se observó inmediatamente después de algunas lluvias, en febrero, y la cosecha de semilla se efectuó el 24 de abril. En esta ocasión los rendimientos de semilla en todas las accesiones fueron bajos. Se presentó una relación inversa entre el rendimiento de semilla y el rendimiento de materia seca. Por ejemplo, la accesión CIAT

Cuadro 5. Disponibilidad de MS de seis accesiones de Centrosema spp. en asociación con A. gayanus bajo pastoreo.

Mezcla	Disponibilidad de MS				Total (kg/ha/año)	Leguminosa (%)
	Verano		Invierno			
	Gramínea	Leguminosa (kg/ha)	Gramínea	Leguminosa		
<u>A. gayanus</u> + <u>C. brasilianum</u> 5234	4219	5482	9733	7706	27140	48.6
<u>A. gayanus</u> + <u>C. brasilianum</u> 5184	3634	5281	9553	3752	22220	40.7
<u>A. gayanus</u> + <u>C. brasilianum</u> 5181	6945	5240	11312	3172	26669	31.5
<u>A. gayanus</u> + <u>C. macrocarpum</u> 5062	4450	4973	10290	3935	23648	37.7
<u>A. gayanus</u> + <u>C. macrocarpum</u> 5276	4188	4670	11077	3423	23358	34.7
<u>A. gayanus</u> + <u>Centrosema</u> sp. 5278	4561	4451	13686	6418	29116	37.3

Cuadro 6. Disponibilidad de MS de nueve ecotipos de D. ovalifolium asociado con B. humidicola en el período enero 30, 1981 a Julio 14, 1981.

Ecotipos	Gramínea	Leguminosa (ton/ha)	Total	Leguminosa (%)
3652	4.0	13.4	17.4	77
350	4.4	10.6	15.0	71
3794	5.5	9.2	14.7	63
3793	5.1	8.2	13.3	62
3666	4.8	9.0	13.8	65

3776	6.4	7.9	14.3	56
3780	5.0	7.2	12.2	59
3784	5.4	7.8	13.2	59
3788	6.3	6.2	12.5	50



Figura 1. Desmodium ovalifolium CIAT 3784 es una variedad auto-propagadora de alta producción de semilla.

3652 produjo los más altos rendimientos de materia seca y los más bajos rendimientos de semilla. La variedad 3784 produjo el mayor rendimiento de semilla pero rendimientos de materia seca más bajos que las otras cinco accesiones. Esta accesión y cuatro accesiones más produjeron más semilla que la variedad testigo CIAT 350.

En el mes de julio se efectuó un conteo de plántulas que indicó variación entre los ecotipos en auto-propagación. El mayor número de plántulas espontáneas se encontró en la accesión CIAT 3784. Se recomienda probar esta variedad 3784 en regiones con estación más corta de crecimiento. Los rendimientos de semilla limpia durante el primer semestre y los resultados del conteo de plántulas aparecen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimiento de semilla* y plántulas espontaneas en nueve accesiones de Desmodium ovalifolium bajo pastoreo, Carimagua, Llanos Orientales.

CIAT accesión No.	Rendimiento de semilla (kg/ha)	Número en promedio de plántulas/m ²
3784	152.57	53.31
3666	109.10	9.81
3793	48.94	40.06
3780	15.15	18.50
3788	4.50	21.25
3794	2.75	2.75
3776	1.75	2.56
3652	0.82	0.19
350 (control)	0.75	2.88
L.S.D. P = 0.05	54.84	15.82
P = 0.01	74.32	21.43
Coeficiente de correlación para todas las comparaciones: 0.54 (P = 0.01)		

* Semilla escarificada mecánicamente.

En una estación normal se esperan mayores rendimientos de semilla de los ecotipos de floración tardía, incluyendo la accesión CIAT 350. Sin embargo, la accesión CIAT 3652 de floración muy tardía puede ser pobre productora de semilla casi siempre.

Las observaciones realizadas sobre la palatabilidad de los ecotipos de Desmodium ovalifolium durante la época de lluvias presentaron las siguientes tendencias:

- En algunos ecotipos los rendimientos bajo pastoreo decayeron más rápidamente que en otros, relacionándose ésto en un caso con el alto contenido de proteína cruda en el forraje.
- El contenido de taninos en las hojas fue alto en todos los casos y mostró un incremento del 5.9% durante el mes de mayo y del 39% en julio. En comparación, D. canum (con un nivel del 7 al 12.8%) y C. gyroides (2.2% - 6.5%) presentaron más bajos niveles de contenido de taninos, además de tener mayor grado de palatabilidad que cualquiera de los D. ovalifolium.
- Al menos durante la estación lluviosa, no hubo diferencia significativa en palatabilidad dentro de los ecotipos de D. ovalifolium que se prueban en Carimagua.

Desmodium canum. La selección original en pasturas establecidas hace cuatro años, CIAT 3005A, una planta robusta, continua mostrándose bastante promisoria. Hasta el presente no ha presentado problemas de plagas y enfermedades. Actualmente se está estudiando en asociación con varias gramíneas como las Brachiarias, Andropogon gayanus y pasto gordura (Melinis minutiflora). Estos pastos asociados se seleccionaron con el fin de incluir en el ensayo las especies menos competitivas como gordura con las más agresivas tales como Brachiaria spp. y Andropogon gayanus.

S. guianensis "tardío". Unas 42 accesiones de esta especie fueron establecidas en lotes de leguminosas solas a finales de 1980. Cinco de estas accesiones indicaron buen comportamiento y buena producción de forraje, al igual que tolerancia a enfermedades durante la segunda temporada bajo régimen de corte estacional (Cuadro 8).

La accesión CIAT 10136 fue la mayor productora de materia seca en este experimento, y CIAT 1808 mostró buena resistencia a antracnosis. Sin embargo, ninguna de estas accesiones produjo suficiente cantidad de semilla para su autopropagación y ciertamente ninguna para producción comercial en forma económica. Unos pocos ecotipos de S. guianensis son promisorios por su resistencia a antracnosis, barrenador del tallo y altas producciones de semilla.

Cuadro 8. Evaluación de cinco ecotipos de Stylosanthes guianensis "tardío".

CIAT No.	Rendimiento MS		Total
	Invierno	Verano	
	(ton/ha)		
10136	6.6	1.6	8.2
1062	5.9	1.4	7.3
1317	4.8	1.0	5.8
1808	4.0	0.9	4.9
2034	5.8	1.2	7.0

Zornia. Las dos especies, Z. brasiliensis y Z. myriadena son las mejores y su resistencia a enfermedades fungosas aún se mantiene. Sus contenidos de nutrimentos son excepcionalmente elevados. Ambas están incluidas en estudios de praderas. Aquí nuevamente se usaron especies gramíneas de hábito muy diferente de crecimiento y vigor para probar su compatibilidad con estas formas de Zornia.

Asociación entre Gramíneas y Leguminosas bajo Pastoreo

Asociación B. decumbens - D. ovalifolium vs. B. humidicola - D. ovalifolium. B. humidicola presentó una tasa de crecimiento altamente significativa bajo pastoreo con relación a B. decumbens, dando como resultado un rendimiento total alto de la mezcla B. humidicola - D. ovalifolium (Fig. 2). No hubo una diferencia significativa entre la tasa de crecimiento de la leguminosa en las dos asociaciones. La asociación B. humidicola - D. ovalifolium presentó alta disponibilidad de materia seca, notándose que el porcentaje de leguminosas se incrementó notablemente durante el primer invierno (Cuadro 9).

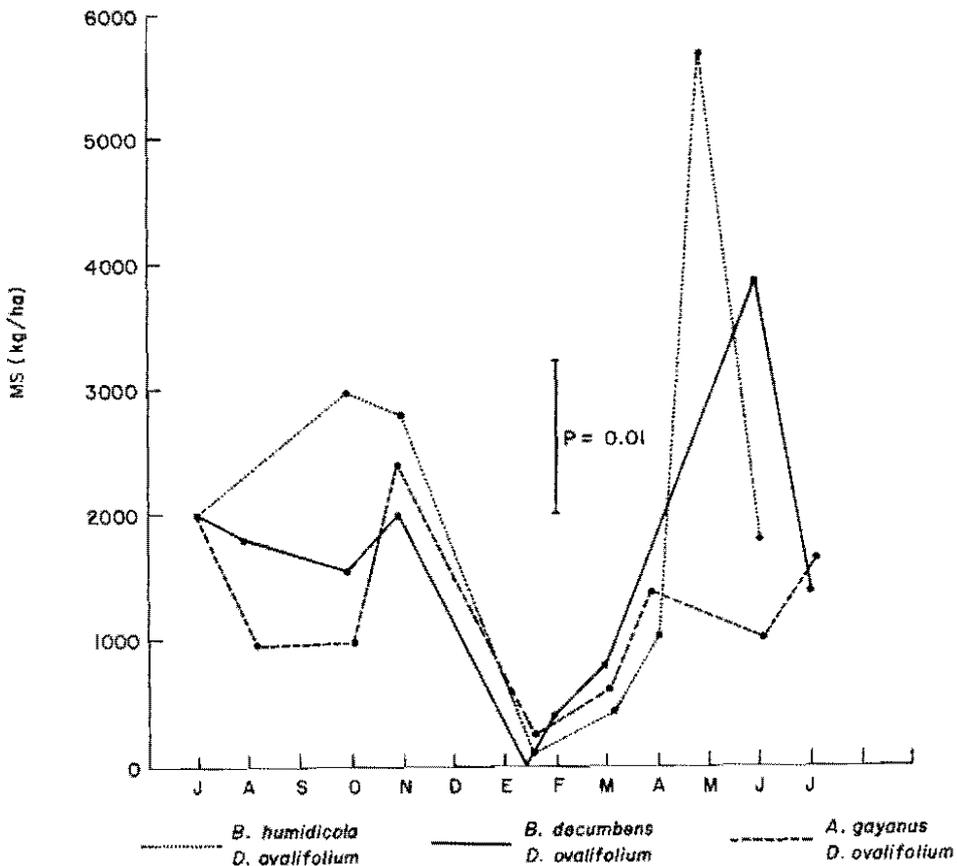


Figura 2. Producción de materia seca de B. decumbens, B. humidicola y A. gayanus en asociación con D. ovalifolium en pasturas cosechadas en cortes cada seis semanas.

Cuadro 9. Disponibilidad de materia seca en la asociación Brachiaria humidicola - Desmodium ovalifolium bajo pastoreo, Carimagua, Llanos Orientales.

Tiempo cosecha	<u>B. humidicola</u>	<u>D. ovalifolium</u>	Gramínea + leguminosa	Leguminosa (%)
----- ton/ha -----				
15- II-80	6.11	0.95	7.06	13.46
1- IV-80	5.43	0.73	6.16	11.85
13- V-80	4.51	0.70	5.21	13.44
23- VI-80	5.25	0.85	6.10	13.93
5-VIII-80	3.49	0.98	4.47	21.92
16- IX-80	2.96	0.94	3.90	24.10
29- X-80	2.82	1.73	4.55	21.98
10- XII-80	2.65	2.73	5.38	18.59
23- I-81	2.02	1.36	3.38	40.23
Total	35.24	10.97	46.21	\bar{X} : 23.74
S.E.	0.64	0.37	0.79	

Asociación A. gayanus - D. ovalifolium. La tasa de crecimiento y los rendimientos de los componentes de esta asociación fueron notoriamente uniformes durante el año, indicando de esta manera la compatibilidad de la asociación leguminosa-gramínea bajo pastoreo adecuado. En general, esta asociación fue menos productiva que D. ovalifolium asociado con las dos Brachiarias spp.

Stylosanthes capitata. Se han establecido dos experimentos con 10 y 16 accesiones de S. capitata, respectivamente, en asociación cada una con A. gayanus. El primer ensayo tiene dos años y el último se estableció en 1980. En este último experimento se incluyeron siete ecotipos de S. macrocephala. Una marcada reducción de rendimientos de estas leguminosas ocurrió en el segundo año después del establecimiento. Nuevamente los ecotipos de S. macrocephala estuvieron en el grupo de bajo rendimiento debido al efecto de la competencia con el alto A. gayanus (Cuadros 10 y 11).

Asociación D. gyroides (=Codariocalyx gyroides) - D. ovalifolium - A. gayanus. La mezcla con las dos leguminosas produjo el mayor rendimiento total. D. gyroides fue pastoreada de preferencia en la mezcla con las dos leguminosas y el papel de D. ovalifolium como cubierta del suelo pareció funcionar bien (Cuadro 12).

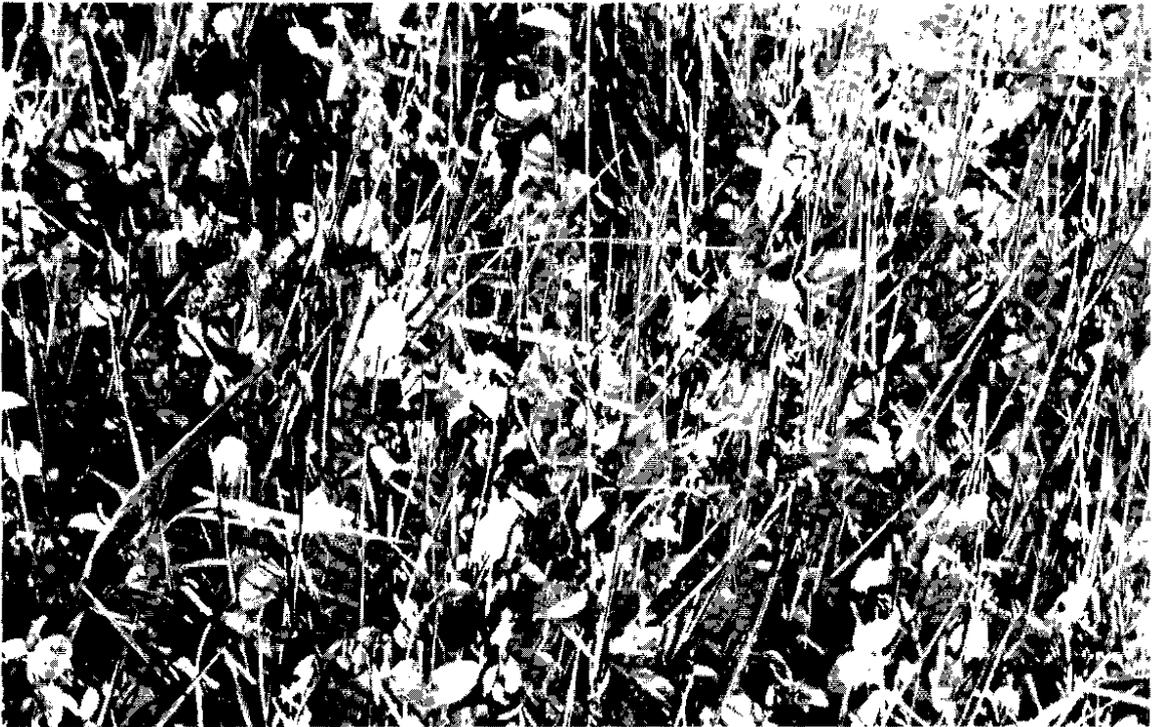


Figura 3. D. ovalifolium formó asociaciones productivas y estables con B. decumbens (arriba) y B. humidicola (abajo) en Carimagua, Llanos Orientales.

Cuadro 10. Promedio mensual de rendimiento de 10 ecotipos de Stylosanthes capitata en asociación con Andropogon gayanus en el 1° y 2° años.

CIAT accesion No.	Año	
	1	2
	(kg/ha/mes)	
1315	978	236
1318	951	144
1323	786	180
1342	681	108
1405	741	418
1325	668	134
1693	760	335
1728	1222	351
1943	413	144
1019	787	298

Cuadro 11. Promedio mensual de rendimiento de 16 ecotipos de Stylosanthes capitata y 7 de Stylosanthes macrocephala en asociación con A. gayanus bajo pastoreo. (Dic. 2, 1980-Sep. 7, 1981.)

CIAT accesion No.	MS (kg/ha)
<u>S. capitata</u>	
1686	2744
1441	2139
2013	1792
1414	1710
1019	1475
2044	1274
1318	952
1315	946
2041	912
2055	826
1943	651
2201	570
2092	482
1642	466
1781	411
55840 (CSIRO)	
<u>S. macrocephala</u>	
1643	739
2039	668
1582	552
2061	471
2066	421
2093	301
2082	290

Cuadro 12. Disponibilidad de MS en asociaciones de A. gayanus - D. ovalifolium - C. gyroides bajo pastoreo. Carimagua, Llanos Orientales.

Asociación	Gramínea ¹ (kg/ha)	Leguminosa ¹		Leguminosa (%)
		A	B	
<u>A. gayanus</u> - <u>D. ovalifolium</u>	15310	13041**		46
<u>A. gayanus</u> - <u>C. gyroides</u>	19033**		12569**	40
<u>A. gayanus</u> - <u>D. ovalifolium</u> - <u>C. gyroides</u>	13202	7841	9235	56
* P = 0.05	3606	2174	2420	
L.D.S.** P = 0.01	5463	3189	4443	
c.v.	13.15%	9.25%	9.87%	

¹ Promedio de 10 cortes.

Planes para el Futuro

Gramíneas

1. Se considera de gran importancia la evaluación de un mayor número de accesiones de Brachiaria spp., por ejemplo, B. humidicola, B. dictyoneura y B. brizantha, con el fin de encontrar pastos acompañantes productivos para los varios tipos de D. ovalifolium, y resistencia al salivazo.
2. Andropogon gayanus: Multiplicación de semilla y prueba de variedad sintética en mezclas bajo pastoreo.

Leguminosas

1. S. guianensis "tardío". Se piensa continuar con la búsqueda de mayor rendimiento de semilla y de accesiones resistentes a antracnosis y al barrenador del tallo, contando con la colaboración de Fitopatología y Entomología, seguida por la evaluación agronómica de ecotipos productores de semilla en asociaciones de gramíneas y leguminosas.
2. S. capitata. Realización de ensayos en varios sitios de 5 a 10 ecotipos promisorios en la Red de Pruebas Regionales en los Llanos de Colombia, Venezuela y en Roraima, Brasil, dándole preferencia a las accesiones resistentes a antracnosis y al barrenador del tallo. Esta será la oportunidad para probar líneas mejoradas de S. capitata producidas por Mejoramiento de Leguminosas.

3. Desmodium ovalifolium. Continuar con la evaluación de la colección existente y de nuevas accesiones. Incluir material seleccionado en la red de pruebas regionales y probar los diferentes tipos de floración y madurez, así como también la adaptabilidad de las accesiones de floración temprana a las condiciones de baja precipitación.
4. D. canum. Evaluar líneas promisorias bajo pastoreo. La variedad CIAT 3005A será incluida en las pruebas regionales y en experimentos para evaluar la productividad bajo pastoreo.
5. Centrosema spp. En colaboración con Fitopatología, estudiar las nuevas accesiones con el fin de seleccionar las más resistentes a enfermedades, utilizando C. macrocarpum, C. brasilianum y C. pubescens. Se pobrarán también accesiones de otras especies como C. arenarium y C. rotundifolium en asociación leguminosa-gramínea bajo pastoreo.
6. Zornia spp. Ensayar nuevas accesiones de Z. brasiliensis y la producción potencial de semilla de los ecotipos existentes y nuevos de Z. myriadena.

Agronomía en las Sabanas Isotérmicas (Cerrados)

Evaluación de Plantas Forrajeras

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.

Evaluación preliminar de germoplasma de leguminosas (Categoría I/II)

Las accesiones de leguminosas que se están evaluando actualmente en la Categoría I/II se relacionan en el Cuadro 1. Las 900 accesiones representan 13 géneros y el 69 por ciento de ellas son especies de Stylosanthes. Las plantas de cada accesión se siembran espaciadas en los tipos de suelos más importantes de la región, es decir en latosol rojo oscuro (LVE) y en latosol rojo amarillento (LVA). Las observaciones se hacen sobre aspectos fenológicos, rendimiento de materia seca, potencial de rebrote, valor nutritivo, producción de semilla y tolerancia a plagas y enfermedades.

Especies de Stylosanthes. Las observaciones efectuadas durante un período de cuatro años indican que las especies clave de Stylosanthes para la región son S. guianensis "tardío", S. capitata y S. macrocephala. Los resultados promisorios iniciales de las accesiones de S. scabra no se han mantenido.

Ya se han seleccionado ocho accesiones de germoplasma sembrado en las estaciones de 1978-79 y de 1979-80 para su evaluación más avanzada en la Categoría III, en condiciones de pastoreo, cuando se disponga de suficiente semilla. El Cuadro 2 presenta algunas características de estas accesiones. Todas las accesiones de S. guianensis son de tipo "tardío", y las ocho son originarias del Brasil. Dichas accesiones fueron más productivas que los testigos y, en general, su valor nutritivo fue más alto. Por otra parte, han demostrado poseer buena tolerancia a la antracnosis, que continua siendo la enfermedad más grave. Precisamente la antracnosis fue la responsable de que se eliminaran 15 accesiones de las 24 seleccionadas en la última estación.

Del nuevo germoplasma sembrado en el período 1980-81 se escogieron otras ocho accesiones promisorias (Cuadro 3). Las tres accesiones de S. guianensis fueron sustancialmente más productivas en el suelo LVE que el testigo CIAT 2243, actualmente en la Categoría IV. Las dos nuevas accesiones de S. capitata (CIAT 2253 y CIAT 2254) mostraron un comportamiento similar. Las nuevas accesiones de S. macrocephala aparentemente se adaptan mejor al suelo LVA que el testigo CIAT 1582, el cual se encuentra también en la Categoría IV. Todas las accesiones seleccionadas mostraron una buena tolerancia a la antracnosis.

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

	1978-79	1979-80	1980-81	Total
<u>Stylosanthes</u> spp.				
<u>S. guianensis</u>	70	0	101	171
<u>S. scabra</u>	42	70	59	171
<u>S. capitata</u>	27	61	68	156
<u>S. macrocephala</u>	4	17	31	52
<u>S. viscosa</u>	14	0	19	33
<u>S. humilis</u>	14	0	7	21
<u>S. species</u>	0	2	6	8
<u>S. hamata</u>	4	0	0	4
<u>S. leiocarpa</u>	0	2	0	2
<u>S. tomentosa</u>	0	0	2	2
<u>S. ingrata</u>	1	0	0	1
<u>S. campestris</u>	0	0	1	1
<u>S. ruellioides</u>	0	0	1	1
<u>S. angustifolia</u>	0	0	2	2
Total	176	152	297	625
Otras especies				
<u>Zornia</u>	49	28	25	102
<u>Centrosema</u>	18	5	23	46
<u>Desmodium</u>	30	0	0	30
<u>Galopogonium</u>	13	10	0	23
<u>Galactia</u>	14	6	0	20
<u>Leucaena</u>	18	0	0	18
<u>Aeschynomene</u>	16	0	0	16
<u>Macroptilium/Vigna</u>	11	0	0	11
<u>Pueraria</u>	3	0	0	3
<u>Soemmeringia</u>	2	0	0	2
<u>Teramnus</u>	2	0	0	2
<u>Cratylia</u>	0	2	0	2
Total	176	51	48	275

Otros géneros. Aparte de Stylosanthes, los dos géneros que tienen un buen potencial para la región son Zornia y Centrosema.

Se seleccionaron cinco accesiones, predominantemente de Z. brasiliensis, como las más productivas en suelos LVE en relación con la accesión testigo Z. latifolia CIAT 728 (Cuadro 4). Únicamente se sembraron algunas accesiones en suelos LVA debido a la escasez de semilla. Sin embargo, hay indicaciones de que las especies se adaptan

Cuadro 2. Comportamiento de accesiones de *Stylosanthes* seleccionadas para su evaluación en la Categoría III (CPAC, Brasil; material sembrado en 1978/79 y 1979/80); muestras cosechadas en junio 1981.

CIAT accesión No.	Origen	Estación de floración ¹	Escala de antracnosis ²	Producción de MS (g/planta) ³	MSD <u>in vitro</u> (%) ³	Contenido de PC (%) ³	Contenido de Ca (%) ³	Contenido de P (%) ³
<u>S. guianensis</u>								
cv. Endeavour*	Guatemala	Tardía	4.0	39	40.6	11.1	0.55	0.12
1095	Bahía	Tardía	1.5	149	43.8	11.8	0.67	0.12
2191	Bahía	Media	1.5	105	45.6	12.4	0.61	0.11
2203	Goias	Tardía	1.5	340	43.2	11.6	0.68	0.12
2244	Goias	Tardía	1.0	198	41.2	11.8	0.60	0.12
2245	Piauí	Tardía	1.5	160	42.0	12.0	0.58	0.12
<u>S. capitata</u>								
1405*	Mato Grosso	Media	3.0	45	41.0	6.9	0.66	0.10
1318	Maranhao	Media	1.5	266	49.3	9.6	0.69	0.11
<u>S. macrocephala</u>								
1582*	"Distrito Federal"	Temprana	1.0	139	35.4	7.6	0.65	0.09
2039	Bahía	Media	1.0	240	30.1	5.1	0.63	0.08
2053	Bahía	Media	1.0	206	43.5	5.9	0.66	0.09

¹ Temprana = diciembre, enero; Media = febrero, marzo; Tardía = abril en adelante.

² Escala de antracnosis: 1,0 = sin síntomas; 5,0 = muerte de la planta.

³ MS = materia seca; MSD = materia seca digestible; PC = proteína cruda; Ca = calcio; P = fósforo.

* Accesiones testigo.

Cuadro 3. Comportamiento de accesiones de Stylosanthes seleccionadas para su evaluación en la Categoría III (CPAC, Brasil; material sembrado en 1980/81).

CIAT accesion No.	Origen	Escala de antracnosis ¹		Producción de MS ³ (g/planta)	
		LVE	LVA ²	LVE	LVA
<u>S. guianensis</u>					
2243*	"Distrito Federal"	1.0	1.5	44	56
2950	Minas Gerais	1.0	1.0	265	22
2951	Minas Gerais	1.0	1.0	123	39
2953	Minas Gerais	1.0	1.0	122	17
<u>S. capitata</u>					
1405*	Mato Grosso	2.5	2.0	59	31
2253	Ceará	2.0	2.0	144	26
2254	Ceará	2.0	2.0	135	15
<u>S. macrocephala</u>					
1582*	"Distrito Federal"	1.0	1.0	85	15
2133	Bahía	2.0	1.0	71	40
2280	Minas Gerais	2.0	1.0	60	37
2732	"Distrito Federal"	1.5	1.0	84	29

¹ Escala de antracnosis: 1,0 = sin síntomas; 5,0 = muerte de la planta.

² LVE = latosol rojo oscuro; LVA = latosol rojo amarillento.

³ MS = materia seca.

* Accesiones testigo.

mejor al tipo de suelo LVE. No se han observado síntomas del complejo insecto-virus-hongo o de costra por Sphaceloma, los cuales atacan las accesiones de Z. latifolia (incluyendo la CIAT 728), en la accesión CIAT 7847 ni en las accesiones seleccionadas de Z. brasiliensis.

Tres nuevas accesiones de C. macrocarpum y las accesiones CIAT 5118 y C. brasilianum CIAT 5234 han sido seleccionadas como promisorias en suelos LVE (Cuadro 4). Hasta el momento no se han observado problemas ocasionados por plagas o enfermedades.

Cuadro 4. Comportamiento de accesiones de Zornia y Centrosema seleccionadas para su evaluación en la Categoría III (CPAC, Brasil; material sembrado en 1980/81).

CIAT accesion No.	Origen	Estación de floración ¹	Producción de MS ² (g/planta) ³	
			LVE	LVA ³
<u>Z. latifolia</u>				
728*	Colombia	Media	45	41
<u>Zornia</u> sp.				
7847	Bahía	Media	96	17
<u>Z. brasiliensis</u>				
9472	Bahía	Media	109	45
9473	Bahía	Media	103	21
7485	Goiás	Media	90	16
8023	Pernambuco	Media	93	9
<u>C. macrocarpum</u>				
5062*	Colombia	Tardía	50	-
5274	Colombia	Tardía	102	-
5275	Colombia	Tardía	107	10
5276	Colombia	Tardía	95	-
<u>Centrosema</u> sp.				
5118	Mato Grosso	Tardía	145	14
<u>C. brasilianum</u>				
5234	Bahía	Tardía	119	22

¹ Media = febrero, marzo; Tardía = abril en adelante.

² MS = materia seca.

³ LVE = latosol rojo oscuro; LVA = latosol rojo amarillento.

* Accesiones testigo.

Evaluación preliminar del germoplasma de gramíneas (Categoría I/II)

En el Cuadro 5 se observan las accesiones de gramíneas que se encuentran actualmente en evaluación en la Categoría I/II. Las accesiones se establecieron en ambos tipos de suelo en el período 1979-80. Las observaciones efectuadas cubren la fenología, rendimiento de materia seca, potencial de rebrote, valor nutritivo, producción de semilla y tolerancia a plagas y enfermedades.

Cuadro 5. Germoplasma de gramíneas sometido a evaluación preliminar en Oct. 31, 1981 en la Categoría II en el CPAC, Brasil.

Género	Especies	No. de accesiones
<u>Panicum</u>	<u>P. maximum</u> (75)	75
<u>Brachiaria</u>	<u>B. decumbens</u> (4)	13
	<u>B. humidicola</u> (2)	
	<u>B. ruziziensis</u> (2)	
	<u>B. brizantha</u> (5)	
<u>Melinis</u>	<u>M. minutiflora</u> (11)	11
<u>Setaria</u>	<u>S. anceps</u> (2)	2
<u>Andropogon</u>	<u>A. gayanus</u> (22)	22
	Total	123

Panicum maximum. El comportamiento de las accesiones seleccionadas en el suelo LVE se aprecia en el Cuadro 6. La situación ha cambiado apreciablemente desde la primera estación (1979-80). De las accesiones seleccionadas en la última estación, únicamente el tipo común CIAT 6141 continúa siendo considerado como promisorio. Las accesiones CIAT 6116 y CIAT 6124, dos nuevos tipos green panic/Gatton, han dado una producción significativamente mejor que la de los testigos. No se han registrado problemas ocasionados por enfermedades.

Durante el segundo año consecutivo no fue posible allegar información sobre las accesiones sembradas en la localidad con suelo tipo LVA debido a su crecimiento deficiente.

Otros géneros. Las tres accesiones más promisorias que no pertenecen al género Panicum son Brachiaria brizantha CIAT 6016 y CIAT 6021 y Brachiaria spp. CIAT 6058 (Cuadro 6). Las tres accesiones han producido mucha más materia seca que el cultivar comercial Basilisk empleado como testigo.

Las accesiones de Melinis minutiflora mostraron una merma en productividad como resultado del corte. Esto confirma observaciones efectuadas en otros lugares según las cuales esta especie no tolera la defoliación frecuente ni el pastoreo excesivo.

Ninguna de las nuevas accesiones de Andropogon gayanus es superior al cultivar testigo Planaltina (CIAT 621), el cual se comenzó a distribuir en Brasil en octubre de 1980.

Cuadro 6. Comportamiento de accesiones de gramíneas seleccionadas sembradas en latosol rojo oscuro en el CPAC, Brasil, para su evaluación en la Categoría II (1979-80).

CIAT accesión No.	Estación de floración ¹	Producción de MS ² (kg/ha)		MSD in vitro ² (%)	Contenido de PC ² (%)	Contenido de Ca ² (%)	Contenido de P ² (%)
		Año 1	Año 2				
<u>Panicum maximum</u>							
(tipo común)							
cv. común*	Media	3395	2670	72.7	14.0	0.28	0.19
6141	Media	6825	8130	61.9	13.4	0.23	0.17
(tipo Green-Panic/Gatton)							
cv. Petrie*	Temprana	4405	5900	55.6	10.6	0.27	0.18
cv. Gatton*	Temprana	4010	3480	72.8	12.5	0.32	0.19
6116	Temprana	3515	8630	60.6	13.9	0.23	0.18
6124	Temprana	2948	7400	54.5	12.6	0.35	0.23
<u>Brachiaria decumbens</u>							
cv. Basilisk*	Temprana	3262	3510	61.5	11.9	0.18	0.23
<u>Brachiaria brizantha</u>							
6016	Temprana	4896	7320	58.4	12.7	0.17	0.23
6021	Temprana	2695	5840	64.3	13.2	0.14	0.24
<u>Brachiaria sp.</u>							
6058	Temprana	5120	8470	65.6	13.2	0.17	0.22

¹ Temprana = enero, febrero; Media = marzo, abril.

² MS = producción de materia seca (dos cosechas); PC = proteína cruda; Ca = calcio; P = fósforo.
Las muestras para el análisis químico se tomaron en diciembre de 1980.

* Accesiones testigo.

Como en el caso de las accesiones de *P. maximum* no se allegó información en la localidad con el tipo de suelo LVA en razón de su deficiente crecimiento. No se han observado problemas ocasionados por las enfermedades en los géneros *Brachiaria*, *Melinis* y *Andropogon*.

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 durante cuatro años. Cada leguminosa se siembra independientemente con dos gramíneas de hábito de crecimiento contrastante como, por ejemplo, *Andropogon gayanus* 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, productividad, fijación y transferencia de N simbiótico. Las mezclas de pastos se encuentran expuestas en este sistema no sólo a la defoliación sino también a los efectos potenciales del pastoreo como el pisoteo y el reciclamiento de nutrimentos a través de las heces y de la orina.

Germoplasma de leguminosas. Inicialmente se sembraron 14 leguminosas en la Categoría III en la estación 1978-79. La producción total de materia seca y el contenido de leguminosas durante los primeros tres años de evaluación se dan en la Figura 1.

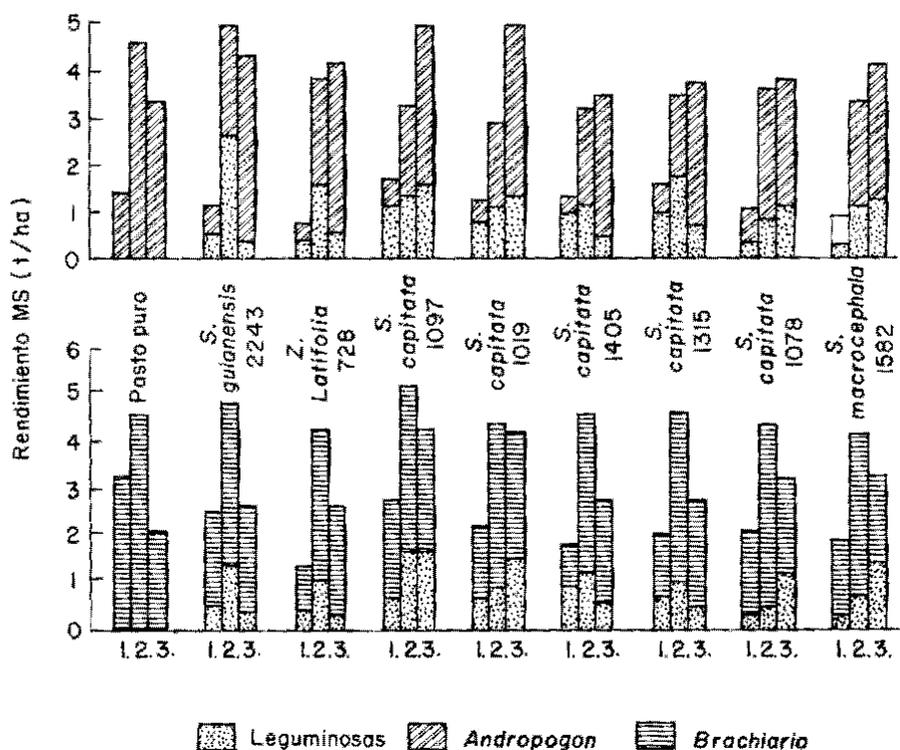


Figura 1. Comportamiento de accesiones sometidas a pastoreo en la Categoría III (leguminosas).

Las leguminosas más productivas y persistentes son Stylosanthes capitata CIAT 1097, S. capitata CIAT 1019 y S. macrocephala CIAT 1582. La producción de materia seca de estas asociaciones es actualmente mucho más alta que la de los testigos de solo gramíneas. De 1980 a 1981, el contenido de leguminosas de las tres especies, tanto con Andropogon como con Brachiaria, fluctuó de 27 a 38 por ciento con base en la materia seca. No se registraron ataques de antracnosis, excepción hecha de S. capitata 1405 y CIAT 1315.

El rendimiento de materia seca del Andropogon en las asociaciones con leguminosas en el tercer año fue considerablemente superior que el de Brachiaria. La reducción marcada del rendimiento de Brachiaria en el tercer año es un hecho frecuente en las haciendas comerciales en la región.

El contenido de S. guianensis "tardío" CIAT 2243 ha disminuido significativamente en las praderas como consecuencia del pastoreo excesivo. Sin 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 la enfermedad. El contenido de Zornia latifolia CIAT 728 también ha mermado en el tercer año. Las plantas fueron atacadas de gravedad por el complejo insecto-virus-hongo. Otras leguminosas que han desaparecido durante el transcurso de la evaluación son Desmodium ovalifolium CIAT 350, Galactia striata CIAT 964, Centrosema pubescens CIAT 438 y los cultivares comerciales de Centrosema pubescens y Calopogonium mucunoides.

Germoplasma de gramíneas. Las cinco gramíneas que se están evaluando son Andropogon gayanus cv. Planaltina (CIAT 621), Brachiaria decumbens cv. Basilisk, B. ruziziensis cv. común, B. humidicola cv. común, y Panicum maximum cv. guineziño.

La leguminosa asociada Stylosanthes guianensis cv. Cook desapareció durante la segunda estación seca debido a la antracnosis. No obstante, la Figura 2 muestra que hubo un fuerte efecto residual en razón del alto contenido de leguminosas durante los primeros años. La producción de materia seca de cada especie de gramínea fue sustancialmente más alta en las asociaciones anteriores que la de los testigos de solo gramíneas.

A. gayanus fue la gramínea que dio el mayor rendimiento mientras que B. humidicola continuó siendo la menos productiva. El comportamiento sobresaliente de A. gayanus en la tercera estación concuerda con las observaciones hechas en la Categoría III (evaluación de leguminosas).

Producción de Semillas

Esta parte del programa tiene por objeto a) investigar el potencial de los Cerrados para la producción comercial de semillas de especies adaptadas y definir las limitaciones; b) llevar a cabo investigaciones sobre los diferentes problemas para la producción de semillas de especies adaptadas; y c) multiplicar semilla de germoplasma promisorio

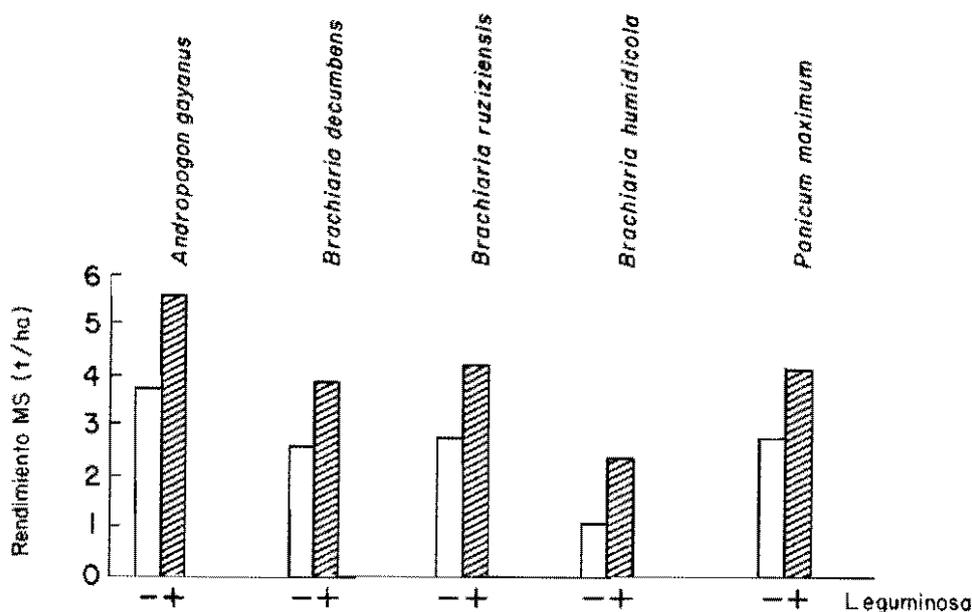


Figura 2. Comportamiento de accesiones sometidas a pastoreo en la Categoría III (gramíneas).

que deberá ser entregado al programa de evaluación de pastos y a otros programas del CPAC. Esta actividad se está efectuando de manera mancomunada en un programa de pruebas regionales que abarca otras áreas de Brasil y regiones de Colombia y Bolivia.

Prueba regional

Nueve leguminosas y cuatro gramíneas se sembraron originalmente en esta prueba en el período 1978-79 (Cuadro 7). Los rendimientos de semilla de las nueve leguminosas durante los tres años que han transcurrido se aprecian en el Cuadro 8. La antracnosis destruyó las parcelas de *Stylosanthes capitata* CIAT 1405 en el segundo año, y las de *S. capitata* CIAT 1315 en la estación de 1980-81. Una infestación alta de malezas fue la responsable de que *S. capitata* CIAT 1078 no produjera semilla en 1980-81. Después de un establecimiento lento, *S. macrocephala* CIAT 1582 produjo muy buenos rendimientos de semilla en el segundo año. *S. guianensis* "tardío" CIAT 2243, desapareció antes de la tercera estación porque el corte posterior a la cosecha fue muy bajo (5 cm). *S. hamata* CIAT 147, *P. phaseoloides* CIAT 9900 y *Zornia latifolia* CIAT 728 presentaron producciones de semilla significativamente inferiores en el tercer año como resultado de las condiciones secas durante la floración. *D. ovalifolium* CIAT 350 desapareció durante la segunda estación seca debido a un ataque severo de nematodos.

El Cuadro 9 muestra las fechas de la primera floración y de la cosecha de las cuatro gramíneas. El rendimiento de semillas de *Andropogon gayanus* mejoró significativamente en el tercer año. Un corte anterior a la floración efectuado en enero redujo la altura de la planta

Cuadro 7. Especies y accesiones sembradas originalmente en la estación de 1978 a 1979 en la prueba regional de producción de semillas.

Leguminosas	Gramíneas
<u>Stylosanthes guianensis</u> CIAT 2243 "tardía"	<u>Panicum maximum</u> var. <u>Trichoglume</u> cv. <u>Petrie</u>
<u>S. capitata</u> CIAT 1405	<u>Brachiaria decumbens</u> cv. <u>Basilisk</u>
<u>S. capitata</u> CIAT 1315	<u>B. humidicola</u> cv. <u>común</u>
<u>S. capitata</u> CIAT 1078	<u>Andropogon gayanus</u> CIAT 621 (cv. <u>Planaltina</u>)
<u>S. macrocephala</u> CIAT 1582	
<u>S. hamata</u> CIAT 147	
<u>Zornia latifolia</u> CIAT 728	
<u>Desmodium ovalifolium</u> CIAT 350	
<u>Pueraria phaseoloides</u> CIAT 9900	

Cuadro 8. Producción de semillas de nueve leguminosas tropicales en el CPAC, Brasil.

Especie	CIAT accesión No.	Rendimiento de semilla pura (kg/ha)		
		1978-79	1979-80	1980-81
<u>Stylosanthes capitata</u>	1405	199	-	-
<u>Stylosanthes capitata</u>	1315	150	25	-
<u>Stylosanthes capitata</u>	1078	31	40	-
<u>Stylosanthes macrocephala</u>	1582	17	207	40
<u>Stylosanthes guianensis</u>	2243	42	61	-
<u>Stylosanthes hamata</u>	147	322	208	60
<u>Zornia latifolia</u>	728	175	687	210
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	NPF*	18	-
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	NPF	186	111

* NPF = no produjo flores.

y su susceptibilidad al volcamiento. Como se había mencionado, los bajos rendimientos de semilla durante la segunda estación obedecían al alto grado de volcamiento. Los rendimientos máximos de semilla para las otras gramíneas se registraron en la segunda estación.

La relación entre el desarrollo de las inflorescencias y el rendimiento de semillas de las gramíneas se presenta en las Figuras 3 y 4. En A. gayanus la mayoría de las macollas aparecieron durante la semana siguiente a la "fecha de espiguelo inicial" (4

inflorescencias/m²). Un corte anterior a la floración efectuado en enero de 1981 no redujo significativamente el porcentaje de macollas fértiles y, al no presentarse problemas de volcamiento, los rendimientos de semillas fueron altos. La reducción en el número de macollas fértiles durante el período 1980-81 en las otras gramíneas, las cuales producen inflorescencias cíclicamente durante la estación húmeda, ocasionó una baja en los rendimientos de semillas. No se presentaron problemas graves de plagas o enfermedades en las gramíneas.

Cuadro 9. Producción de semillas de cuatro gramíneas tropicales en el CPAC, Brasil.

Especie	Rendimiento de semilla pura (kg/ha)		
	1978-79	1979-80	1980-81
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	163	443	373
<i>Brachiaria humidicola</i> cv. común	12	501	84
<i>Andropogon gayanus</i> CIAT 621 cv. Planaltina	128	45	330
<i>Panicum maximum</i> cv. Petrie green panic	132	382	70

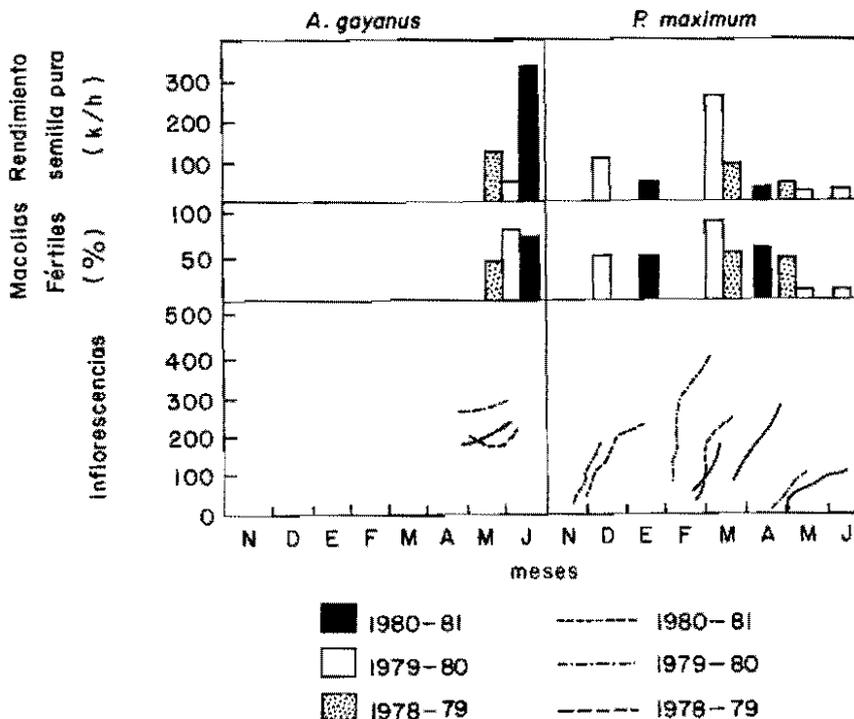


Figura 3. Patrón de producción de inflorescencias y semillas de los géneros *Andropogon* y *Panicum*.

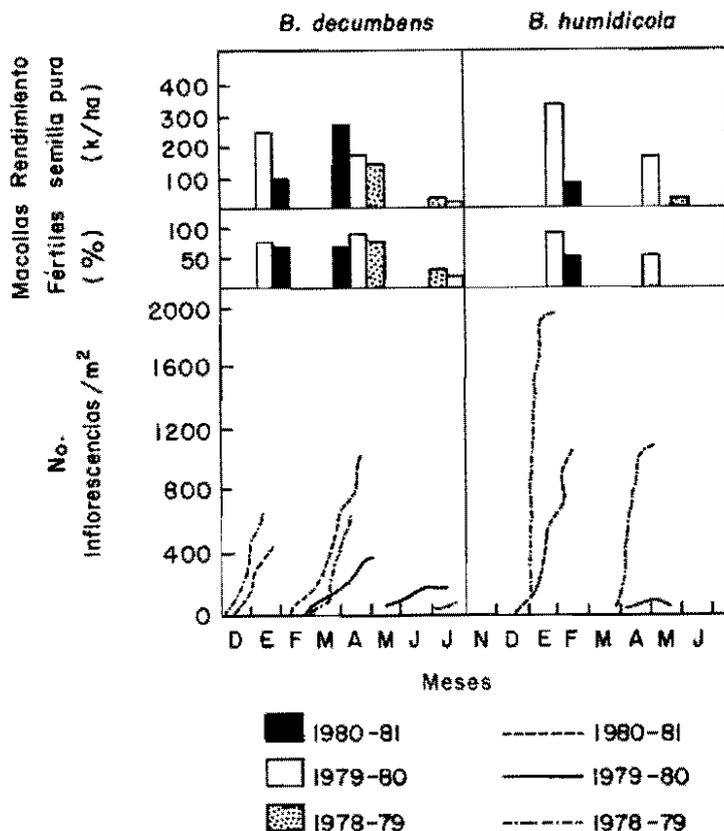


Figura 4. Patrón de producción de inflorescencias y semillas de Brachiaria decumbens y B. humidicola.

Efectos del corte y del pastoreo diferido en la producción de semillas de Andropogon

En la estación húmeda de 1979-80, A. gayanus cv. Planaltina presentó un volcamiento severo y los rendimientos de semilla resultaron muy inferiores al potencial de esta especie. La altura de la planta en la segunda parte de la estación húmeda puede alcanzar tres o más metros, lo que la hace muy vulnerable al volcamiento en condiciones de fertilidad relativamente alta. La defoliación del cultivo al comienzo de la estación húmeda parece ser una práctica de manejo adecuada para evitar el volcamiento.

Con el objeto de determinar la época más propicia para defoliar el cultivo sin perjudicar el rendimiento, se llevaron a cabo dos pruebas en un área ya sembrada con Andropogon en el período 1980-81. Una prueba consistía en cortar tres parcelas a una altura de 20 cm, con un mes de diferencia (el 20 de enero, el 20 de febrero y el 20 de marzo). Se incluyó además un testigo sin cortar. La segunda prueba consistió en pastorear cuatro parcelas por períodos de tiempo diferentes, para lo cual se fijaron como fechas de fin de pastoreo el 12 de enero, el 12 de

febrero, el 12 de marzo y el 12 de abril. El número de animales se ajustaba para mantener las parcelas a una altura de aproximadamente 40 cm. En el momento de suspender el pastoreo para cada tratamiento, las parcelas se cortaban a 20 cm de altura para dejarlas uniformes. También se incluyó un testigo que no se sometió a pastoreo.

Los resultados de ambas pruebas para la primera estación se presentan en la Figura 5. Los rendimientos de semillas más altos se registraron tanto para el corte como para el pastoreo diferido a fines de enero. La defoliación de la primera semana de febrero redujo la producción de semilla.

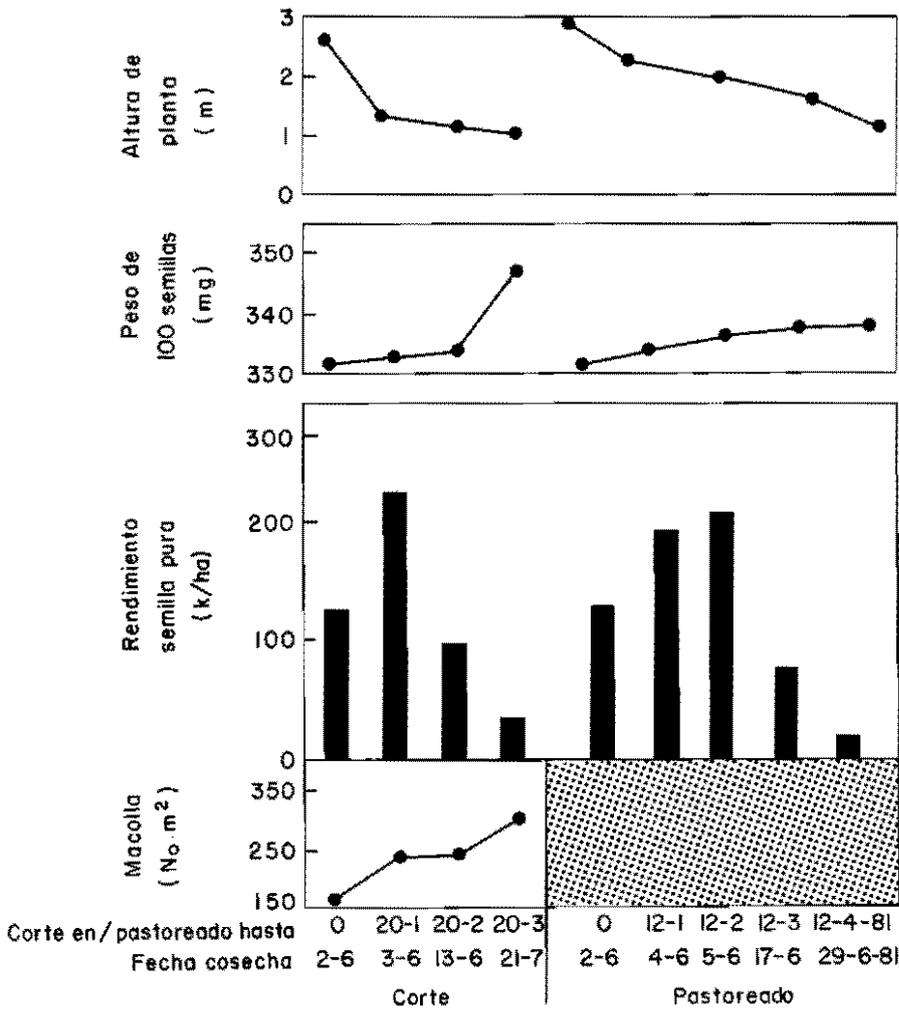


Figura 5. Efecto del tiempo de corte y del pastoreo diferido en el rendimiento de semilla de Andropogon gayanus.

La evidencia obtenida en la prueba regional durante la estación 1980-81 y la información allegada en estas dos pruebas indican que la defoliación al comienzo de la estación húmeda puede evitar el volcamiento y la consiguiente reducción en los rendimientos de semillas.

Multiplicación de Semillas

La multiplicación de semillas de las accesiones promisorias ha continuado, y se preve que se dispondrá de suficientes cantidades de semillas de leguminosas y gramíneas de las accesiones seleccionadas en la Categoría II para comenzar una nueva evaluación en la Categoría III en la estación 1981-82.

Se han cosechado casi 3000 kg de semilla limpia de A. gayanus cv. Planaltina en un área de 15 ha. Además se ha recolectado suficiente semilla de Stylosanthes capitata CIAT 1097, S. macrocephala CIAT 1582 y S. guianensis CIAT 2243 para iniciar pruebas de pastoreo en la Categoría IV.

Evaluación Agronómica en Ensayos Regionales

Los objetivos de esta sección son:

- a) Evaluar la adaptación del germoplasma promisorio a los diferentes ecosistemas por medio de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.
- b) Hacer las evaluaciones agronómicas del germoplasma promisorio que se envía o que llega a la Red.
- c) Desarrollar y probar la metodología a ser aplicada en la Red a través de los diferentes niveles de evaluación en los Ensayos Regionales.

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales

La Red cuenta con 13 Ensayos Regionales tipo A para la evaluación de un gran número de introducciones (100-120) en los cinco ecosistemas principales de América tropical (Llanos, Cerrados, sabanas mal drenadas, bosque tropical lluvioso y bosque tropical semi-siempreverde estacional). El Cuadro 1 incluye, además de la localización de los diferentes participantes y las instituciones responsables, el ecosistema representado y la fecha de siembra de cada ensayo. Once de estos 13 ensayos ya han sido establecidos y 10 han reportado datos. La información recolectada de estas primeras evaluaciones de la Red está siendo analizada estadísticamente para seleccionar los mejores materiales en términos de supervivencia a la condición prevalente en cada uno de los sitios. El Cuadro 2 relaciona las introducciones de gramíneas y leguminosas clasificadas como excelentes o buenas en los Ensayos Regionales A en el ecosistema de sabanas. Las leguminosas y gramíneas clasificadas como excelentes o buenas en el ecosistema de bosque tropical están indicadas en los Cuadros 3 y 4.

Debe notarse en los dos cuadros anteriores, para los ecosistemas de bosque tropical, el comportamiento superior de Stylosanthes guianensis (136 y 184), como también algunos ecotipos "tardíos" y el buen comportamiento de Desmodium ovalifolium 350. En general, un gran número de introducciones de leguminosas están consideradas como potencialmente buenas en el trópico húmedo. En el caso de las gramíneas, es muy aparente el buen comportamiento de Andropogon gayanus 621 y aún mejor el comportamiento de los otros dos ecotipos de Andropogon gayanus (6053 y 6054). Debe también observarse el excelente comportamiento de algunas Brachiarias, particularmente Brachiaria humidicola 6013 que se extiende rápidamente en el ecosistema de la Amazonía, especialmente en Brasil, donde se conoce como "Quicuí da Amazonia".

La Red Internacional de Pastos Tropicales también hizo progresos en términos de los Ensayos Regionales B. Estos ensayos están diseñados para evaluar la productividad estacional de germoplasma promisorio que llega de los dos sitios de mayor selección en el Programa de Pastos

Cuadro 1. Red de Ensayos Regionales A en América tropical.

País	Localidad	Institución/responsable	Ecosistema*	Fecha siembra
Colombia	Macagual	ICA/A. Acosta	BTL	VI-80
	Leticia	CIAT-ICA/G. Sierra	BTL	III-80
	Orocué	HIMAT-CIAT/P. Argel	SMD	VI-80
Brasil	Boa Vista	PROPASTO-CPATU/E.A. Serrao	SBDH	VI-80
	Corumbá	EMBRAPA/A. Pott, J.A. Comastri	SMD	XI-80
	Jataí	EMGOPA/E. Barbosa	SBDT	XII-80
	Paragominas	PROPASTO-CPATU/E.A. Serrao	BTSSVE	IV-81
	Tabuleiro	CEPLAC/J. Marques Pereira	BTL	XI-80
Perú	Pucallpa	IVITA/L. Pinedo, C. Reyes	BTSSVE	III-80
Venezuela	El Tigre	FONAIAP/D. Sanabria	SBDH	VII-80
	Apure	FONAIAP/R. Torres	SMD	X-81
Nicaragua	Nueva Guinea	MIDINRA/A. Cruz, C. Avalos	BTSSVE	VII-80

* BTL = Bosque Tropical Lluvioso; SMD = Sabana Mal Drenada; SBDH = Sabana Bien Drenada Isohipertérmica ("Llanos"); SBDT = Sabana Bien Drenada Térmica ("Cerrados"); BTSSVE = Bosque Tropical Semi-Siempreverde Estacional.

Cuadro 2. Leguminosas y gramíneas clasificadas como excelentes o buenas en los Ensayos Regionales A en el ecosistema de sabanas tropicales.

Sabanas bien drenadas Isohipertérmicas ("Llanos")	Sabanas mal drenadas	
	ERA "Orocué"	ERA "Corumba"*
	Colombia	Brasil
<u>Leguminosas:</u>		
<u>Excelentes</u>		
<u>Aeschynomene brasiliara</u> 9684	<u>Desmodium gyroides</u> 3001	<u>Aeschynomene americana</u> 7562
<u>Centrosema brasilianum</u> 5180	<u>Desmodium ovalifolium</u> 350	<u>Calopogonium mucunoides</u> 7367
<u>Centrosema macrocarpum</u> 5274		<u>Vigna adenantha</u> 4016
<u>Stylosanthes guianensis</u> 1280**		
<u>Stylosanthes guianensis</u> 1283**		
<u>Stylosanthes guianensis</u> 1523**		
<u>Buenas</u>		
<u>Centrosema pubescens</u> 5053	<u>Aeschynomene sp.</u> 8057	<u>Aeschynomene americana</u> 9881
<u>Stylosanthes macrocephala</u> 1582	<u>Cassia rotundifolia</u> 7792	<u>Aeschynomene histrix</u> 9690
<u>Stylosanthes macrocephala</u> 2133	<u>Desmodium heterophyllum</u> 349	<u>Aeschynomene sp.</u> 8057
<u>Stylosanthes capitata</u> 1097	<u>Pueraria phaseoloides</u> 9900	<u>Calopogonium mucunoides</u> 9161
<u>Stylosanthes capitata</u> 1315		<u>Vigna lasiocarpa</u> 4044
<u>Stylosanthes capitata</u> 1342		<u>Vigna sp.</u> 9143
<u>Stylosanthes capitata</u> 1693		<u>Vigna vexillata</u> 9546
<u>Stylosanthes capitata</u> 1728		
<u>Stylosanthes capitata</u> 1943		
<u>Stylosanthes guianensis</u> 1493**		
<u>Stylosanthes sp.</u> 2115		
<u>Zornia brasiliensis</u> 7485		
<u>Zornia sp.</u> 7485		
<u>Gramíneas:</u>		
<u>Excelentes</u>		
	<u>Brachiaria humidicola</u> 679	
<u>Buenas</u>		
<u>Andropogon gayanus</u> 621	<u>Brachiaria brizantha</u> 665	
<u>Brachiaria decumbens</u> 606		

* Una repetición solamente.

** "tardío".

Cuadro 3. Leguminosas clasificadas como excelentes o buenas en los Ensayos Regionales A en el ecosistema de bosques troncicales.

Bosque tropical lluvioso		Bosque tropical semi-siempreverde estacional	
ERA "Leticia" Colombia	ERA "Macagual" Colombia	ERA "Pucallpa" Perú	ERA "Nueva Guinea" Nicaragua
Leguminosas:			
Excelentes			
<u>C. macrocarpum</u> 5065	<u>A. histrix</u> 9666	<u>Centrosema</u> sp. 5112	
<u>D. ovalifolium</u> 350	<u>A. histrix</u> 9690	<u>S. guianensis</u> 136	
<u>S. guianensis</u> 184	<u>C. macrocarpum</u> 5065	<u>S. guianensis</u> 184	
<u>S. guianensis</u> 1175	<u>D. gyroides</u> 3001		
<u>Z. latifolia</u> 728	<u>D. ovalifolium</u> 350		
	<u>Desmodium</u> sp. 3019		
	<u>G. striata</u> 964		
	<u>P. phaseoloides</u> 9900		
	<u>S. guianensis</u> 136		
	<u>S. guianensis</u> 184		
	<u>S. guianensis</u> 1175		
	<u>S. guianensis</u> 1283*		
Buenas			
<u>A. histrix</u> 9666	<u>C. brasilianum</u> 494	<u>A. histrix</u> 9666	<u>A. histrix</u> 9666
<u>A. histrix</u> 9690	<u>C. brasilianum</u> 5234	<u>C. brasilianum</u> 5180	<u>C. pubescens</u> 438
<u>C. pubescens</u> 438	<u>C. pubescens</u> 438	<u>C. macrocarpum</u> 5065	<u>C. pubescens</u> (común)
<u>Centrosema</u> sp. 5112	<u>Centrosema</u> sp. 5112	<u>C. mucunoides</u> 9161	<u>D. gyroides</u> 3001
<u>C. pubescens</u> 5118	<u>C. pubescens</u> 5118	<u>C. mucunoides</u> 9892	<u>L. leucocephala</u> (nativa)
<u>D. gyroides</u> 3001	<u>C. pubescens</u> 5126	<u>C. pubescens</u> 438	<u>M. atropurpureum</u> 4048
<u>D. heterophyllum</u> 349	<u>D. ovalifolium</u> 3673	<u>C. pubescens</u> 5126	<u>S. guianensis</u> 136
<u>D. heterophyllum</u> 3782	<u>S. macrocephala</u> 1281	<u>C. schiedeanum</u> 5066	<u>S. guianensis</u> 184
<u>D. ovalifolium</u> 3673	<u>S. capitata</u> 1019	<u>D. heterocarpon</u> 365	<u>S. guianensis</u> 1175
<u>P. phaseoloides</u> 9900	<u>S. capitata</u> 1097	<u>D. heterophyllum</u> 349	<u>S. hamata</u> 147
<u>S. capitata</u> 1019	<u>S. capitata</u> 1315	<u>D. ovalifolium</u> 9179	<u>Z. latifolia</u> 9179
<u>S. capitata</u> 1078	<u>S. hamata</u> 147	<u>G. striata</u> 964	
<u>S. capitata</u> 1097	<u>S. viscosa</u> 1132	<u>G. striata</u> 9339	
<u>S. capitata</u> 1405	<u>S. viscosa</u> 1790	<u>P. phaseoloides</u> 7182	
<u>S. guianensis</u> 136	<u>Z. latifolia</u> 728	<u>S. capitata</u> 1315	
<u>S. guianensis</u> 1283*	<u>Zornia</u> sp. 935	<u>S. hamata</u> 147	
<u>Z. latifolia</u> 9179	<u>Zornia</u> sp. (nativa)	<u>V. adenantha</u> 4016	
<u>Z. latifolia</u> 9199		<u>Zornia</u> sp. 7475	
<u>Zornia</u> sp. (cv. Tarapoto)			
<u>Zornia</u> sp. 7475			

* "tardío".

Cuadro 4. Gramíneas clasificadas como excelentes o buenas en los Ensayos Regionales A en el ecosistema de bosques tropicales.

Bosque tropical lluvioso		Bosque tropical semi-siempreverde estacional	
ERA "Leticia" Colombia	ERA "Macagual" Colombia	ERA "Pucallpa" Perú	ERA "Nueva Guinea" Nicaragua
<u>Gramíneas:</u>			
<u>Excelentes</u>			
<u>B. decumbens</u> 606	<u>A. gayanus</u> 621	<u>A. gayanus</u> 6053	<u>P. maximum</u>
<u>B. humidicola</u> 6013	<u>A. gayanus</u> 6053		(cv. Colonial)
	<u>A. gayanus</u> 6054		
	<u>B. brizantha</u> 667		
	<u>B. humidicola</u> 6013		
<u>Buenas</u>			
<u>A. gayanus</u> 6053	<u>A. micay</u> 6050	<u>A. gayanus</u> 621	<u>A. gayanus</u> 6054
<u>B. brizantha</u> 665	<u>B. decumbens</u> 606	<u>A. gayanus</u> 6054	<u>P. maximum</u> (común)
<u>B. brizantha</u> 667	<u>B. ruziziensis</u> 654	<u>P. maximum</u> 604	
<u>B. ruziziensis</u> 655	<u>B. ruziziensis</u> 656	<u>P. maximum</u> 697	
<u>B. ruziziensis</u> 656	<u>P. maximum</u> 604		
<u>P. maximum</u> 673	<u>P. plicatulum</u> 600		
<u>P. plicatulum</u> 6046	<u>P. purpureum</u> 672		
<u>T. andersonii</u> 6051	<u>S. sinensis</u> 6263		
	<u>T. andersonii</u> 6051		

Cuadro 5. Red de Ensayos Regionales B establecidos en América tropical.

País	Localidad	Institución/responsable	Ecosistema*	Fecha siembra
Bolivia	Valle del Sacta	Univ. M. San Simon/J. Espinoza	SBDH	X-80
Brasil	Barroilandia	CEPLAC/J. Marques Pereira	BTL	XII-80
	Maraba	PROPASTO-CPATU/E.A. Serrao-A. Camarao	SBDH	V-81
	Paragominas	PROPASTO-CPATU/E.A. Serrao, M. Biaz Filho	BTL	IV-81
	Forte Velho	PROPASTO-CPATU/E.A. Serrao, C.A. Goncalves	BTL	II-81
Colombia	Carimagua	CIAT/R. Gualdrón	SBDH	V-80
	Guayabal, Pto. Gaitán	CIAT/C. Castilla, A. Carabaly-Gómez	SBDH	V-80
	El Paraiso, Pto. Gaitán	CIAT/C. Castilla, A. Carabaly-Gómez	SBDH	V-80
	El Viento, Pto. Gaitán	CIAT/C. Castilla, A. Carabaly-Gómez	SBDH	V-80
	Caucasia	Univ. Antioquia/L.F. Ramirez	BTL	VII-80
	Puerto Asís	Fondo Ganad. Putumayo/D. Orozco	BTL	I-80
Costa Rica	Quilichao	CIAT/H. Giraldo, A. Ramirez	BTSSVE	XI-79
	Orocué	HIMAT-CIAT/A. Carabaly-Gómez, C. Castilla	SMD	VI-81
	Buenos Aires	Min. Agric. y Ganad./V.M. Prado	BTL	VIII-80
Ecuador	El Napo	INIAP/K. Muñoz	BTL	IX-80
	El Puyo	ESPOCH/M. Freire	BTL	V-80
Guyana	Moblissa, Ebini	Livestock Dev. Co./J.M. Wilson	BTL	IX-80
	Lethem, Rupununi	Livestock Dev. Co./J.M. Wilson	SBDH	X-80
México	Arriaga, Chiapas	INIA/F. de León Espinosa, A. Ramos	SBDH	VII-81
Nicaragua	El Recreo	MIDINRA/A. Cruz, C. Avalos	BTL	VIII-80
Panamá	Calabacito	INIAP/M. A. Avila	SBDH	X-80
	Los Santos, Chiriquí	Univ. Panama/J. Quintero	SBDH	VII-80
	El Chepo	Univ. Panama/J. Quintero	SBDH	VI-81
Perú	Yurimaguas	INIPA-NCSU/D. Bandy, M. Ara	BTL	XI-80
	Tarapoto	INIPA-COPERHOLTA/W. López	BTL	II-81
	C. Educativo, Tarapoto	INIPA-COPERHOLTA/W. López	BTL	II-81
	Alto Mayo	INIPA/E. Palacios, W. López	BTL	XI-81
Surinam	Cosbiti	Fac. of Nat. Resources/R.F. Druiventak, F.W. van Amson	BTSSVE	
Trinidad	Centeno	CARDI/N. Persad	BTL	X-80
USA	Hawaii	Univ. of Hawaii/A.S. Whitney	BTL	VI-80
Venezuela	Guachi	Univ. de Zulia/I. Urdaneta, J. Landaeta	BTL	V-80
	Mantecal	FONAIAP/R. Torres	SBDH	V-80
	Calabozo	MAC/C. Sánchez	SBDH	VIII-80
	Atapirire	FONAIAP/D. Sanabria	SBDH	VII-80
	Josepín	UDG/C. Alcalá, M. Corado	SBDH	VI-80
	La Esperanza	Univ. de Zulia/I. Urdaneta, R. Paredes	SBDH	X-80

* SBDH = Sabana Bien Drenada Hipertérmica; BTL = Bosque Tropical Lluvioso; BTSSVE = Bosque Tropical Semi-Siempreverde Estacional; SMD = Sabana Mal Drenada.

Tropicales: Carimagua y CPAC, así como de los Ensayos Regionales A. La localización, instituciones participantes y responsables, ecosistema y fecha de siembra de cada Ensayo Regional B se presentan en el Cuadro 5. De 54 paquetes de semilla enviados, se establecieron 36 Ensayos Regionales B, lo cual representa un 67% de eficiencia inicial. De estos 36 ensayos establecidos, 23 ensayos, o sea el 64%, ya han sido evaluados.

Los datos recibidos de los participantes en la Red son procesados por medio de un análisis estadístico desarrollado por la sección de Biometría en la unidad de Servicios de Datos, utilizando como base el programa SAS. Las salidas del computador para cada localidad incluyen

un análisis de varianza y un análisis DUNCAN de las diferentes edades cosechadas (3, 6, 9 y 12 semanas de crecimiento) durante los períodos de máxima y mínima precipitación. Estos datos se ajustan a un modelo lineal y cuadrático, con el fin de estimar las tasas de crecimiento estacional de cada ecotipo bajo prueba. La información sobre cambio en el número de plantas, porcentaje de cobertura, efectos de enfermedades e insectos, también se analiza estadísticamente. Los datos procesados se envían de regreso a los participantes aproximadamente 20 días después de recibidos.

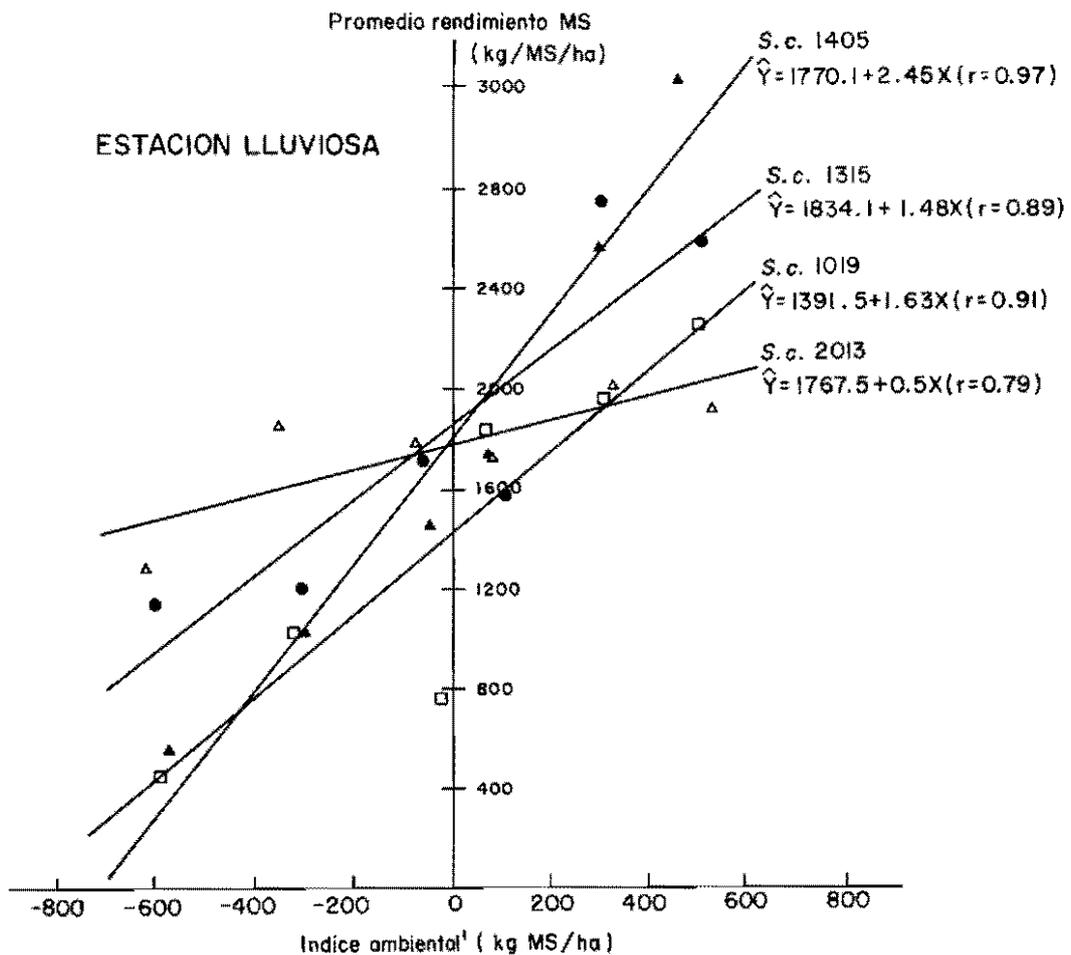
Los primeros análisis multilocativos de los Ensayos Regionales B se han hecho usando una modificación del Índice Ambiental (IA) desarrollado por Eberhart, S.A. y Russell, W.A. (1966)*. El Índice Ambiental fue computado usando la siguiente fórmula: $IA = \bar{P}_1 - \bar{P}$, donde: \bar{P}_1 es el promedio de rendimiento local y \bar{P} es el promedio de rendimiento que incluye todas las localidades bajo análisis. Esta fórmula modificada elimina la dependencia de las coordenadas X y Y cuando se incluyen en el cálculo de los dos promedios los valores del ecotipo en consideración. De esta manera la abscisa (X) de la regresión que corresponde a producción de materia seca es independiente de la abscisa (Y), que corresponde al Índice Ambiental. El IA provee una indicación de cuán superior o inferior es una localidad comparada con el promedio de la productividad de todas las localidades, expresando el resultado como la producción de materia seca de todos los ecotipos en cada localidad y excluyendo el que se está probando. En esta forma se asume que el mejor indicador de los atributos del ambiente de una localidad (suelo, clima, insectos, etc.) es el promedio del comportamiento del germoplasma en el ensayo. Lógicamente, las leguminosas son tratadas separadamente de las gramíneas, ya que su productividad es diferente.

Un ejemplo de análisis de regresión (producción de materia seca vs. IA) con cuatro ecotipos de Stylosanthes capitata, para los Llanos de Colombia, usando seis puntos que representan localidades se presenta en la Figura 1. Cuatro de estos puntos corresponden a Ensayos Regionales B con el mismo nivel de fertilización (22 kg de P + 41.50 kg K), mientras que los otros dos puntos corresponden a ensayos en Carimagua, con una fertilización baja de 11 kg de P + 20.75 kg de K y una alta de 33 kg de P + 62.25 kg de K. El intercepto es una estimación de la productividad promedio de un ecotipo en los diferentes ensayos en el ecosistema y la pendiente representa cambios en el comportamiento del mismo ecotipo con cambios en el Índice Ambiental. Los ecotipos seleccionados de Stylosanthes capitata tienen un corto rango de interceptos lo cual significa que todos producen aproximadamente igual en el ecosistema de los Llanos de Colombia. Sin embargo, las diferencias en las pendientes indican el grado en cual los cuatro ecotipos de S. capitata se desempeñan con los cambios en la calidad general del ambiente en la localidad. Más específicamente, mientras Stylosanthes capitata 1405 presenta una alta respuesta a la calidad general del ambiente de la localidad, S. capitata 2013 responde menos a estos cambios en el

*Eberhardt, S.A. y Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 36-40.

ambiente y Stylosanthes capitata 1315 y 1019 responden en forma similar e intermedia con relación a 1405 y 2013.

Este estudio de adaptabilidad a través de localidades de las diferentes especies y entradas del material promisorio es de gran importancia porque tiene claras implicaciones en la adopción por parte de los ganaderos. De ahí que el Programa debe enfatizar la selección de ecotipos con las producciones más altas a través de todos el ecosistema (intercepto) y con los menores cambios a través de las diferentes localidades (pendiente). Aunque no está claramente definida aún la magnitud de la pendiente para seleccionar el germoplasma; tentativamente, el germoplasma con pendientes en el orden de 1,5 o menos pueden tomarse como adaptables a un amplio rango de condiciones.



¹ IA = Indice Ambiental = Promedio por localidad menos el promedio general de los diferentes ensayos. Nota: cada entrada tiene diferente IA debido a la exclusión de su producción en los promedios.

Figura 1. Adaptabilidad de ecotipos de S. capitata a través de los Llanos Orientales de Colombia. Seis ERB incluidos en época lluviosa.

Un análisis multilocativo, incluyendo seis localidades en los Llanos de Colombia y todas las gramíneas y leguminosas probadas en los Ensayos Regionales B, se ha hecho usando tasas de crecimiento en vez de producción de materia seca. Los análisis han sido hechos con la información de la época de lluvia (período de máxima precipitación) y época seca (mínima precipitación) y los resultados se presentan en los Cuadros 6 y 7 para localidades y ecotipos, respectivamente. Las localidades incluídas en los Llanos de Colombia fueron significativamente diferentes para gramíneas y leguminosas en términos de promedio de tasas de crecimiento de todas las entradas probadas (Cuadro 6). La superioridad de Stylosanthes capitata en términos de una amplia adaptabilidad al ecosistema de los Llanos de Colombia para los períodos lluvioso y seco es muy evidente (Cuadro 7). Este alto grado de adaptabilidad de S. capitata como grupo resalta particularmente cuando se considera el bajo nivel de fertilizante usado en la evaluación (22 kg de P + 41.50 kg K). Debe también enfatizarse que Desmodium ovalifolium sigue a Stylosanthes capitata en términos de tasas de crecimiento durante el período de máxima precipitación pero se comporta mejor que todas las leguminosas durante la estación seca. Entre las gramíneas

Cuadro 6. Tasa de crecimiento¹ media estacional de leguminosas y gramíneas por localidades (ERB + 1 ERB con tres niveles de fertilización) en los Llanos Orientales de Colombia.

Ensayos Regionales B	Tasa de crecimiento por estación	
	Lluviosa	Seca
	kg MS/ha/día	
<u>Leguminosas</u>		
Carimagua (nivel A) ²	25.4 b	4.3 ab
Carimagua (nivel B) ²	30.6 a	4.8 a
Carimagua (nivel C) ²	34.1 a	4.6 a
Finca "El Paraíso"	24.0 b	2.5 b
Finca "Guayabal"	20.7 b	1.7 b
Finca "El Viento"	12.7 c	2.7 b
<u>Gramíneas</u>		
Carimagua (nivel A) ²	26.3 ab	15.9 a
Carimagua (nivel B) ²	29.9 ab	15.0 a
Carimagua (nivel C) ²	41.4 a	19.6 a
Finca "El Paraíso"	28.4 ab	3.6 b
Finca "Guayabal"	10.4 b	3.0 b
Finca "El Viento"	18.7 b	4.5 b

¹ Promedio de tasas de crecimiento de cuatro períodos de rebrote (0-3, 3-6, 6-9 y 9-12 semanas).

² Niveles de fertilización: A = 11 de P + 20.75 de K; B = 22 de P + 41.50 de K = los demás ERB; y C = 33 de P + 62.25 de K.

Cuadro 7. Tasa de crecimiento¹ media de leguminosas y gramíneas probadas en cuatro Ensayos Regionales B en los Llanos Orientales de Colombia.

Introducciones	Tasa de crecimiento media/estación	
	Lluviosa	Seca
	kg MS/ha/día	
<u>Leguminosas</u> ²		
<u>S. capitata</u> 1019	26.45 cdef	2.78 d
<u>S. capitata</u> 1315	35.85 ab	4.64 bc
<u>S. capitata</u> 1318	37.25 abc	3.75 bcd
<u>S. capitata</u> 1342	33.95 abcd	4.37 bcd
<u>S. capitata</u> 1405	34.94 ab	3.02 cde
<u>S. capitata</u> 1693	39.22 a	4.32 bcd
<u>S. capitata</u> 1728	35.92 ab	4.10 bcd
<u>S. capitata</u> 1943	27.52 bcde	2.98 de
<u>S. capitata</u> 2013	33.70 abcd	3.71 bcd
<u>C. pubescens</u> 5053	2.91 h	1.38 e
<u>C. pubescens</u> 5126	7.95 gh	2.80 de
<u>C. macrocarpum</u> 5065	11.72 gh	2.85 de
<u>P. phaseoloides</u> 9900	19.32 efg	5.17 b
<u>D. ovalifolium</u> 350	25.12 def	7.70 a
<u>C. gyroides</u> 3001	18.10 efg	3.48 bcde
<u>A. histrix</u> 9690	13.78 gh	4.31 bcd
<u>Z. latifolia</u> 728	17.18 fg	2.72 de
<u>Z. latifolia</u> 9199	17.51 fg	2.74 de
<u>Zornia</u> sp. 9286	15.05 g	2.78 de
<u>Gramíneas</u> ²		
<u>B. decumbens</u>	25.9 a	9.6 a
<u>A. gayanus</u> 621	25.8 a	10.9 a

¹ Promedio de tasas de crecimiento de cuatro períodos de rebrote (0-3, 3-6, 6-9 y 9-12 semanas).

² ANOVA y Duncan calculados separadamente para gramíneas y leguminosas.

Brachiaria decumbens y Andropogon gayanus tienen comportamientos similares como lo indican las diferencias no significativas en tasas de crecimiento para ambos períodos.

El análisis del Índice Ambiental (IA) fue mucho más sensible con el promedio de rendimiento absoluto que con la tasa de crecimiento. Los promedios de rendimiento corresponden a la materia seca acumulada de 3, 6, 9 y 12 semanas de rebrote. Los Cuadros 8 y 9 muestran los parámetros de regresión lineal para materia seca producida vs. IA en las leguminosas que se prueban en los Ensayos Regionales B de los Llanos de Colombia durante las estaciones lluviosa y seca, respectivamente.

Cuadro 8. Rendimiento promedio en la estación lluviosa (intercepto) y grado de adaptabilidad (pendiente) de leguminosas y gramíneas en los Llanos Orientales de Colombia. Regresión lineal de producción de materia seca¹ vs. Índice Ambiental (IA)² con seis puntos.

Introducciones	Intercepto (kg MS/ha)	Pendiente	r
<u>Leguminosas</u>			
<u>S. capitata</u> 1019	1391.5**	1.63**	0.91
<u>S. capitata</u> 1315	1834.1**	1.48**	0.89
<u>S. capitata</u> 1342	1781.4**	1.83**	0.97
<u>S. capitata</u> 1943	1441.5**	0.97**	0.94
<u>S. capitata</u> 1405	1770.1**	2.45**	0.97
<u>S. capitata</u> 1728	1841.7**	1.37**	0.96
<u>S. capitata</u> 1693	2009.1**	1.79**	0.96
<u>S. capitata</u> 1318	1969.1**	2.08*	0.91
<u>S. capitata</u> 2013	1767.5**	0.50*	0.79
<u>Z. latifolia</u> 728	857.0**	0.47 NS	0.69
<u>Z. latifolia</u> 9286	787.2**	0.63 NS	0.79
<u>Z. latifolia</u> 9199	964.0**	0.97*	0.85
<u>C. gyroides</u> 3001	890.3**	0.54 NS	0.70
<u>D. ovalifolium</u> 350	1167.3*	1.11**	0.96
<u>C. macrocarpum</u> 5065	392.7*	0.56*	0.89
<u>C. pubescens</u> 5126	342.1**	0.39*	0.85
<u>C. pubescens</u> 5053	140.0*	0.07 NS	0.42
<u>P. phaseoloides</u> 9900	899.5**	0.93**	0.94
<u>A. histrix</u> 9690	713.4**	-0.41 NS	0.61
<u>Gramíneas</u>			
<u>A. gayanus</u> 621	1313.4**	0.61 NS	0.65
<u>B. decumbens</u> 606	1376.4**	0.69 NS	0.65

¹ Promedio de materia seca por localidad de los rendimientos a cuatro diferentes edades de rebrote (3, 6, 9 y 12 semanas).

² IA = Índice Ambiental, explicación en el texto.

* Significante (P = 0.05).

** Significante (P = 0.01).

NS = No significativa.

Como se mencionó anteriormente, Stylosanthes capitata como grupo fue superior a todas las otras leguminosas, según lo indicado por el intercepto, seguido por Desmodium ovalifolium 350. En general, un amplio rango relativo de pendientes es evidente no solamente con S. capitata sino también con todas las otras especies.

Cuadro 9. Promedio de rendimiento en la estación seca (intercepto) y grado de adaptabilidad (pendiente) de leguminosas y gramíneas en los Llanos Orientales de Colombia. Regresión lineal de producción de materia seca vs. Índice Ambiental (IA)² con seis puntos.

Introducciones	Intercepto (kg MS/ha)	Pendiente	r
<u>Leguminosas</u>			
<u>S. capitata</u> 1019	123.6**	0.88**	0.96
<u>S. capitata</u> 1315	232.2**	1.39**	0.98
<u>S. capitata</u> 1342	219.9**	1.90**	0.98
<u>S. capitata</u> 1943	138.5**	0.41 NS	0.74
<u>S. capitata</u> 1405	151.9**	0.71**	0.95
<u>S. capitata</u> 1728	212.7**	1.49**	0.96
<u>S. capitata</u> 1693	227.6**	1.43**	0.98
<u>S. capitata</u> 1318	199.9**	1.17**	0.98
<u>S. capitata</u> 2013	182.0**	0.57*	0.81
<u>Z. latifolia</u> 728	132.7**	0.33 NS	0.62
<u>Z. latifolia</u> 9286	137.8*	-0.08 NS	0.10
<u>Z. latifolia</u> 9199	101.8**	0.40*	0.78
<u>C. gyroides</u> 3001	133.5**	1.09*	0.96
<u>D. ovalifolium</u> 350	212.7**	2.64**	0.97
<u>C. macrocarpum</u> 5065	118.0**	1.19**	0.96
<u>C. pubescens</u> 5126	78.8**	0.78*	0.90
<u>C. pubescens</u> 5053	41.1*	0.34*	0.84
<u>P. phaseoloides</u> 9900	153.5**	1.49**	0.95
<u>A. histrix</u> 9690	214.8**	1.18*	0.88
<u>Gramíneas</u>			
<u>A. gayanus</u> 621	595.3**	1.55**	0.97
<u>B. decumbens</u> 606	504.0**	0.60**	0.97

¹ Promedio de materia seca por localidad de los rendimientos a cuatro diferentes edades de rebrote (3, 6, 9 y 12 semanas).

² IA = Índice Ambiental, explicación en el texto.

* Significante (P = 0.05).

** Significante (P = 0.01).

NS = No significante.

El mismo análisis estadístico fue aplicado a los datos obtenidos por la Red de Ensayos Regionales en el ecosistema de bosque tropical. Una comparación de localidades en términos de tasas de crecimiento para períodos de máxima y mínima precipitación (Cuadro 10) indica que el Napo y El Puyo en Ecuador, Quilichao en Colombia, El Recreo en Nicaragua, Guachi en Venezuela y Sacta en Bolivia, son los mejores sitios tanto

para gramíneas como leguminosas. Esto puede estar relacionado con una mejor fertilidad y condiciones de humedad de estas localidades. La tasa promedio de crecimiento estacional de algunas leguminosas y gramíneas probadas en los 11 Ensayos Regionales B en el ecosistema de bosque tropical se presentan en el Cuadro 10. La superioridad de Stylosanthes guianensis tipo común 136 y 184 como también Desmodium ovalifolium 350, durante los períodos de máxima y mínima precipitación son evidentes. En términos de las gramíneas, Brachiaria decumbens 606 y Andropogon gayanus 621 produjeron más que Panicum maximum en estos ecosistemas.

Cuadro 10. Tasa de crecimiento¹ media estacional de leguminosas y gramíneas por localidades (11 Ensayos Regionales B) en el ecosistema de bosques tropicales.

Ensayos Regionales B	Tasa de crecimiento período de:	
	Máxima ppt.	Mínima ppt.
	kg MS/ha/día	
<u>Gramíneas</u>		
"EL Napo", Ecuador		107.0 a
"El Puyo", Ecuador		76.0 a
"Quilichao", Colombia	100.7 a	82.2 a
"Caucasia", Colombia		25.4 b
"Puerto Asís", Colombia		10.5 b
"Pucallpa", Perú		13.3 b
"Yurimaguas", Perú	58.7 b	
"Tarapoto", Perú	21.0 c	
"El Recreo", Nicaragua	116.9 a	11.1 b
"Guachi", Venezuela	91.2 a	
"Valle del Sacta", Bolivia	93.0 a	
<u>Leguminosas</u>		
"El Napo", Ecuador		54.2 a
"El Puyo", Ecuador		45.4 a
"Quilichao", Colombia	20.8 c	24.5 b
"Caucasia", Colombia		14.1 bc
"Puerto Asís", Colombia		18.9 bc
"Pucallpa", Perú		9.9 c
"Yurimaguas", Perú	38.6 b	
"Tarapoto", Perú	17.9 c	
"El Recreo", Nicaragua	20.3 c	9.1 c
"Guachi", Venezuela	57.9 a	
"Valle del Sacta", Bolivia	29.8 bc	

¹ Promedios de tasas de crecimiento de cuatro períodos de rebrote (0-3, 3-6, 6-9 y 9-12 semanas).

Cuadro 11. Tasa media de crecimiento¹ de algunas leguminosas y gramíneas probadas en 11 Ensayos Regionales B en el ecosistema de bosques tropicales.

Introducciones	Tasa media de crecimiento	
	Máxima ppt.	Mínima ppt.
	kg MS/ha/día	
<u>Leguminosas*</u>		
<u>S. capitata</u> 1405	28.4 b	23.6 bcd
<u>S. guianensis</u> 136	50.5 a	29.1 abc
<u>S. guianensis</u> 184	47.5 a	37.9 a
<u>D. heterophyllum</u> 349	16.9 b	12.5 d
<u>D. ovalifolium</u> 350	34.1 ab	30.6 ab
<u>C. pubescens</u> 438	18.4 b	16.6 cd
<u>P. phaseoloides</u> 9900	25.4 b	21.9 bcd
<u>Gramíneas*</u>		
<u>P. maximum</u>	68.3 b	-
<u>B. decumbens</u>	73.8 ab	59.8 a
<u>A. gayanus</u> 621	91.4 a	48.6 a

¹ Tasa media de crecimiento de cuatro períodos de rebrote (0-3, 3-6, 6-9 y 9-12 semanas).

*ANOVA y Duncan para leguminosas y gramíneas separadamente.

En el caso de los análisis multilocativos hechos para los Llanos Orientales de Colombia la interacción de la localidad por ecotipo se analiza como la regresión entre el promedio de rendimiento de materia seca por estación de cada ecotipo vs. el IA. Los resultados de este análisis (Cuadro 12) para las 11 localidades del ecosistema de bosque húmedo tropical muestran que Stylosanthes guianensis 136 y 184, y Desmodium ovalifolium 350 son las leguminosas con mayor productividad para los períodos de máxima precipitación. En términos de cambios en comportamiento con cambios en la calidad del ambiente en cada localidad, Desmodium ovalifolium mostró la pendiente menos pronunciada aunque no significativa. En contraste, Stylosanthes guianensis 136 mostró la pendiente mayor, probablemente debido a diferencias entre localidades en la resistencia a antracnosis. Durante los períodos de mínima precipitación, la pendiente de Stylosanthes guianensis 136 se reduce en magnitud, pero aumenta en el caso de Desmodium ovalifolium 350. Esto puede ser el resultado de un efecto reducido de antracnosis en algunas de las localidades en el caso de S. guianensis 136 y la diferente capacidad de almacenamiento de agua de los suelos y la duración del período seco en las diferentes localidades en el caso de Desmodium ovalifolium 350.

Cuadro 12. Rendimiento medio estacional (intercepto) y grado de adaptabilidad (pendiente) de algunas leguminosas y gramíneas en 11 localidades en el ecosistema de bosques tropicales. Regresión lineal de producción de materia seca¹ vs. Índice Ambiental (IA)².

Introducciones	Maxima ppt.			Minima ppt.		
	Intercepto (kg MS/ha)	Pendiente	r	Intercepto (kg MS/ha)	Pendiente	r
<u>Leguminosas</u>						
<u>S. capitata</u> 1405	1336.1*	1.02 NS	0.75	1015.3**	1.32**	0.99
<u>S. guianensis</u> 136	1980.7**	2.62*	0.91	1523.2**	1.45**	0.94
<u>S. guianensis</u> 184	2001.8**	1.17 NS	0.77	-	-	-
<u>D. heterophyllum</u> 349	1046.9*	0.45 NS	0.59	649.3**	0.71**	0.91
<u>D. ovalifolium</u> 350	1961.5**	0.64 NS	0.70	1598.9**	1.12**	0.93
<u>C. pubescens</u> 438	938.8**	0.53 NS	0.77	866.3**	0.26 NS	0.72
<u>P. phaseoloides</u> 9900	1186.9*	0.46 NS	0.59	1127.8**	0.57*	0.85
<u>Gramíneas</u>						
<u>P. maximum</u> 604	2809.2**	1.30*	0.93	1317.0*	0.62*	0.98
<u>B. decumbens</u> 606	2557.5*	-0.01 NS	0.05	2602.4**	1.35**	0.98
<u>A. gayanus</u> 621	3929.5*	-0.02 NS	0.08	2896.9**	0.98*	0.91

¹ Promedio de materia seca por localidad de los rendimientos a cuatro edades de rebrote (3, 6, 9 y 12 semanas).

² IA = Índice Ambiental, explicación en el texto.

* Significante (P = 0.05).

** Significante (P = 0.01).

NS = No significante.

Andropogon gayanus es el pasto más productivo durante los períodos de mínima y máxima precipitación y muestra el más amplio rango de adaptabilidad como lo indica una pendiente no significativa durante los períodos de máxima precipitación y, como Brachiaria decumbens, una curva moderada en magnitud durante los períodos de mínima precipitación.

La técnica del IA para analizar los datos a través de localidades es un instrumento muy útil para ver el comportamiento del germoplasma en las diferentes localidades. Sin embargo, se reconoce que la metodología para el análisis de interacción entre localidades y entradas debe tener como base la información física y biológica de cada localidad. En otras palabras, el análisis debe separar los efectos del tiempo, suelos, plagas y enfermedades para explicar el comportamiento del germoplasma bajo prueba. En consonancia, la Red Internacional de Pastos Tropicales, además del comportamiento de las entradas por estación y localidad, está registrando los análisis químicos del suelo, parámetros climatológicos de la estación meteorológica más cercana, y comportamientos con relación a plagas y enfermedades durante el ensayo.

La información recopilada a través de los Ensayos Regionales A y B es muy valiosa no solamente para conocer la adaptabilidad de los materiales en los diferentes ecosistemas, sino también para sentar bases sólidas de extrapolación e intercambio de información con las instituciones participantes en la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

Investigación Agronómica de Apoyo

Varios factores y características de las pasturas determinan su productividad y persistencia bajo pastoreo. Entre ellas, la productividad estacional que se está midiendo en los Ensayos Regionales B a través de la Red Internacional de Pastos Tropicales. Las especies de gramíneas y leguminosas seleccionadas que se están probando en estos Ensayos Regionales se están evaluando simultáneamente en la estación de Quilichao para estudiar su patrón de crecimiento y cambios en la calidad del forraje durante los períodos de balance hídrico positivo y negativo. Se hacen dos ensayos, uno para gramíneas y otro para leguminosas. Esta sección informa sobre las curvas de crecimiento en dos períodos diferentes de balance hídrico extremo. La sección de Calidad de Pasturas y Nutrición presenta datos del mismo ensayo sobre análisis de calidad y aceptación relativa de estos materiales por los animales en pastoreo. Las curvas de crecimiento de nueve gramíneas se presentan en la Figura 2. La escala de la abscisa X usada para el período seco es cuatro veces más grande que la escala de la ordenada Y usada para el período lluvioso. Las tasas de crecimiento de las cinco especies de Brachiaria están representadas en la parte inferior de la Figura 2. Debe notarse que Brachiaria decumbens 606 es la única Brachiaria que se comporta de manera similar al Andropogon gayanus 621 y Panicum maximum 604 en términos de tolerancia a sequía y respuesta a las primeras lluvias.

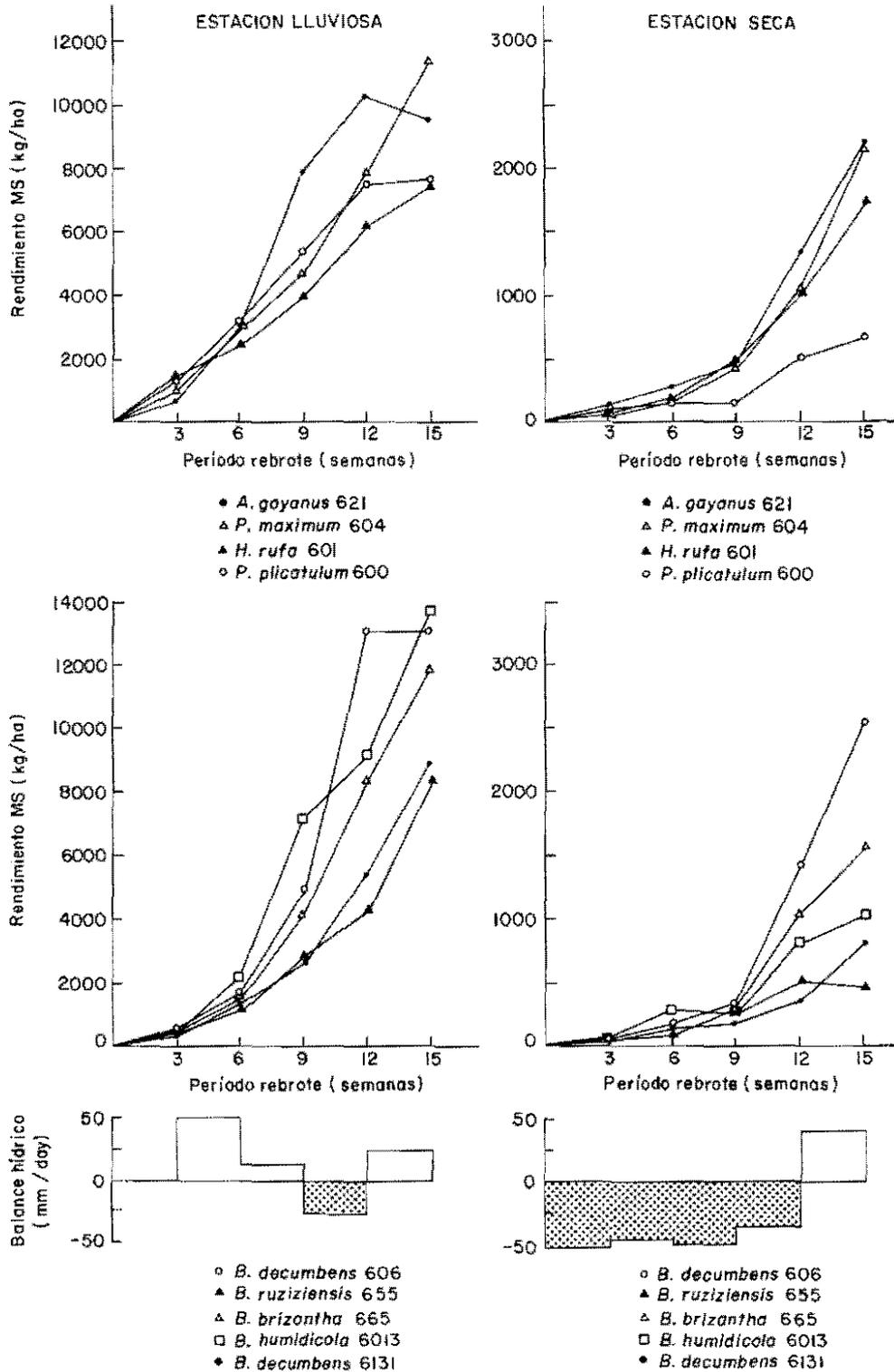


Figura 2. Curvas de crecimiento de nueve gramíneas afectado por dos períodos diferentes de balance hídrico (lluvioso y seco). Nótese que la escala X es cuatro veces más grande en las curvas para el período más seco.

La Figura 3 muestra las curvas de crecimiento de 12 leguminosas en dos períodos diferentes de balance hídrico. Durante la estación lluviosa Desmodium ovalifolium 350 (parte inferior de la Figura 3) tuvo una tasa de crecimiento lineal. Sin embargo, durante el período seco no creció y respondió sólo moderadamente a las primeras lluvias.

Observando el género Stylosanthes (centro de la Figura 3), Stylosanthes guianensis 184 y Stylosanthes hamata 147 tuvieron tasas de crecimiento similares durante los períodos lluviosos y durante los períodos negativos de balance hídrico, con una reacción fuerte a las primeras lluvias. Stylosanthes capitata 1315 tuvo la tasa de crecimiento más baja durante el período lluvioso y fue la única especie de Stylosanthes que no creció durante períodos de balance hídrico negativo, pero reaccionó fuertemente a las primeras lluvias.

Con el fin de estudiar el potencial de compatibilidad de gramíneas y leguminosas en mezclas, se hicieron dos ensayos regionales, uno para probar nueve leguminosas asociadas con dos gramíneas en monocultivo; y el otro para probar seis gramíneas asociadas con dos leguminosas, en monocultivo sin y con fertilización nitrogenada.

Las Figuras 4 y 5 muestran el rendimiento relativo de materia seca de los componentes de cada parcela para las asociaciones de las seis gramíneas con Desmodium ovalifolium 350 y Stylosanthes capitata 1315 en diferentes proporciones en la mezcla. Específicamente, Brachiaria brizantha y Brachiaria decumbens 606 se comportaron lo mismo con las dos leguminosas. En contraste, Brachiaria humidicola 6013 permitió la presencia de Desmodium ovalifolium a través de los cortes, pero mostró una clara tendencia a eliminar a Stylosanthes capitata a su tiempo. Parece que Brachiaria humidicola es una gramínea que requiere tiempo para mostrar su agresividad en todo su potencial, como se indica por la alta proporción de leguminosas en los primeros cortes.

En el caso de gramíneas erectas (Andropogon gayanus 621, Hyparrhenia rufa 601 y Panicum maximum 604) las proporciones de Stylosanthes capitata en la asociación fueron similares. Sin embargo, cuando la leguminosa asociada fue Desmodium ovalifolium, Hyparrhenia rufa mostró ser la gramínea más débil, como lo indica la gran proporción de Desmodium ovalifolium en los ocho cortes.

Para complementar la información de la competencia relativa entre gramíneas y leguminosas, se llevaron a cabo estudios de raíces por medio de muestreos de interfaz entre líneas de gramíneas y leguminosas en cada parcela. Este es un intento de estudiar la interacción de la raíz por medio de la ocupación y utilización del suelo. En resumen, el Cuadro 13 muestra los valores para ocho cortes de un Índice de Eficiencia de Raíces (IER) calculado al dividir la materia seca de raíces presente en los 40 cm superiores de suelo por la producción de materia seca de la parte aérea. Este índice se interpreta como un indicador de la cantidad necesaria de raíces para que la planta produzca cierta cantidad de materia seca aérea y, en consecuencia, es un importante indicador de la agresividad o de la habilidad de la planta para ocupar y usar el suelo. En este contexto, Brachiaria humidicola 6013 es la gramínea con el más

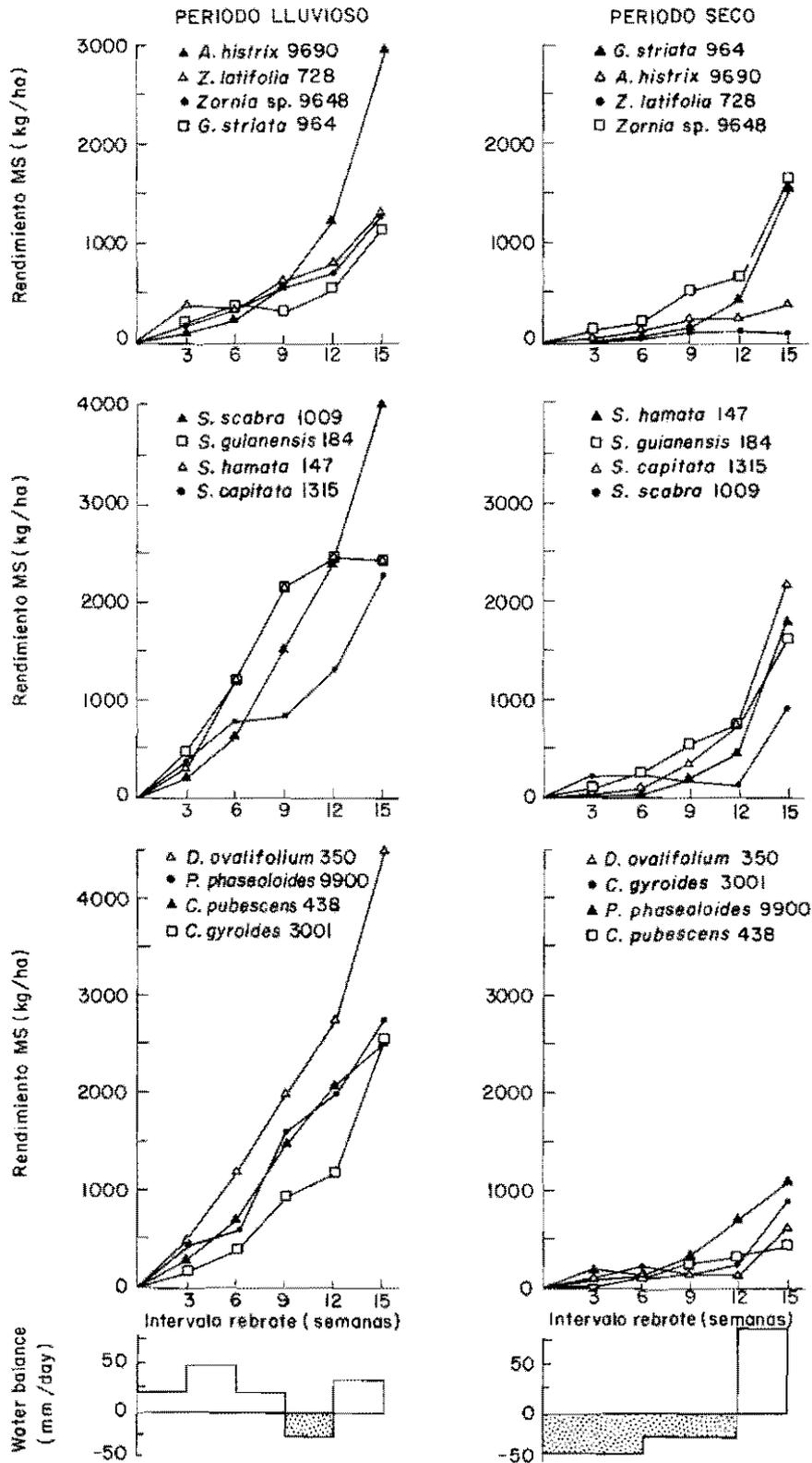


Figura 3. Curvas de crecimiento de 12 leguminosas afectado por dos períodos diferentes de balance hídrico (el más lluvioso y seco).

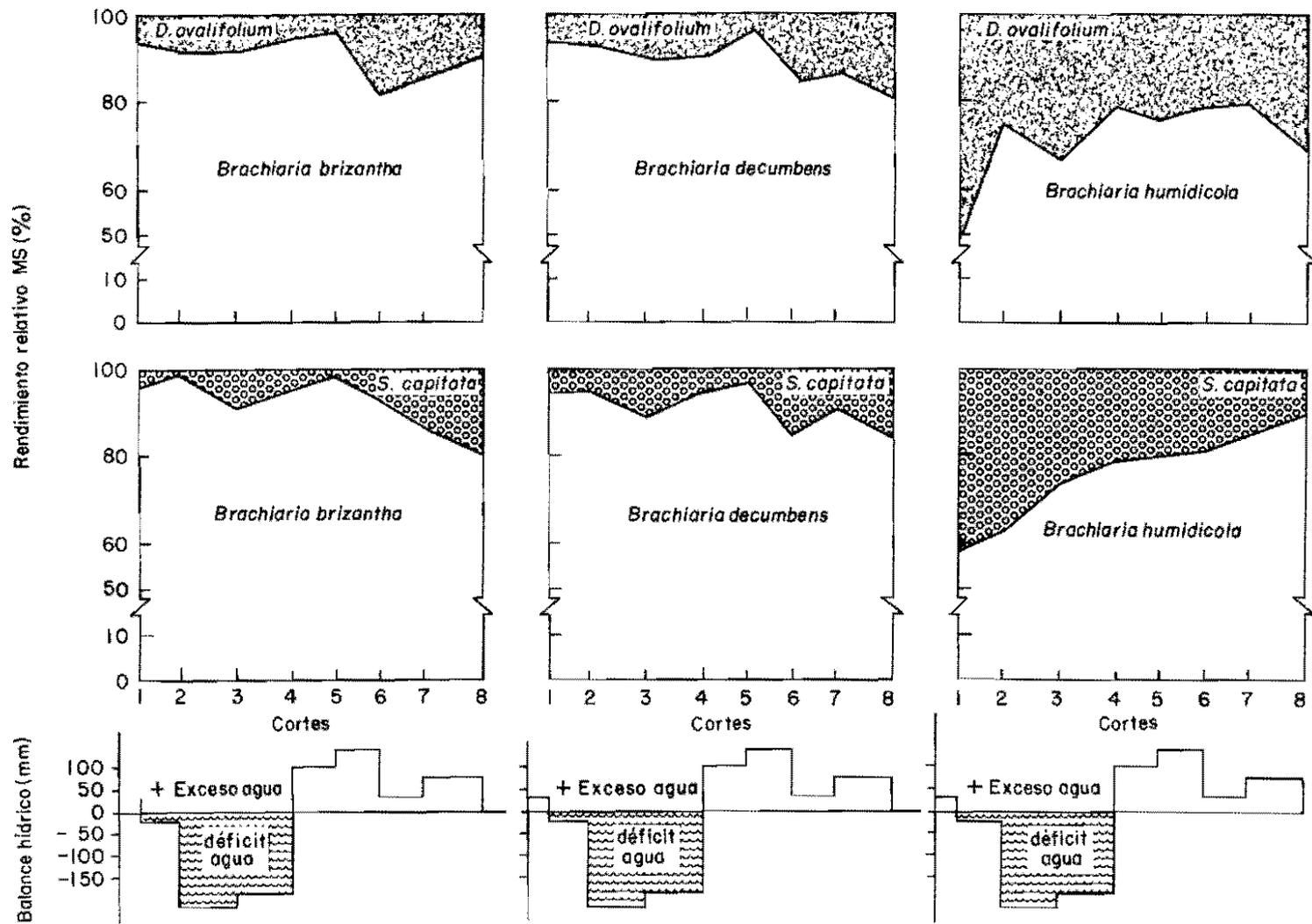


Figura 4. Producción relativa de MS de especies de gramíneas postradas y leguminosas acompañantes.

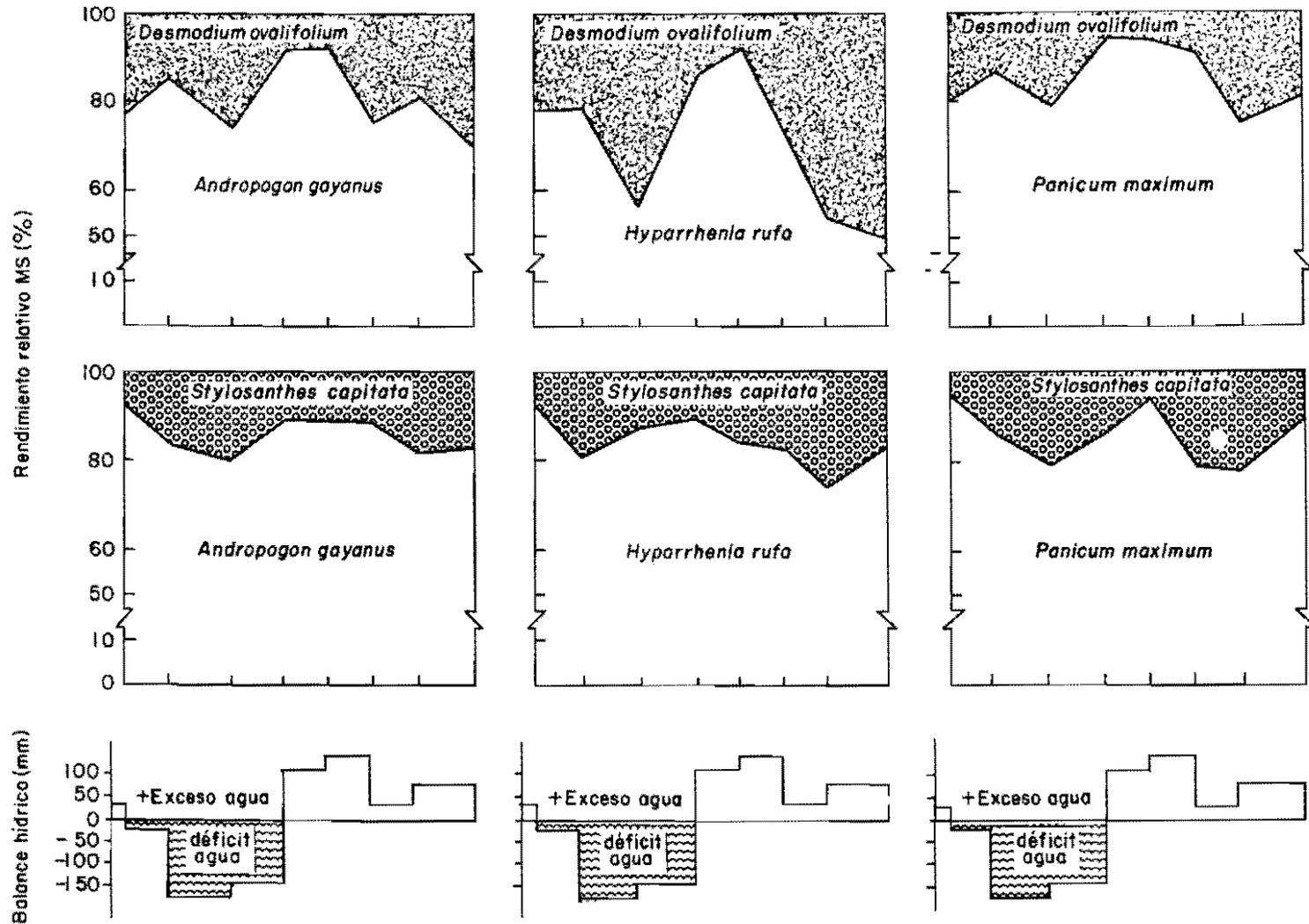


Figura 5. Producción relativa de materia seca de gramíneas de macolla y leguminosas acompañantes.

Cuadro 13. Índice de eficiencia de raíces (IER) de seis gramíneas asociadas con Desmodium ovalifolium 350, Stylosanthes capitata 1315 o en monocultivo sin y con fertilización (100 kg de N/ha), para ocho cortes (15 meses después de la siembra).

Tratamientos	<u>Andropogon</u> <u>gayanus</u>	<u>Hyparrhenia</u> <u>rufa</u>	<u>Panicum</u> <u>maximum</u>	<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	<u>Brachiaria</u> <u>humidicola</u>	Promedio
	IER = (kg raíz MS/kg parte aérea MS)						
<u>Desmodium ovalifolium</u>	1.23	1.40	2.47	2.46	2.55	6.27	2.73
<u>Stylosanthes capitata</u>	1.26	1.44	2.56	3.12	3.22	8.60	3.36
Gramínea + nitrógeno	1.28	0.99	2.37	3.47	2.77	7.60	3.08
Gramíneas sin nitrógeno	1.53	1.30	3.16	3.12	2.89	7.67	3.28
Promedio	1.32	1.28	2.64	3.04	2.85	7.53	

alto IER, o en otras palabras, con la habilidad para localizar más raíces en el suelo comparada con otras gramíneas. Una comparación de los promedios entre las gramíneas para los diferentes tratamientos de competencia con las leguminosas indica pequeñas diferencias, posiblemente con la excepción de Desmodium ovalifolium con el menor IER (2,73).

Con el objeto de evaluar la contribución de nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas, en cada corte se hicieron análisis químicos de los componentes de la mezcla en las diferentes parcelas. El Cuadro 14 muestra los rendimientos estacionales de nitrógeno de seis gramíneas cuando se asociaron con Desmodium ovalifolium 350, Stylosanthes capitata 1315 y en monocultivo con y sin fertilización nitrogenada (100 kg/ha).

Un Índice de Compatibilidad Relativa (ICR) fue calculado para indicar el grado de beneficio o reducción del rendimiento de cada especie en asociación vs. la productividad de la misma especie en monocultivo. El ICR fue calculado dividiendo el rendimiento de materia seca de la especie asociada por el rendimiento de materia seca de la especie en monocultivo. En el caso de las gramíneas, se usaron dos controles con y sin fertilización nitrogenada. En consecuencia, se calculan dos ICR para cada gramínea en competencia con dos leguminosas. Un ICR de 1 representa una situación de equilibrio en donde cada especie no es afectada por la especie compañera. Un ICR superior al 1 indica que la especie se beneficia por la especie compañera en la asociación, mientras que un ICR inferior a 1 indica que la especie es afectada negativamente por la especie asociada. En general, la productividad de las gramíneas fue, en la mayoría de los casos, favorecida por la asociación con leguminosas (Figura 6). Las dos situaciones extremas fueron Hyparrhenia rufa 601 (la gramínea menos agresiva) y Brachiaria decumbens 606 que siempre obtuvo beneficio de la leguminosa asociada. Andropogon gayanus 621 parece, en la mayoría de los casos, beneficiarse con la leguminosa acompañante, excepto en el caso de Desmodium ovalifolium. En la Figura 6 la diferencia entre los dos ICR está calculada usando los dos niveles de nitrógeno del monocultivo, mientras que el denominador muestra el rango de beneficio debido a la contribución del nitrógeno. La diferencia de un ICR=1 explica la habilidad competitiva reducida de las leguminosas asociadas.

Los mismo cálculos de ICR han sido hechos con los datos registrados de los experimentos en los cuales nueve leguminosas están asociadas con Andropogon gayanus 621 y Brachiaria decumbens 606. La Figura 7 muestra los cambios en tiempo del ICR para las nueve leguminosas bajo la influencia de la especie asociada. Es claro en esta figura que todas las leguminosas tienen una gran tendencia a ser negativamente afectadas por la gramínea asociada ($ICR > 1$). Esta es una importante diferencia con las gramíneas que normalmente se benefician con la leguminosa asociada.

Desmodium ovalifolium 350 es la leguminosa con el más alto ICR a través del período de evaluación o, en otras palabras, es la leguminosa más agresiva en el estudio. Esta leguminosa también muestra la mayor diferencia en ICR entre dos gramíneas acompañantes porque fue afectada

Cuadro 14. Rendimientos estacionales de nitrógeno (kg N/ha) de seis gramíneas asociadas con *Desmodium ovalifolium* 350, *Stylosanthes capitata* 1315 o en monocultivo sin y con fertilización de 100 kg de N/ha.

Tratamiento de competencia	Gramíneas						Promedio
	<u>P. maximum</u> 604	<u>A. gayanus</u> 621	<u>H. rufa</u> 601	<u>B. decumbens</u> 606	<u>B. brizantha</u> 665	<u>B. humidicola</u> 6013	
	kg N/ha						
<u>Estación lluviosa</u>							
<u>D. ovalifolium</u>	23.4	34.0	20.4	28.6	27.0	21.4	25.8a
<u>S. capitata</u>	26.6	30.6	41.7	27.4	23.1	20.8	28.4a
Gramínea + N	29.8	31.9	30.1	26.5	22.1	30.3	28.5a
Gramínea	13.1	19.2	17.3	14.3	12.8	15.6	15.4b
Promedio	23.2b	22.0b	29.0	27.4a	24.2 ^b _a	21.3b	
<u>Estación seca</u>							
<u>D. ovalifolium</u>	12.1	10.2	15.2	8.4	16.2	15.9	13.0a
<u>S. capitata</u>	15.0	7.3	13.1	11.8	17.2	16.1	13.4a
Gramínea + N	12.3	7.5	12.1	12.1	10.0	13.4	11.2b
Gramínea	7.7	5.5	9.6	7.6	10.4	7.5	8.1c
Promedio	11.8 ^b _a	7.6c	12.5 ^b _a	10.1 ^c _b	13.4a	13.2 ^b _a	

levemente por Andropogon gayanus en comparación con Brachiaria decumbens, en cuyo caso alcanzó un nivel más o menos estable después del cuarto corte.

La información obtenida en este ensayo de corte debe ser interpretada con cuidado, dado que su función solamente es la de indicar la agresividad potencial o compatibilidad entre gramíneas y leguminosas, eliminando otros factores tales como el pisoteo, el pastoreo preferencial y la longevidad de las especies que afectan fuertemente la compatibilidad y productividad de una mezcla bajo pastoreo.

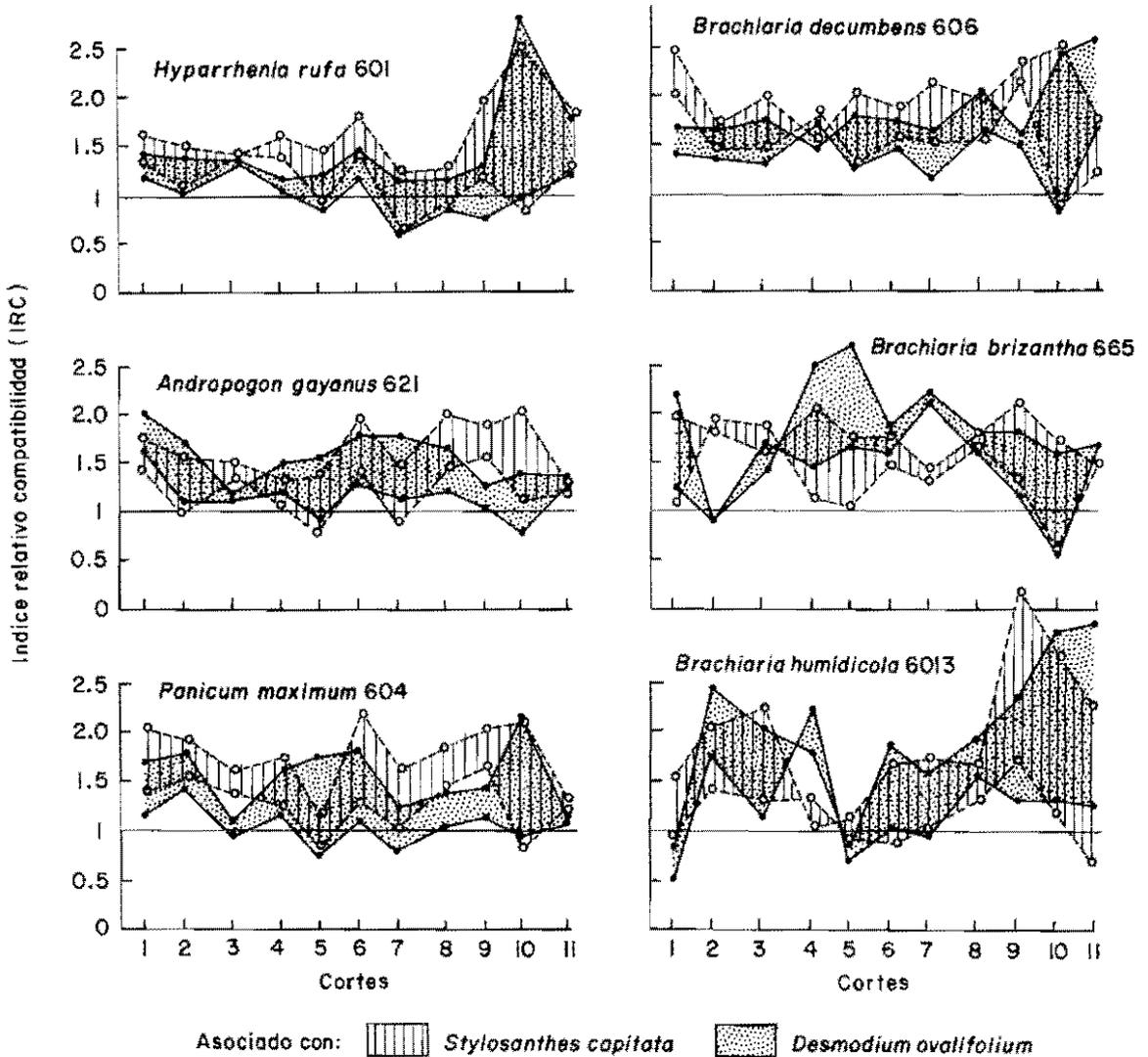


Figura 6. Cambios en tiempo del Índice de Compatibilidad Relativa (ICR) de seis gramíneas asociadas con Desmodium ovalifolium 350 y Stylosanthes capitata 1315 en Quilichao.

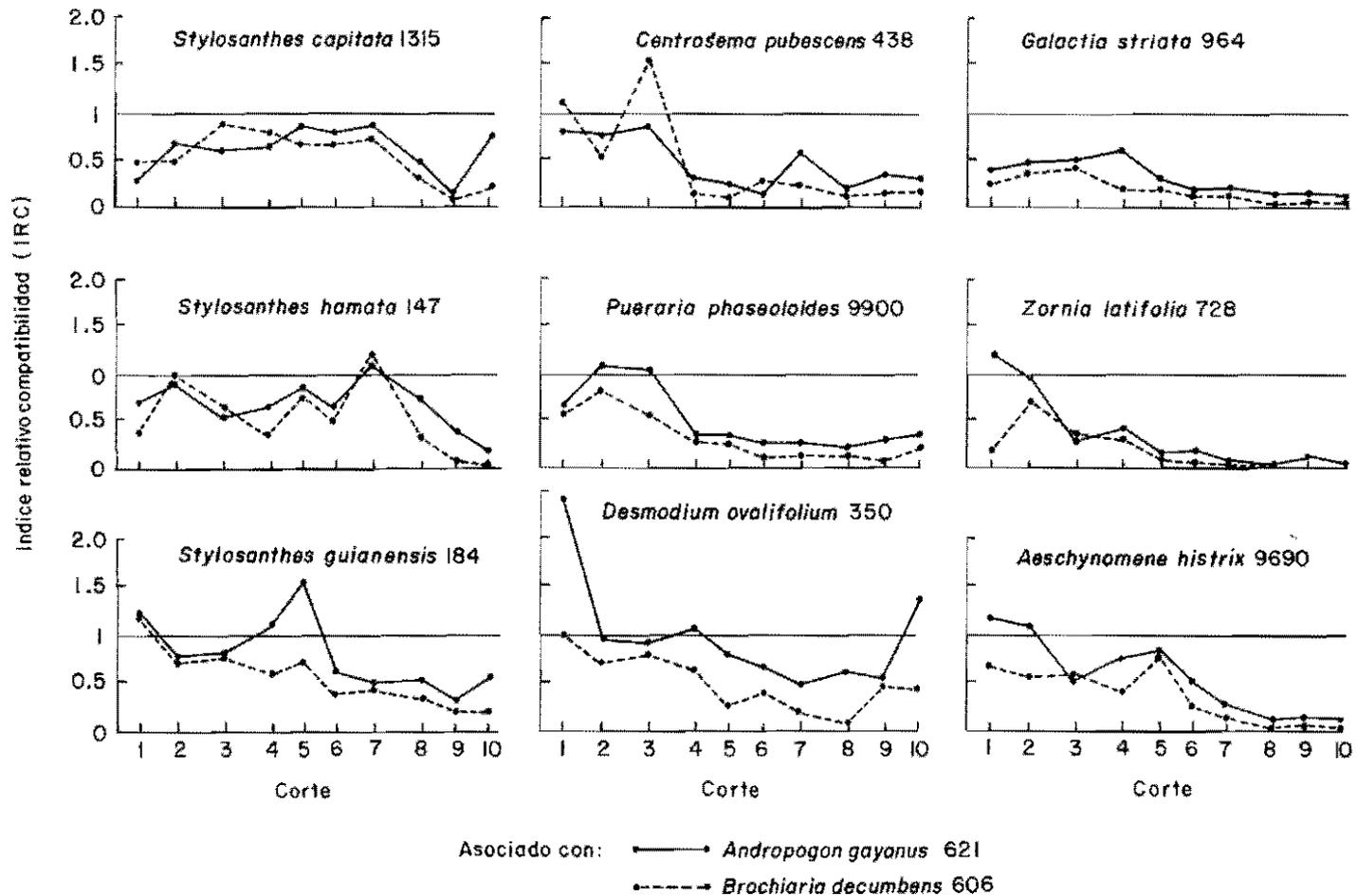


Figura 7. Cambios en tiempo del Índice de Compatibilidad Relativa (ICR) de nueve leguminosas asociadas con Brachiaria decumbens 606 y Andropogon gayanus 621 en Quilichao.

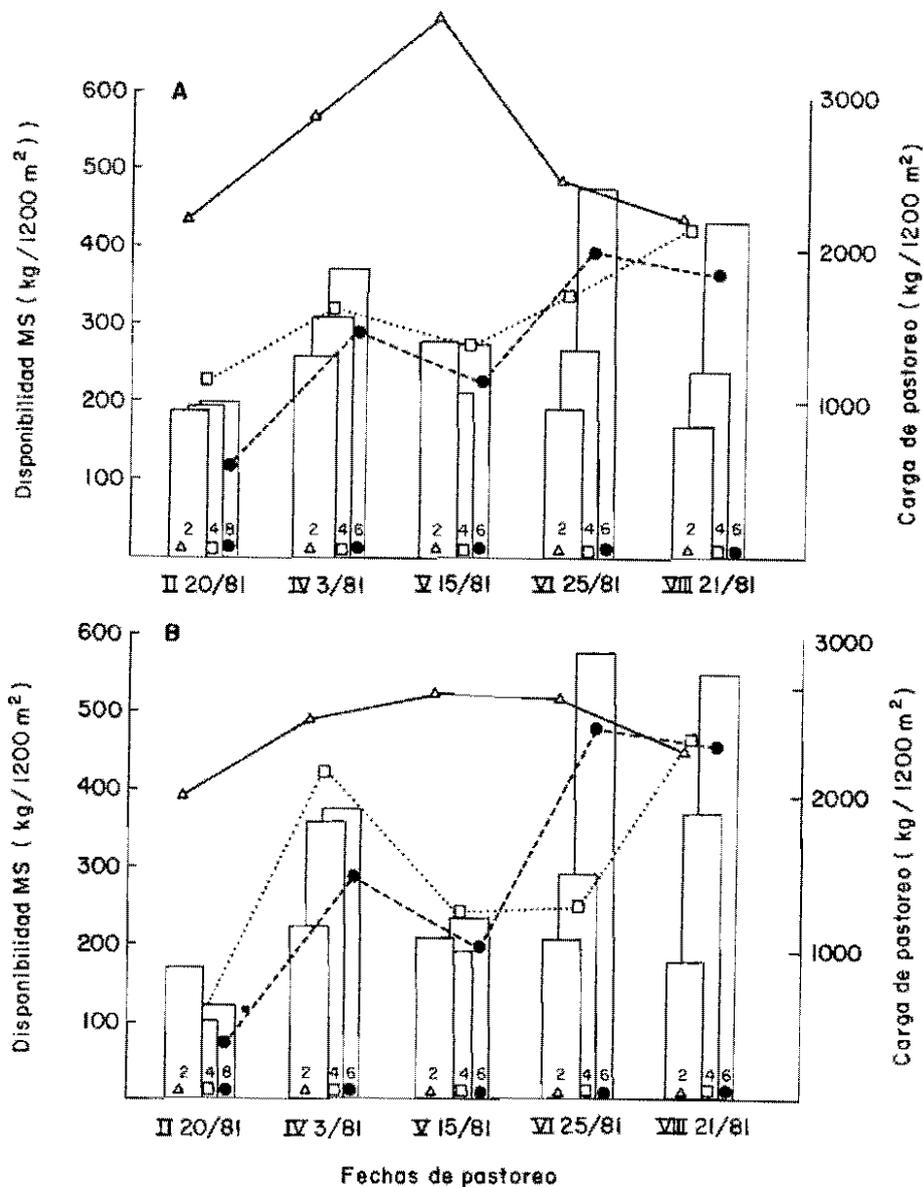
Estudios Metodológicos

Actualmente la sección está ensayando alternativas metodológicas y técnicas de muestreo que pudieran ser usadas en los Ensayos Regionales C y que introducen animales en las evaluaciones.

Un prototipo de Ensayo Regional C que intenta evaluar el efecto de tres presiones de pastoreo en cinco mezclas de gramíneas con leguminosas (Andropogon gayanus 621 y Panicum maximum 604 asociados con Centrosema pubescens 438 y Stylosanthes capitata 1405; y Brachiaria decumbens 606 asociado con Desmodium ovalifolium 350) completó seis meses bajo pastoreo. Este ensayo simula un pastoreo rotacional con un período de permanencia de 3 a 4 días seguido por seis semanas (época lluviosa) u ocho semanas (época seca) de descanso. La Figura 8 muestra los cambios en disponibilidad de materia seca en dos mezclas de Centrosema pubescens con Andropogon gayanus y Panicum maximum. Como consecuencia de los tratamientos con tres presiones de pastoreo (2, 4 y 6 kg de MS disponible por 100 kg de peso vivo), la composición botánica de la pradera cambió con el tiempo. Partiendo de disponibilidades similares de materia seca, después de los primeros seis meses de pastoreo la materia seca ofrecida ha cambiado drásticamente como se observa en la última evaluación de agosto.

Las medidas de los componentes botánicos en la mezcla se hacen durante el período de pastoreo para seguir los cambios en el tiempo de la composición botánica de las diferentes mezclas bajo diferentes presiones de pastoreo. En este punto, es prematuro formarse una imagen definida del efecto de los tratamientos en la composición botánica. Sin embargo, esta información podría resultar muy valiosa después de uno o más años para conseguir la información sobre el rango de productividad (capacidad de carga) y persistencia de las mezclas bajo diferentes regímenes de defoliación. Obviamente, este tipo de información para unas pocas asociaciones seleccionadas permitirá al investigador de la Red a cargo de esta clase de ensayo, escoger, para los Ensayos Regionales D, no solamente la mejor pradera en mezcla en términos de productividad total sino tener el más amplio rango de tolerancia a sub o sobrepastoreo.

En el diseño para un Ensayo Regional D, hay básicamente dos opciones: 1) usar un patrón fijo de presiones de pastoreo, y 2) usar capacidades de carga fijas. La elección de una de estas dos técnicas para evaluar la productividad de praderas en términos de ganancia animal no debe ser, en forma alguna, una decisión dogmática. Las ventajas y desventajas de uno y otro de los métodos se relacionan con la productividad potencial de los ecosistemas (fertilidad del suelo, duración de la estación seca, nivel de capacidad de carga de las especies nativas, etc.) y el sistema de producción animal prevalente (intensidad de manejo, tasa de carga requerida, otras fuentes de alimento, tipo de animal, etc.). Las metodologías deben ser aplicadas en cada caso para responder a un ecosistema y a un sistema de producción específicos.



A *Andropogon gayanus* 621 + *Centrosema pubescens* 438

B *Panicum maximum* 604 + *Centrosema pubescens* 438

Figura 8. Cambios en disponibilidad de materia seca (gramínea-leguminosa) en dos mezclas bajo tres presiones diferentes de pastoreo (2, 4 y 6 kg MS/100 kg peso vivo) aplicadas rotacionalmente.

Para estudiar una de las dos alternativas se usó un antiguo ensayo. Este incluyó tres praderas: 1) *Andropogon gayanus* 621 + *Panicum maximum* 604 + *Hyparrhenia rufa* 601 + *Brachiaria decumbens* 606 en bloques, con cinco repeticiones en el mismo potrero; 2) *Andropogon gayanus* 621 + cinco ecotipos de *Centrosema pubescens* sembrados en mezclas separadas

también con cinco repeticiones dentro del mismo potrero; 3) las cuatro gramíneas indicadas arriba en mezcla con Stylosanthes guianensis, Centrosema pubescens, Pueraria phaseoloides y Galactia striata. A comienzos de diciembre de 1980, se agregó a este ensayo un lote puro de Andropogon gayanus. Estas cuatro praderas son pastoreadas usando el sistema de "put and take" o un manejo de presión de pastoreo constante, ajustando la tasa de carga a la disponibilidad de forraje más un estimativo de las tasas de crecimiento obtenidas con áreas encerradas.

Los cambios en la composición botánica de uno de los cuatro potreros (Andropogon gayanus 621 + Centrosema pubescens) se muestra en la Figura 9. Desde comienzos de 1980 la proporción de gramínea y leguminosa ha sido estable en términos de materia seca verde variando entre 15 y 20% de leguminosa disponible. Estos resultados muestran un alto grado de compatibilidad de las dos especies cuando se manejaron en forma apropiada. La Figura 10 muestra las ganancias acumuladas por cabeza y por hectárea en las cuatro praderas. Las ganancias por cabeza han aumentado linealmente en todos los potreros tal como se esperaba, con pequeñas inflexiones entre julio y septiembre de 1980, cuando ocurrió un período de sequía largo y drástico. Los efectos de esta sequía se muestran más claramente en términos de ganancia animal por hectárea donde quiera que se redujo drásticamente el número de animales por potrero durante ese período. Los promedios de ganancia animal están alrededor de 550 g/an/día y 1700 g/ha/día.

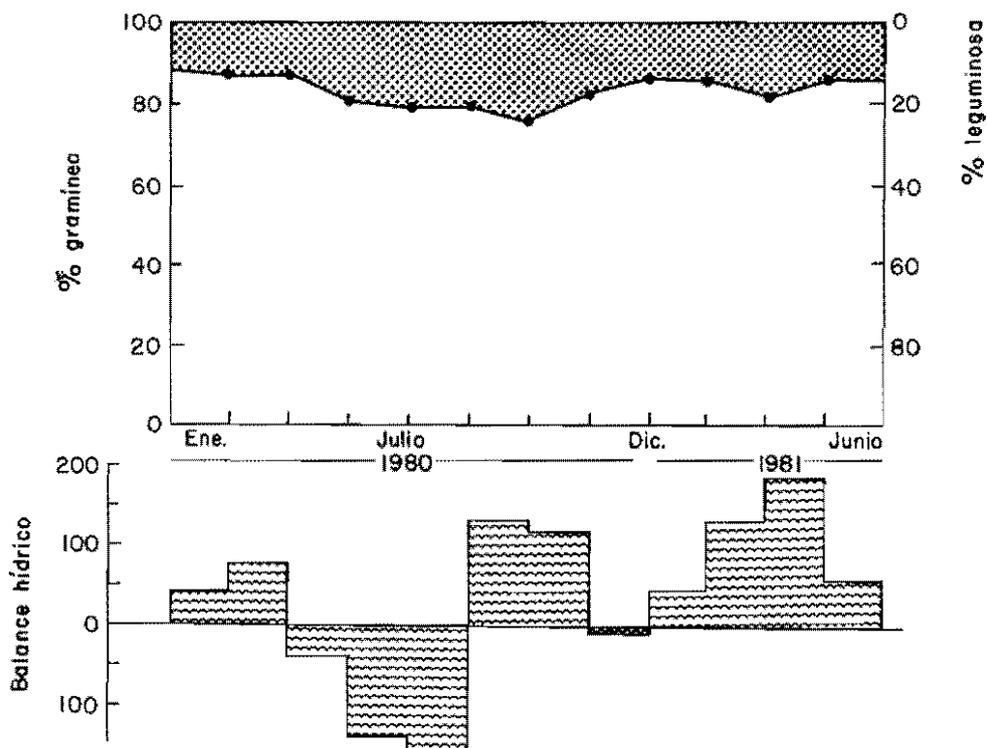
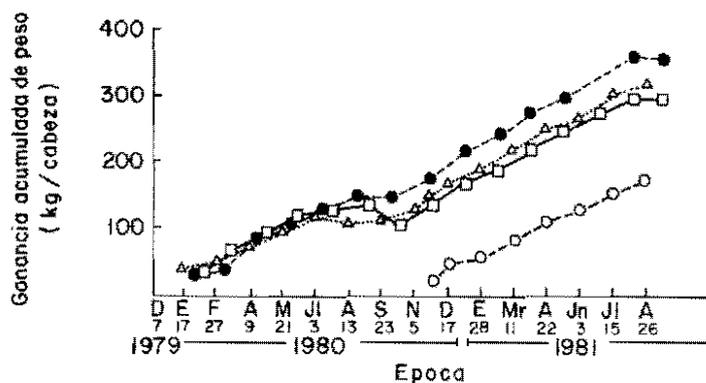
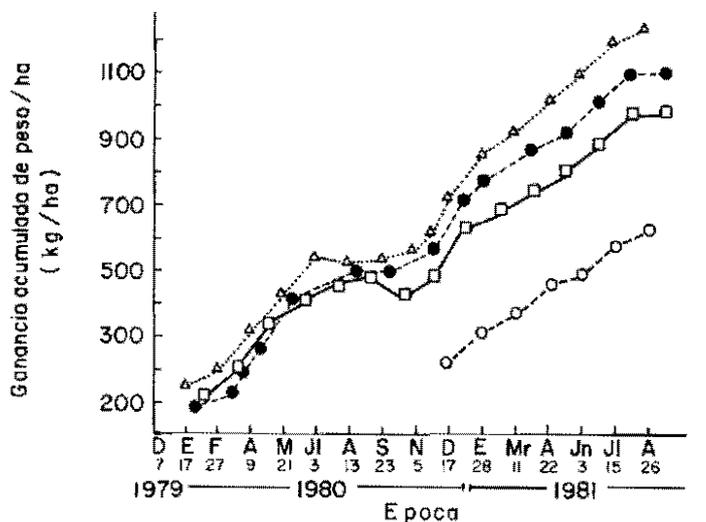


Figura 9. Cambios en composición botánica de potreros de Andropogon gayanus + Centrosema pubescens basados en la materia seca verde ofrecida.



- 4 gramíneas¹
- △ *A. gayanus* 621 + *C. pubescens*²
- 4 gramíneas¹ + coctel de leguminosas
- *A. gayanus*

¹ *A. gayanus* 621; *P. maximum* 604; *H. rufa* 601; y *B. decumbens* 606 en bloques de cada uno en el potrero.

² *C. pubescens* 438; 442; 455 y 456 sembrados en cinco repeticiones en mezcla con *A. gayanus* 621.

³ Mezcla de leguminosas: *S. guianensis*, *C. pubescens*, *P. phaseoloides* y *G. striata*.

⁴ Ganancias/cabeza = promedio de ganancias de peso de testigos.

⁵ Ganancias/ha = (ganancias/cabeza) (número de animales en pastoreo)

Figura 10. Ganancias acumuladas por cabeza⁴ y por hectárea⁵.

Un aspecto importante de este ensayo es tomar medidas en los potreros que se puedan usar para predecir el comportamiento animal. Un primer análisis de los datos muestra algunos resultados interesantes. La relación entre ganancias de animal por hectárea y por cabeza con producción total de materia seca ofrecida (TMSO) para los potreros de

Andropogon gayanus 621 con las cinco especies de Centrosema pubescens se presenta en la Figura 11. El TMSO, usualmente medida en ensayos de pastoreo no tiene relación con la ganancia animal y muestra aún menos ganancia de peso con más materia seca ofrecida. Cuando "la materia verde seca ofrecida presente" (MVSOP) se correlaciona con ganancia animal (Figura 12), la situación mejora drásticamente como lo indica el r, y la relación llega a ser lógica. Esta MVSOP se obtiene descartando el material muerto de las muestras tomadas en la pradera. Más aún, cuando el promedio diario de rebrote se agrega a la MVSOP o "materia verde seca ofrecida verdadera" (MVSOV), la variación en ganancias de peso animal se explica mejor (Figura 13).

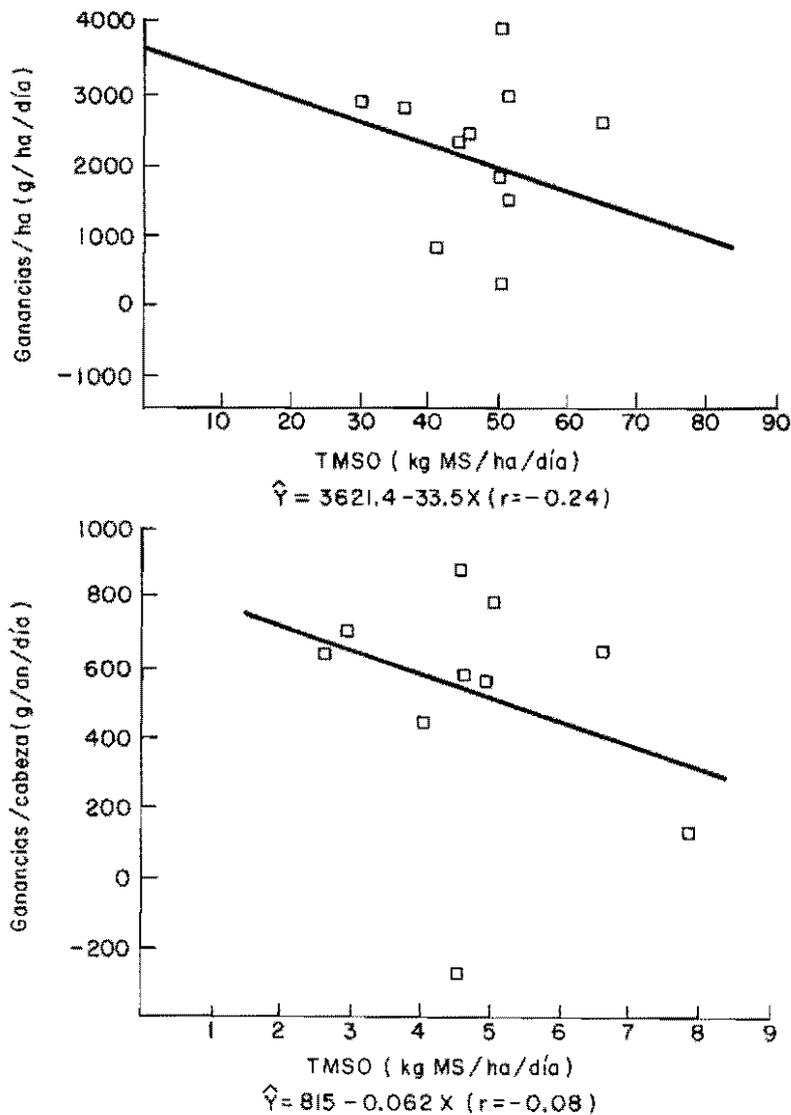


Figura 11. Relación entre ganancia animal por hectárea y por cabeza con el total de la materia seca ofrecida en un potrero de Andropogon gayanus 621 + Centrosema pubescens pastoreado continuamente.

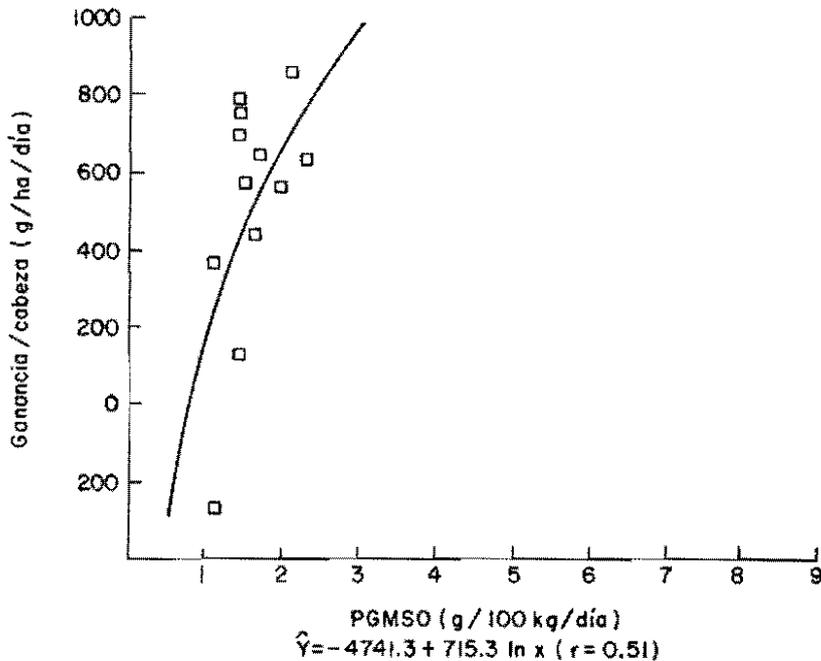
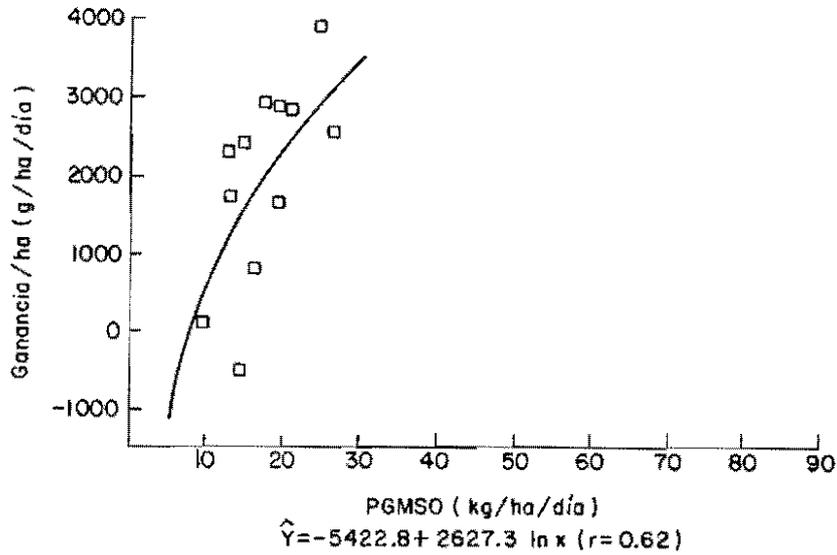


Figura 12. Relación entre ganancia animal por hectárea y por cabeza con la materia seca verde presente ofrecida en un potrero de Andropogon gayanus 621 + Centrosema pubescens pastoreado continuamente.

Se están haciendo otras separaciones botánicas así como análisis químicos de los materiales resultantes. Se espera tener suficiente información en el futuro para poder seleccionar aquellas medidas en las praderas que provean valores altamente representativos de comportamiento animal, los cuales puedan ser utilizados por los participantes en la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

En conclusión, es importante mencionar que una de las más críticas limitaciones de la investigación en evaluación de pasturas en América tropical es la falta de metodología confiable y compatible con los recursos de las instituciones nacionales, la productividad potencial de los diferentes ecosistemas y los recursos de alimentación de los sistemas de producción prevalentes. Es pues importante para el Programa de Pastos Tropicales enfatizar la investigación en el campo de la metodología.

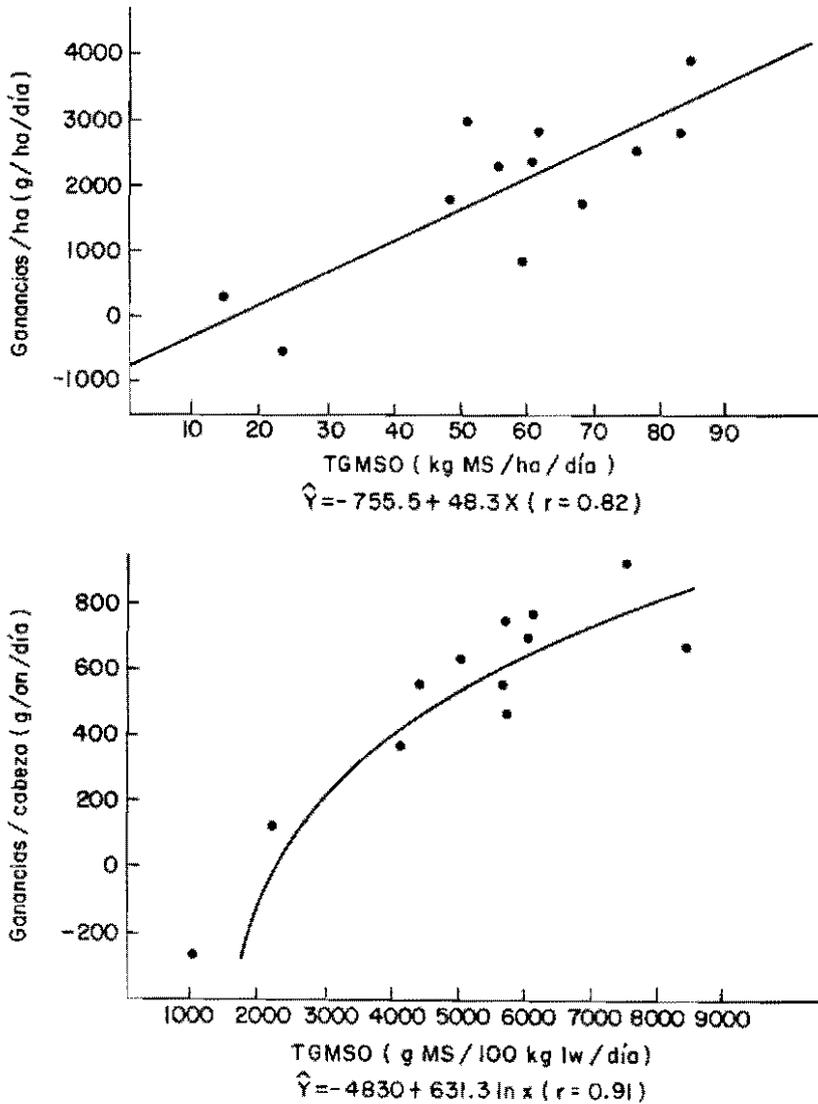


Figura 13. Relación entre ganancia de peso por hectárea y por cabeza con MS verde real ofrecida (MS presente ofrecida + rebrote) en un potrero de Andropogon gayanus 62l + Centrosema pubescens pastoreado continuamente.

Fitopatología

Introducción

Los principales objetivos de la sección de Fitopatología continuaron iguales a los del año anterior:

- a) Seleccionar todo el germoplasma nuevo por resistencia a enfermedades en los principales sitios de evaluación;
- b) detectar, identificar y estudiar enfermedades del germoplasma forrajero en evaluación;
- c) evaluar y desarrollar medidas de control de enfermedades perjudiciales en especies forrajeras promisorias.

La evaluación de germoplasma continúa como la actividad más importante en Carimagua y Quilichao, Colombia, y CPAC, cerca a Brasilia, Brasil. Además, se reunió nueva información sobre la distribución de las enfermedades, y se continuaron los estudios sobre antracnosis y añublo de Stylosanthes spp., mancha foliar por Rhynchosporium en Andropogon gayanus, control biológico del salivazo con el hongo Metarhizium, en estrecha colaboración con Entomología, y sobre patología de semillas. Se iniciaron estudios de varias enfermedades bacteriales y añublo foliar por Rhizoctonia en Centrosema brasilianum. Se detectaron nuevas enfermedades.

Reconocimiento de Enfermedades

Las siguientes adiciones se hicieron al cuadro de distribución de enfermedades forrajeras con respecto al ecosistema (Cuadro 1).

1. Mancha negra (Polythrincium sp.) que afecta algunos Aeschynomene sp. rastreros. Se detectó solamente en Carimagua.
2. Marchitez bacterial (Corynebacterium flaccumfaciens) que afecta a Zornia 7847 y Zornia brasiliensis; se encontró en Quilichao y Carimagua.
3. Mancha foliar por Alternaria, otra enfermedad de Centrosema spp., se detectó en Carimagua y en ensayos regionales en los Llanos.

Durante tres años de reconocimiento de enfermedades, se han detectado 25 en el ecosistema de sabanas tropicales isohipertérmicas, 18 en el ecosistema de sabana isotérmica, 11 en el ecosistema de bosque tropical estacional semi-siempreverde y 24 en el ecosistema de bosque tropical húmedo (Cuadro 1). En este Cuadro no se incluye el rango de géneros de los hospedantes. Algunas enfermedades, como antracnosis, afectan 10 o más géneros.

Cuadro 1. Distribución de enfermedades de forrajes en diferentes ecosistemas. Resumen.

Enfermedades en forrajes		Ecosistemas						
		9*	1	4	1	9		11
		Savana Tropical Isohipertérmica ("Llanos")	Savana Tropical Isohipertérmica ("Llanos) Carimagua, Colombia	Savana Tropical Isotérmica ("Cerrado")	Savana Tropical Isotérmica ("Cerrado") Brasilia, Brasil	Bosques Estacionales Tropicales Semi-siempreverdes	Sub-Montaña Tropical, Bosque Estacional, Quilichao	Bosque Lluvioso Tropical
Gramíneas	1. Antracnosis	+	+	+	+	+	+	+
Leguminosas	2. Mancha Foliar por Cercospora (A)	+	+	+	+	+	+	+
	3. Mancha Foliar por Cercospora (B)	+	+	+	+	+	+	+
	4. Nematodo del Nudo de la Raíz			+				
	5. Añublo	+	+	+				+
	6. Costra por Sphaeceloma	+	+	+	+	+		+
	7. Carbón - <u>Ustilago</u>		+	+	+		+	+
	8. Carbón - <u>Urocystis</u>			+	+			+
	9. Mancha Foliar por <u>Camptomeris</u>		+					+
	10. Roya - <u>Uromyces</u>	+		+	+	+	+	+
	11. Roya - <u>Puccinia</u>					+	+	+
	12. Falsa Roya					+	+	+
	13. <u>Rhizoctonia solani</u>	+	+	+	+	+	+	+
	14. Mancha Foliar por <u>Rhynchosporium</u>	+	+	+	+		+	+
	15. Mancha Foliar por <u>Drechslera</u>	+	+	+	+		+	+
	16. Hoja Pequeña o Filodio	+	+	+	+		+	+
	17. Cornezuelo		+					+
	18. Añublo de Inflorescencias por <u>Giberella</u>			+		+		+
	19. Añublo de Inflorescencias por <u>Botrytis</u>			+				+
	20. Moho Negro			+	+			+
	21. Moho Polvoso	+	+		+			+
	22. Moho Limoso						+	+
	23. Añublo Bacterial	+	+				+	+
	24. Añublo Bacterial de la Vaina						+	+
	25. Chancro por <u>Botryosphaeria</u>		+					+
	26. <u>Macrophomina phaseolina</u>		+					+
	27. Punta Loca	+	+					+
	28. Añublo de Inflorescencias por <u>Cerebella</u>	+	+			+		+
	29. Vírosis	+	+	+	+	+	+	+
	30. Añublo de Inflorescencias por <u>Rhizopus</u>	+	+		+		+	+
	31. Mancha Negra		+					+
	32. Marchitez Bacterial		+				+	
	33. Mancha Foliar por <u>Alternaria</u>	+	+					

* Sólo en un sitio.

** Número de sitios muestreados.

Enfermedades de Stylosanthes spp.

Antracnosis

La selección en el campo continuó como la principal actividad. El germoplasma nuevo y antiguo se evaluó con intervalos de 4 a 6 semanas en Carimagua y Quilichao y una vez en CPAC, Brasil. Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluación de enfermedades, antracnosis, en CPAC, Carimagua y Quilichao. 1979-1981.

Localidad	Evaluación ¹				Total accesiones
	R	MR	MS	S	
<u>Stylosanthes capitata</u>					
CPAC-LVE ²	6.3 ³	11.8	35.4	46.5	119
Carimagua	83.3	10.6	6.1	0	132
<u>Stylosanthes guianensis</u>					
"common"					
CPAC-LVE	0	4.8	64.6	30.6	62
Carimagua ⁴	1.6	6.8	20.4	71.2	545
<u>Stylosanthes guianensis</u>					
"tardío" ⁵					
CPAC-LVE ⁶	15.7	19.3	25.3	39.7	51
CPAC-LVA ⁶	25.3	18.4	24.1	32.2	55
Quilichao	77.9	16.8	5.3	0	131
Carimagua	27.3	33.3	27.2	12.1	33
<u>Stylosanthes macrocephala</u> ⁷					
CPAC-LVE	92.6	7.4	0	0	41
Carimagua	87.1	12.9	0	0	31
<u>Stylosanthes leiocarpa</u> ⁸					
Carimagua	0	15.3	61.5	23.1	13
Quilichao	23.3	36.7	20.0	20.0	30
<u>Stylosanthes scabra</u> ⁹					
CPAC	1.5	24.5	46.4	24.6	102
<u>Stylosanthes viscosa</u> ¹⁰	72.6	17.9	5.1	4.4	117

¹ R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente susceptible; S = susceptible.

² LVE = sitio con suelo latosol rojo oscuro.

³ Porcentaje de accesiones.

⁴ Evaluación hasta septiembre 1981.

^{5 7 8 9} Evaluación en 1980-1981.

⁶ LVA = suelo latosol amarillo-rojizo.

¹⁰ Evaluación en 1981.

- a) Stylosanthes capitata. Como en los tres años anteriores, casi todas las accesiones fueron susceptibles en CPAC, Brasil y resistentes en Carimagua.
- b) Stylosanthes guianensis "común". Aunque menos accesiones se han evaluado en CPAC, Brasil, parece que las condiciones ambientales de Carimagua favorecen la presencia de antracnosis más que las condiciones ambientales de CPAC.
- c) Stylosanthes guianensis "tardío". Se han realizado pocas evaluaciones en CPAC, Brasil, y Carimagua. Sin embargo, estos dos sitios tienen mayor presión por antracnosis que Quilichao. La colección total se debe evaluar el próximo año en ambos sitios.

Se realizó una comparación de la reacción a antracnosis entre accesiones de Stylosanthes guianensis "tardío" en Quilichao, Carimagua y CPAC. La similitud entre CPAC y Carimagua fue considerablemente mayor que entre Quilichao y estos dos sitios, lo cual acentúa la importancia de seleccionar toda la colección en los principales sitios de evaluación. Es interesante anotar que en CPAC y Carimagua los "tardíos" de Venezuela son más susceptibles a antracnosis que los "tardíos" de Brasil. En Quilichao, la recuperación de S. guianensis "tardío" con antracnosis ocurrió en la época seca.

- d) S. macrocephala. En los sitios principales de selección permaneció resistente a antracnosis. El ensayo CIAT-EPAMIG en Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, permaneció libre de antracnosis. Esta especie debe tenerse en cuenta para colecciones y estudios futuros.
- e) S. leiocarpa. En Carimagua la mayoría de las accesiones fueron susceptibles a antracnosis.
- f) S. scabra. En CPAC muchas accesiones fueron susceptibles a antracnosis; además, las plantas han estado afectadas por otro problema descrito tentativamente como un complejo insecto-virus, el cual probablemente aumentó su susceptibilidad a la antracnosis. Esto se estudiará en Brasil.
- g) S. viscosa. Las plantaciones en Quilichao tuvieron bajos niveles de antracnosis en 1981.

Estudios específicos de selección

Estudios sobre antracnosis de S. guianensis en la selva de Pucallpa, Perú. Durante los diez años anteriores, los cultivares de S. guianensis Cook, Endeavour, Schofield y CIAT 136 y 184 han permanecido con bajos niveles de antracnosis en Pucallpa, Perú, y por varios años en Bahía, Brasil y Leticia, Colombia, con las mismas condiciones ambientales. Al mismo tiempo, esos ecotipos son severamente afectados por antracnosis en los ecosistemas de sabanas. Se iniciaron estudios para investigar los bajos niveles por antracnosis con S. guianensis en Pucallpa, Perú.

Varias hipótesis fueron planteadas: 1) Menos aislamientos patogénicos en las condiciones ambientales de Pucallpa; 2) escasez de

inóculo en las condiciones ambientales de bosque; 3) reducida diseminación del inóculo; 4) condiciones ambientales favorables; 5) agentes de control biológico.

La primera hipótesis fue probada en estudios de inoculación de plántulas en el invernadero con aislamientos de C. gloeosporioides de Stylosanthes spp. recolectados en Pucallpa, Perú, Colombia y Brasil. Los aislamientos de S. guianensis CIAT 17 y 184 de Pucallpa fueron tan patogénicos a S. guianensis como los aislamientos de CIAT 136 y 13 en Colombia.

Al mismo tiempo se encontró que cuatro aislamientos de S. guianensis "común" (CIAT 13, 17 y 184) fueron patogénicos a S. guianensis "tardío" 1283. Previamente se había encontrado que aislamientos del tipo "común" no atacan los "tardíos". También se encontró por primera vez que aislamientos de S. capitata afectaron a S. guianensis (Cuadro 3). Otras hipótesis se están probando particularmente en Pucallpa para determinar si los agentes de control biológico de C. gloeosporioides existen en las hojas y tallos de S. guianensis.

Estudios sobre S. guianensis en Colombia. Durante los dos últimos años, 545 accesiones de S. guianensis "común" (todas las accesiones de las cuales hubo semilla disponible) se han evaluado en Carimagua (Cuadro 2). Casi todas ellas fueron susceptibles a antracnosis y murieron en la primera estación húmeda. Una accesión moderadamente resistente, CIAT 1875 de Panamá, está actualmente bajo evaluación más amplia.

Se recolectaron aislamientos de todas las accesiones con antracnosis en Carimagua. Los estudios sobre variación patogénica se están desarrollando y los aislamientos se están agrupando de acuerdo a sus reacciones. Hasta la fecha, muchos aislamientos no son patogénicos. De los patogénicos, ocho grupos han sido identificados (Cuadro 4). Un grupo afectó todas las accesiones de S. guianensis común probadas, otros afectaron algunas accesiones, mientras el grupo 8 afectó a S. guianensis común y S. guianensis tardío. La colección de aislamientos y su evaluación continúa.

Estudios de selección con S. capitata. La evaluación de plántulas de toda la colección de S. capitata de las cuales hubo semilla disponible se completó con aislamientos de S. capitata CIAT 1019, 1405, y 1315 de CPAC. Los aislamientos de CIAT 1019 y 1405 fueron más patogénicos que los de 1315 (Cuadro 5). Es probable que las diferencias en reacción entre los aislamientos se deban a diferencias entre cepas, y no a variación patogénica o a razas diferentes. Todas las accesiones de Venezuela fueron resistentes a todos los aislamientos. Actualmente se está analizando la variación patogénica. Además, se están realizando estudios con aislamientos de S. capitata recolectados en Minas Gerais. Los resultados muestran que generalmente estos aislamientos son menos patogénicos que los de CPAC.

Cuadro 3. Reacción de 10 accesiones de Stylosanthes spp. a ocho aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides de Brasil, Colombia y Perú.

Stylosanthes spp. CIAT No.	Especies	Reacción a antracnosis							
		1019 ¹ B ²	2310 C	1097 P	136 C	17 P	13 C	184 P	184 C
147	<u>S. hamata</u>	++	-	+	-	-	-	-	-
1283	<u>S. guianensis</u>	+	+	-	+	+	+	+	++
136	<u>S. guianensis</u>	+	+	+++	+++	+++	+++	++	+++
184	<u>S. guianensis</u>	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++
1019	<u>S. capitata</u>	++	-	-	-	-	-	-	-
1405	<u>S. capitata</u>	++	-	-	-	-	-	-	-
1315	<u>S. capitata</u>	++	-	-	-	-	-	-	-
1078	<u>S. capitata</u>	+	-	-	-	-	-	-	-
1074	<u>S. viscosa</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
1047	<u>S. scabra</u>	+	-	-	-	-	-	-	-

¹ Números de accesión CIAT.

² B = Brasil, C = Colombia, P = Perú.

Cuadro 4. Reacciones de aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides de Stylosanthes guianensis, Carimagua, en plántulas de Stylosanthes spp.

<u>Stylosanthes</u> spp.	Reacciones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>S. capitata</u> 1019									
<u>S. capitata</u> 1405									
<u>S. capitata</u> 1315									
<u>S. guianensis</u> 136	+	+		+	+	+			
<u>S. guianensis</u> 184	+			+		+	+	+	
<u>S. guianensis</u> 77	+	+	+	+		+			
<u>S. guianensis</u> 1003	+					+	+	+	
<u>S. scabra</u> 1047									
<u>S. viscosa</u> 1074 A									
<u>S. hamata</u> 147						+			
<u>S. macrocephala</u> 1281									
<u>S. guianensis</u> T 1283								+	
No. aislamientos	15	1	2	2	1	3	2	2	40

Cuadro 5. Reacción de plántulas de Stylosanthes capitata a aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides de S. capitata en CPAC.

Aislamiento	Reacción	
	Resistente (%)	Susceptible (%)
1019 I ¹	40 (40) ²	60
1019 II	25 (64)	75
1315	59 (27)	41
1405 I	34 (47)	66
1405 II	37 (43)	63

¹ Los números romanos indican diferentes aislamientos del mismo hospedante.

² 16 accesiones de S. capitata de Venezuela.

Hasta la fecha, los estudios sobre variación patogénica entre aislamientos de C. gloeosporioides de Stylosanthes spp. han reconocido siete grupos:

- Grupo 1 - Stylosanthes guianensis "común"
- Grupo 2 - S. guianensis "tardío"
- Grupo 3 - S. guianensis "común" y "tardío"
- Grupo 4 - S. capitata y S. scabra
- Grupo 5 - S. capitata y S. hamata
- Grupo 6 - Accesiones de S. capitata con floración tardía
- Grupo 7 - S. capitata y S. guianensis "común".

Los grupos 1, 2, 3 y 6 se han encontrado en Colombia, mientras que los grupos 4, 5, y 7 se encontraron solamente en Brasil. Los grupos 1 y 2 están presentes en ambos países. Los grupos 1 y 6 parecen estar relacionados estrechamente.

Estos estudios están demostrando que C. gloeosporioides es un patógeno extremadamente variable y se necesitará un trabajo considerable para clasificar complementamente su variación.

Evaluación de Ensayos Regionales

La primera evaluación en ensayos regionales de S. capitata se realizó en El Tigre, Venezuela en agosto. Esta incluyó 86 accesiones de S. capitata, entre ellas 14 de Venezuela. La primera evaluación se efectuará en octubre. El segundo ensayo se sembrará en Acaua, al norte de Minas Gerais, en noviembre. Este comprende 100 accesiones de S. capitata, de las cuales 24 son de Minas Gerais, 29 de Bahía, 13 de Venezuela y las demás de varios sitios en Brasil. Varias de las accesiones de Minas Gerais se recolectaron en el sitio del ensayo. El tercer ensayo está planeado en Bahía en colaboración con EMBRAPA; sin embargo, se considerarán otras alternativas en Maranhao y Pernambuco.

Estudios de resistencia en plantas hospedantes

Se continuaron los estudios sobre las características físicas y químicas de accesiones de S. guianensis susceptibles y resistentes a antracnosis.

Estudios físicos

Los estudios realizados el año pasado mostraron que la remoción de los tricomas y de su secreción en S. guianensis "tardío" 1283 no tuvieron efecto en la reacción de esta leguminosa a aislamientos ligeramente patogénicos de C. gloeosporioides. Se planeó trabajar con aislamientos de mayor patogenicidad.

Pruebas recientes con aislamientos patogénicos muestran que las plántulas de varias accesiones de S. guianensis "tardío" fueron susceptibles a la antracnosis, mientras que las plantas adultas fueron resistentes. Los tricomas podrían formar una barrera física a la penetración de C. gloeosporioides.

El efecto de la edad sobre la densidad de los tricomas se evaluó en tallos de S. guianensis "común" CIAT 136 y S. guianensis "tardío" CIAT 1283 (Figura 1). La densidad de los tricomas alcanzó un máximo de 160

tricomas/cm en CIAT 136 a las 17 semanas de edad. En CIAT 1283, sin embargo, la densidad de los tricomas se incrementó rápidamente cuando las plantas alcanzaron las 18-19 semanas de edad. Se continuaron las lecturas en plantas adultas y se planearon trabajos para estudiar la densidad de los tricomas en accesiones susceptibles y resistentes de S. guianensis "tardío".

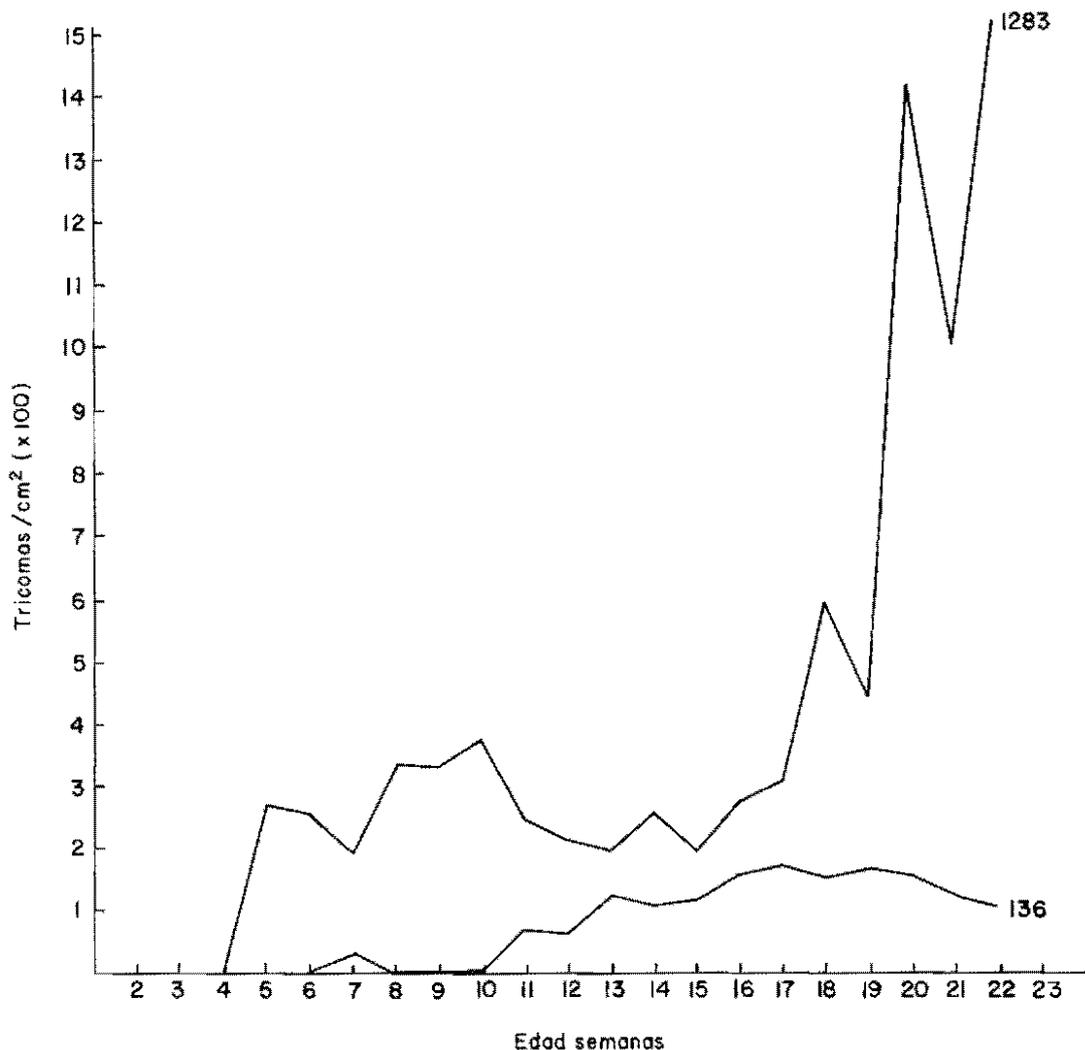


Figura 1. Cambios en el tiempo en la densidad de tricomas en tallos de S. guianensis CIAT 136 y CIAT 1283.

Determinación de fenoles en Stylosanthes guianensis. En el pasado, se observaron plantas con varios fenoles tóxicos a hongos. Estos incluyen taninos, polifenoles y glucósidos. Las plantas que poseen fenoles han mostrado resistencia a hongos patogénicos. En particular, se ha demostrado que en muchas frutas tropicales el fenómeno de infección latente de antracnosis causada por Colletotrichum spp. se debe

a niveles altos de componentes fenólicos en frutas inmaduras los cuales previenen el desarrollo de la antracnosis. Cuando la fruta madura, los niveles de taninos decrecen marcadamente y ocurre la pudrición por antracnosis. También se ha encontrado que las cebollas resistentes a la pudrición por Colletotrichum dematium poseen compuestos fenólicos en su epidermis. Análisis preliminares de dos S. guianensis "tardíos" mostraron glucósidos y dihidro-monofenoles, ambos miembros del grupo fenólico.

Se inició un proyecto en colaboración con la sección de Nutrición Animal para determinar fenoles en S. guianensis por el método Folin-Dennis con el fin de establecer la correlación entre la presencia de fenoles y la resistencia a antracnosis.

Se tomaron muestras pequeñas de plantas adultas de S. guianensis "tardío" en parcelas en el campo e invernadero al mismo tiempo, y se determinó el porcentaje de ácido tánico. Los resultados se clasificaron de acuerdo con la reacción de las plantas adultas a la antracnosis en Carimagua (Cuadro 6). Las muestras del invernadero presentaron una reducción en el porcentaje de ácido tánico de 2.98 a 1.15 a medida que el nivel de antracnosis se incrementó de 1 a 5. En las muestras de campo, aunque el porcentaje de ácido tánico se redujo de 2.25 a 1.37 a medida que el nivel de antracnosis se incrementó de 1 a 3, el porcentaje en promedio de ácido tánico en las accesiones con lecturas 4 y 5 fue, sin embargo, mayor que el nivel en las accesiones clasificadas como 3. Los resultados preliminares sugieren que puede existir una relación entre las plantas que poseen altos niveles de fenoles y la resistencia a antracnosis. Se planearon más estudios para identificar fenoles en accesiones resistentes y susceptibles de S. guianensis "tardío".

Protección cruzada. Se ha demostrado que las plantas inoculadas con aislamientos no patogénicos son protegidas contra enfermedades causadas por infecciones subsiguientes de aislamientos patogénicos. Además, que la infección primaria por aislamientos patogénicos, seguida de recuperación y subsiguiente infección por el mismo aislamiento, resulta en daño menor. La activación de mecanismos químicos de defensa parece ser parte de la resistencia de las plantas a algunas enfermedades, inclusive antracnosis.

Cuadro 6. Análisis de taninos en accesiones de Stylosanthes guianensis "tardío".

Muestra	No. de muestras	Reacciones a antracnosis en Carimagua				
		1	2	3	4	5
Invernadero	23	2.50 ¹	2.98	1.81	1.74	1.15
Campo	51	2.25	1.72	1.37	1.58	1.70

¹ % de ácido tánico.

Varios estudios preliminares se hicieron para investigar la protección cruzada contra antracnosis en Stylosanthes spp., entre ellos el efecto de diferentes concentraciones de inóculo en la reacción de S. guianensis CIAT 136 y S. capitata CIAT 1019 a antracnosis. En cada tratamiento se hizo la primera inoculación con un aislamiento no patogénico y las siguientes inoculaciones con un aislamiento patogénico. En CIAT 136 se encontró que no hay protección con los aislamientos no patogénicos; en CIAT 1019, se encontró protección en la primera inoculación con el aislamiento patogénico; sin embargo, las demás inoculaciones causaron infección.

También se estudió el efecto de diferentes concentraciones de inóculo y tiempo de recuperación en la reacción de S. guianensis CIAT 136 y S. capitata 1019 a antracnosis. En CIAT 136, se observó que no hubo protección con los aislamientos patogénicos y los no patogénicos. En CIAT 1019, aunque no hubo protección con los aislamientos no patogénicos, se observó que con los aislamientos patogénicos hubo protección después de 4 y 6 semanas de la inoculación. A las 12 semanas después de ésta con el aislamiento patogénico, las plantas fueron susceptibles a la nueva inoculación con el aislamiento patogénico. Posiblemente hay una activación de los mecanismos de defensa química a antracnosis en S. capitata 1019, pero el efecto parece ser de corta duración y por ende es de poco valor para la resistencia a antracnosis de S. capitata.

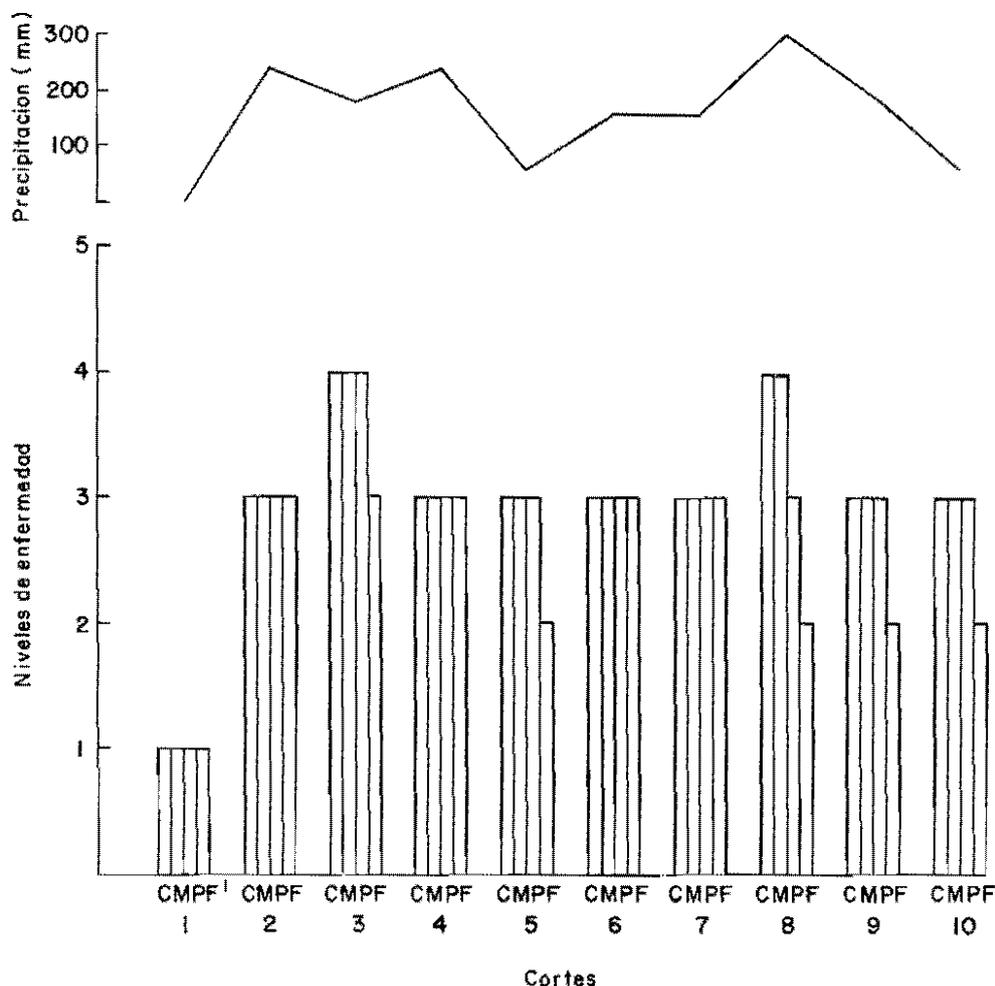
Efecto de antracnosis en la producción y calidad de S. guianensis¹.
Aunque se sabe desde 1970 que S. guianensis es severamente afectada por antracnosis, no se habían cuantificado las pérdidas en cantidad y calidad. El año pasado se realizó un estudio del efecto de la antracnosis sobre la producción y calidad de S. guianensis CIAT 136 y CIAT 184.

El nivel de la enfermedad está relacionado directamente con el período de lluvias (Figura 2). La reducción de materia seca durante un año fue de 62.8% en CIAT 136 y 64.4% en CIAT 184 en relación con el control protegido con fungicida (Figura 3). Las pérdidas de proteína cruda (Figura 4), fósforo, potasio y digestibilidad fueron del mismo nivel.

Añublo

Los recuentos de plantas de S. capitata muertas por S. rolfsii continuaron en Carimagua este año. Solamente 2-4% de las plantas murieron (Cuadro 7). Se encontraron esclerocios viables en diferentes sitios de Carimagua. Los niveles fueron considerablemente más bajos en los dos años pasados con relación a los de 1979 (Cuadro 8). El añublo se ha considerado como una enfermedad secundaria en S. capitata y no se han planeado estudios futuros sobre esta enfermedad.

¹ Este estudio fue el proyecto de tesis de Jorge Gutiérrez y Carlos Cardozo.



1
 C = testigo
 M = mezcla
 P = peptona
 F = fungicida

Figura 2. Niveles de la enfermedad durante el ensayo.

Añublo de la inflorescencia por Rhizopus

Esta enfermedad se detectó por primera vez en 1980 en Carimagua, donde causó severos daños en varias accesiones de S. capitata. Se detectó nuevamente en julio, agosto y septiembre en bajos niveles en S. capitata en Carimagua y en los ensayos regionales en los Llanos. Esta enfermedad es muy similar a la pudrición de la inflorescencia por Rhizopus en girasol, una importante enfermedad en Asia y América. Se cree que tres especies de Rhizopus están involucradas R. arrhizus, R. oryzae y R. stolonifer. Continuarán las observaciones sobre la ocurrencia de esta enfermedad.

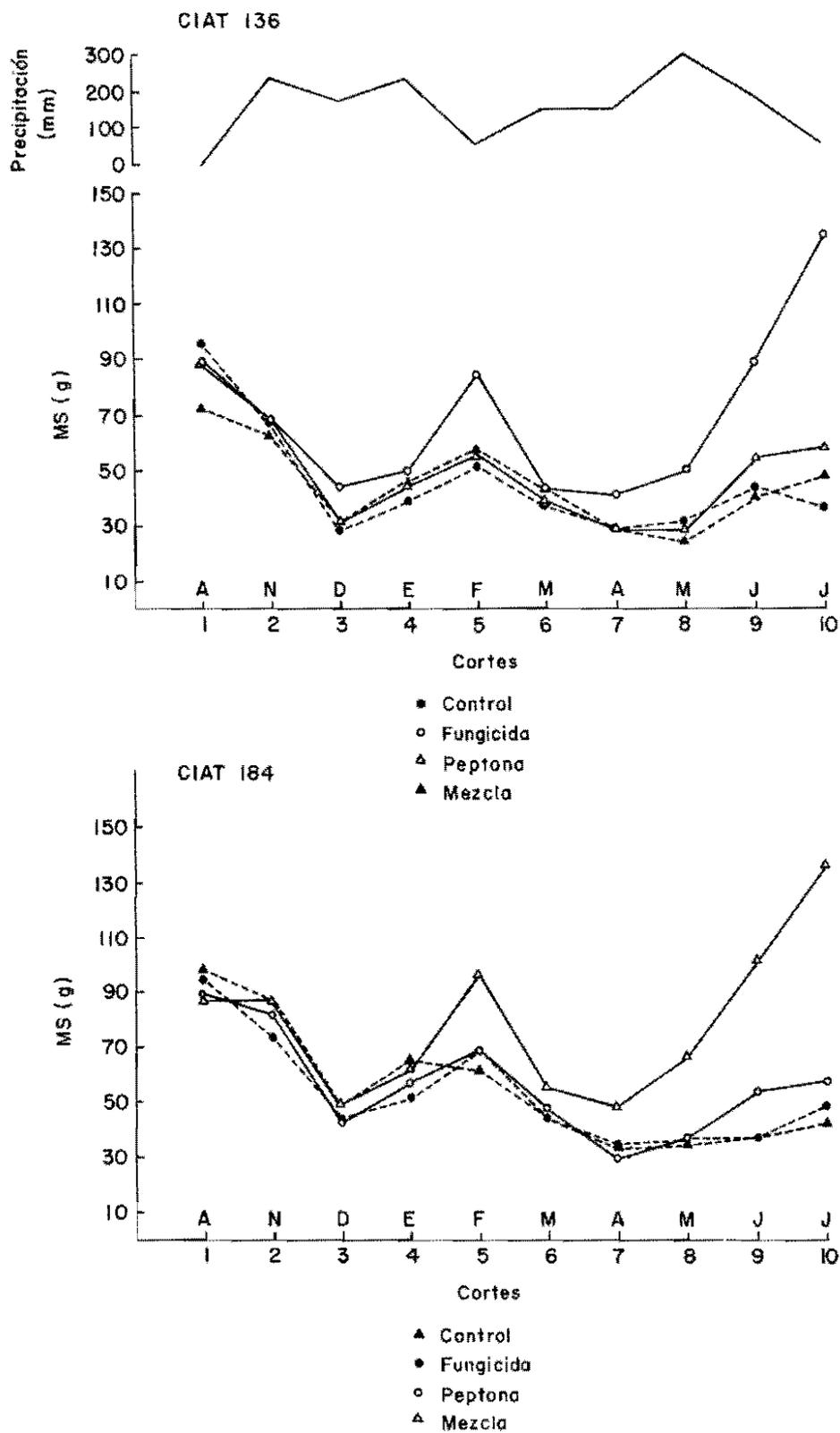


Figura 3. Producción de *S. guianensis* por tratamiento y cosecha.

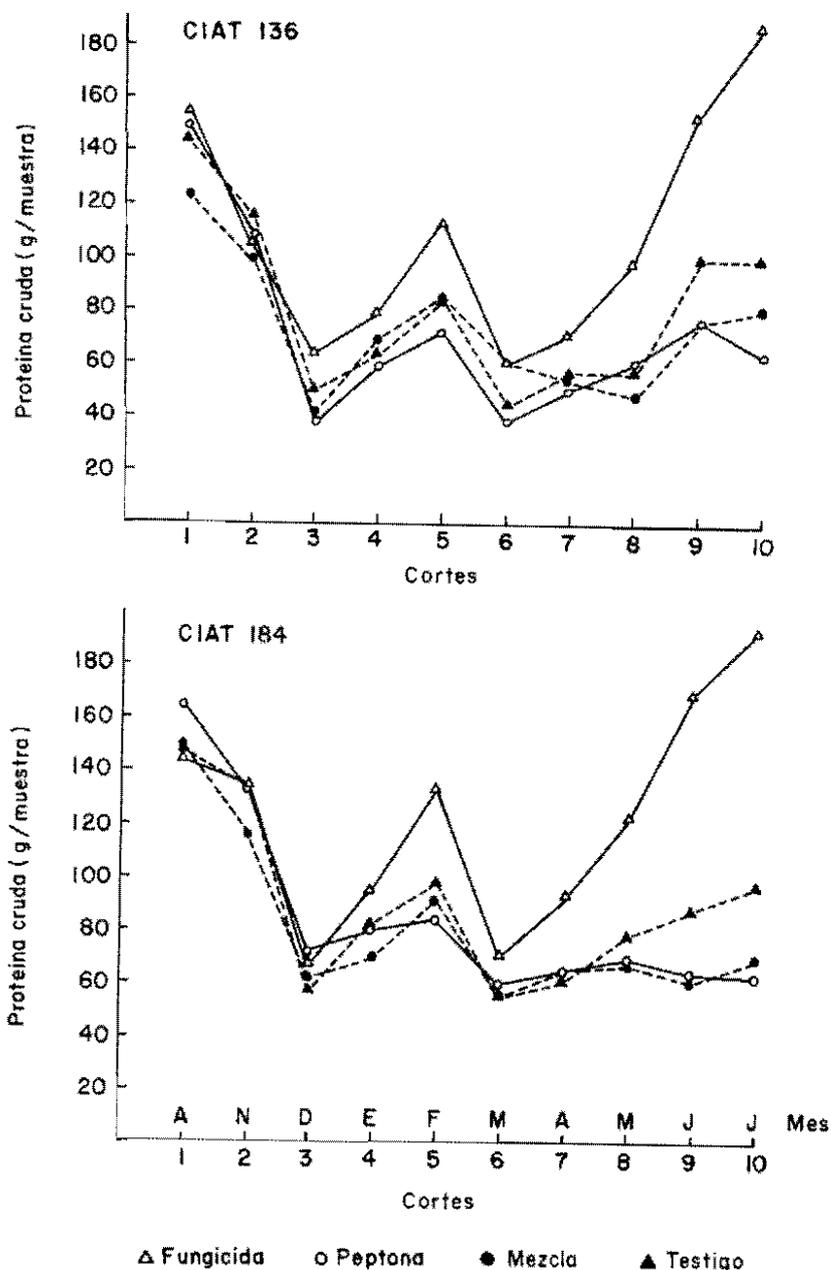


Figura 4. Producción de proteína cruda de S. guianensis por tratamiento y cosecha.

Enfermedades de Desmodium spp.

Estudios de germoplasma. Los estudios del germoplasma de Desmodium spp. continuaron en Quilichao y Carimagua (Cuadro 9). Entre las especies más importantes, D. heterocarpon tiene el mayor número de enfermedades: antracnosis, mancha foliar por Cercospora, hoja pequeña por micoplasma, y esporádicamente, nemátodo del nudo de la raíz, en Quilichao. Desmodium ovalifolium y D. heterophyllum tienen pocos problemas de enfermedades.

Cuadro 7. Recuento de plantas de S. capitata muertas por Sclerotium rolfsii en Carimagua (promedio de varios sitios).

CIAT No.	Plantas muertas (%)		
	1979	1980	1981
1019	5	5	4
1315	9	6	2
1405	6	3	2

Cuadro 8. Esclerocios viables de Sclerotium rolfsii en el suelo en diferentes sitios en Carimagua.

Sitios ¹	Esclerocios/100 g ₂ de suelo (No.)		
	1979	1980 ²	1981 ³
1	9.8	2.3	0.3
2	6.8	1.0	0.8
3	2.7	0.9	0.4

¹ Sitios: 1 = 3 años; 2 = 2 años; 3 = 1 año.

² Muestreo promedio de mayo a diciembre.

³ Muestreo únicamente de mayo.

Cuadro 9. Evaluación de enfermedades, Desmodium spp. 1980-1981.

Enfermedad	<u>D. oxalifolium</u>		<u>D. heterocarpon</u>		<u>D. heterophyllum</u>	Otros ¹
	C ²	Q	C	Q	C	
Antracnosis	-	-	+	++	-	+
Mancha foliar por <u>Cercospora</u>	-/+	-/+	+	+	+	+
Hoja pequeña por micoplasma	-	-	++	++	-	++
Falsa roya- <u>Synchytrium</u>	-/++	-	-	-	-	-
Nematodo del nudo de la raíz	-	++	-	++	-	-

¹ Otros incluidos: D. barbatum, D. tortuosum, D. scorpiurus, D. adscendens.

² C = Carimagua; Q = Quilichao.

Nematodo del nudo de la raíz. No se realizaron más estudios sobre esta enfermedad debido a bajas poblaciones de nematodos en Quilichao.

Falsa Roya. Una nueva enfermedad de Desmodium ovalifolium se detectó en El Tomo, Carimagua, en julio. Esta causa distorsión de las hojas jóvenes, acortamiento de los entrenudos y por consiguiente achaparramiento de las plantas. Los cuerpos fructíferos del hongo o soros se llenaron de esporangios naranja producidos en grandes cantidades en el envés de las hojas, en pecíolos y tallos jóvenes. Se formaron agallas en los tallos de plantas adultas. La semilla de esta siembra era una mezcla de lotes, importada de Sri Lanka e India vía Singapur. La enfermedad se identificó como Synchytrium desmodii, descrita inicialmente en D. ovalifolium en Sri Lanka en 1955. Dada la importancia de la enfermedad en D. ovalifolium, la siembra en El Tomo fue destruida y reemplazada con Brachiaria dictyoneura. Todos los cultivos de D. ovalifolium serán observados periódicamente el próximo año.

Enfermedades de Leucaena spp.

Pudrición bacterial de la vaina. En febrero de 1980 se observó por primera vez pudrición de la vaina en Leucaena leucocephala en el sureste de México y en sitios de evaluación forrajera en Belice y Panamá. En 1981, la misma enfermedad se observó en Colombia, Brasil y Perú en cultivares de L. leucocephala Cunningham. Se aisló una bacteria de semillas y vainas afectadas por pudrición, la cual fue identificada como Pseudomonas fluorescens Biotipo 2 con base en la morfología, características culturales y propiedades bioquímicas y fisiológicas.

Los síntomas se manifestaron inicialmente como lesiones húmedas alrededor de orificios ocasionados por insectos. Las lesiones se extendieron y se tornaron necróticas al iniciarse la pudrición de las semillas. En condiciones húmedas, hubo una pudrición general de las vainas y exudado bacterial en las perforaciones. A menudo las vainas cayeron prematuramente, y se recuperaron pocas semillas de las mismas.

La bacteria que causó pudrición de la vaina de L. leucocephala fue inoculada por inyección y se reaisló de las vainas afectadas. Los estudios de inoculación cruzada con cuatro especies de Leucaena mostraron que todas eran susceptibles a la pudrición de la vaina; sin embargo, L. diversifolia y L. Shannoni fueron menos susceptibles que L. esculenta y L. pulverulenta. El desarrollo y asociación de las lesiones con los orificios en condiciones naturales indicaron que la bacteria pudo ser transmitida por un insecto Heteroptero de la familia Pentatomidae (comunicación personal del Dr. Mario Calderón). Sin embargo, un ensayo de semillas cosechadas de vainas sanas de 14 accesiones de L. leucocephala, una de L. macrocephala y una de L. pulverulenta mostró un 48 a 95% de semillas infectadas con la bacteria (Cuadro 10). Es posible que Pseudomonas fluorescens Biotipo 2 sea un componente natural de la microflora de las semillas y vainas de Leucaena que usualmente no cause enfermedad. Sin embargo, cuando los insectos se alimentan de las vainas, las heridas dejan entrar la bacteria que causa la pudrición de las semillas. Esto será materia de más investigación.

Cuadro 10. Estudio de semillas de Leucaena leucocephala por Pseudomonas flourescens Biotipo 2.

Accesion de <u>L. leucocephala</u>	Semillas con bacteria (%)
78-36	60
K 4	66
K 8	88
K 9	76
K 29	76
CIAT 734	80
K 72	80
78-165	95
78-19	68
K 132	76
78-50	58
78-85	78
K 341	48
78-24 C	86
K 340*	50
78-65**	64

* L. pulverulenta.

** L. macrocephala.

Enfermedades de Zornia spp.

Costra por Sphaceloma. Las evaluaciones de germoplasma continuaron en los sitios principales de evaluación (Cuadro 11). La mayoría de las accesiones en Carimagua fueron susceptibles. Las accesiones resistentes incluyeron Z. brasiliensis, Z. myriadena y otros tipos de cuatro foliolos. Aunque la costra por Sphaceloma no es muy severa en CPAC, el complejo virus-hongo afectó muchas accesiones. Las evaluaciones en ensayos regionales en los Llanos de Colombia mostró que la costra por Sphaceloma es la enfermedad más importante de Z. latifolia. Sin embargo, CIAT 9199 fue resistente en todos los sitios.

Marchitez bacterial. El año pasado las plantas jóvenes y plantas maduras de accesiones de Z. brasiliensis y Zornia sp. CIAT 7847 se marchitaron después del corte y algunas murieron en Quilichao y Carimagua. De 73 accesiones de Zornia sp. en Quilichao, 13 fueron afectadas en el campo. En Carimagua, sin embargo, sólo CIAT 7847 fue afectada. Cortes transversales de la parte baja de los tallos y de las raíces primarias mostraron una coloración café en el tejido vascular externo. La bacteria aislada de tejido afectado se identificó como Corynebacterium flaccumfaciens con base en su morfología y características bioquímicas, fisiológicas y culturales.

Cuadro 11. Evaluación de enfermedades Zornia spp. 1980-1981.

Sitio	Costra por Sphaceloma				Total acciones
	R	MR	MS	S	
Carimagua ¹	17.0	6.6	43.9	32.5	212
CPAC-LVE ¹	25.0	19.3	52.7	3.0	72
Quilichao	44.4	28.9	0	16.7	54

	Complejo virus-hongos				Total acciones
	R	MR	MS	S	
CPAC-LVE ¹	31.9	19.4	33.3	15.4	72

¹ Colecciones que contienen un alto % de Z. latifolia y algunas spp. relacionadas.

Todos los aislamientos de la bacteria causaron clorosis, marchitez, muerte descendente y muerte de plantas jóvenes de CIAT 7847. Además, la bacteria causó clorosis y marchitamiento severo de plantas jóvenes de Phaseolus vulgaris P 635. Corynebacterium flaccumfaciens es un patógeno importante de frijol en Estados Unidos.

La bacteria se aisló de semilla de CIAT 784 a niveles de 75 a 100% de infección. El 100% de las semillas de plantas enfermas contenía la bacteria mientras el 75% de la semilla procedente de plantas aparentemente sanas en la misma parcela fue afectada. La bacteria es capaz de colonizar plantas en forma asintomática. También está presente en el suelo de Quilichao.

Se están realizando estudios para determinar el rango de hospedantes del patógeno, especialmente entre leguminosas forrajeras tropicales, determinar la supervivencia de la bacteria en el suelo y para producir semilla sana. La supervivencia se estudió colocando discos de nylon impregnados con suspensiones bacteriales en bolsas de nylon con suelo en la superficie y a 10 cm de profundidad en un lote de Zornia sp. CIAT 7847. Cada semana se tomaron muestras de los discos para determinar la supervivencia por el método de los platos de dilución. Los resultados preliminares sugieren que C. flaccumfaciens no sobrevive largo tiempo en el suelo sin la presencia de raíces de plantas. Después de tres semanas en el campo, el porcentaje de supervivencia en la superficie del suelo fue de 13.8% y a 10 cm de profundidad fue de 10.8%. Después de cinco semanas en el campo no se encontraron colonias de C. flaccumfaciens asociadas con los discos de nylon. El muestreo continúa, aunque parece que esta bacteria puede sobrevivir solamente en asociación con plantas.

Enfermedades de Centrosema spp.

Estudios de germoplasma. Debido al incremento de la siembra de Centrosema spp. en Carimagua y Quilichao durante el año pasado, se realizaron evaluaciones detalladas de las enfermedades. Se detectó mancha foliar por Cercospora, antracnosis, añublo foliar por Rhizoctonia, añublo bacterial y mancha foliar por Alternaria. Sin embargo, la importancia de las enfermedades en Centrosema depende de las especies.

En Carimagua se encontró que la mancha foliar por Cercospora tiene un amplio rango de hospedantes que afecta todas las especies, especialmente C. pubescens (Cuadro 12). El añublo foliar por Rhizoctonia afecta severamente a C. brasilianum y ligeramente a C. pubescens mientras que el añublo bacterial afecta moderadamente a Centrosema sp. CIAT 5112, 5118 y 5278 (Cuadro 12). La antracnosis y la mancha foliar por Alternaria son consideradas enfermedades secundarias. Centrosema macrocarpum tiene menos problemas de enfermedades que otras especies. Un patrón similar de enfermedad-especie se encontró en Quilichao; sin embargo, el añublo bacterial fue severo en CIAT 5112, 5118 y 5278 y además afectó C. virginianum y C. brasilianum. Debido a su severidad en especies particulares de Centrosema, las dos enfermedades se están investigando.

Marchitamiento bacterial y muerte descendente de Centrosema spp.

En 1980 y 1981 se detectó marchitamiento y muerte descendente las cuales no se habían reportado antes en accesiones de C. brasilianum, C. plumieri, C. pubescens, C. virginianum y Centrosema spp. en cultivos jóvenes en Quilichao y Carimagua. En Quilichao, el marchitamiento y la muerte descendente parecen reducir considerablemente el rendimiento de las accesiones promisorias de Centrosema sp. CIAT 5112, 5118 y 5278. Esta enfermedad fue menos severa en Carimagua. Una bacteria se aisló de plantas afectadas y se identificó como Pseudomonas sp.

Los primeros síntomas se manifestaron como marchitamiento de hojas jóvenes y terminales y manchas cloróticas en hojas maduras. Las hojas jóvenes y los terminales se tornaron parcial o completamente necróticos y se desarrolló muerte descendente. En hojas maduras, las manchas cloróticas se tornaron necróticas y variaron en tamaño y forma. Las hojas con frecuencia se encontraban arrugadas o distorcionadas.

Todos los aislamientos de la bacteria causaron marchitez, muerte descendente y manchas necróticas en las pruebas de patogenicidad en plantas de Centrosema spp. de cuarto semanas. La bacteria se encontró también asociada con semillas de CIAT 5112 a niveles de infección que oscilaron entre 8 y 32%.

La alta susceptibilidad al marchitamiento y a la muerte descendente parece limitada a las accesiones de Centrosema sp. CIAT 5112, 5277 y 5278, las cuales son similares morfológicamente. Aunque se ha aislado de otras cinco accesiones de Centrosema spp., pocas son afectadas ligeramente.

Cuadro 12. Enfermedades comunmente asociadas con especies de Centrosema en Carimagua.

Especies	MFC ¹	A	AFR	AB	MFA
<u>C. brasilianum</u>	+	+	+++		+
<u>C. macrocarpum</u>	+				
<u>C. plumieri</u>	++	+			+
<u>C. pubescens</u> ²	+++	+	+	+	++
<u>Centrosema</u> sp.	++			++	

¹ MFC = Mancha Foliar Cercospora; A = antracnosis; AFR = añublo foliar por Rhizoctonia; AB = añublo bacterial; MFA = Mancha Foliar por Alternaria.

² CIAT 5112, 5118, 5278.

Añublo foliar por Rhizoctonia. En el pasado, el añublo foliar por Rhizoctonia (AFR) fue considerado como una enfermedad secundaria en Carimagua que afectaba esporádicamente a Pueraria y Macroptilium. Desde 1980, sin embargo, AFR ha sido observada como una enfermedad importante de Centrosema brasilianum en Carimagua.

Durante 1981 se realizaron evaluaciones mensuales en dos cultivos de Centrosema brasilianum. Se encontraron los niveles más altos al comienzo de la estación húmeda pero disminuían a medida que la estación avanzaba alcanzando los niveles más bajos de daño en Septiembre. Las excepciones fueron 5173 cuyo daño se incrementó y 5367 cuyo daño permaneció a un nivel bajo. Debido a que probablemente las lluvias y la humedad relativa aumentaron a medida que el nivel de la enfermedad descendía, y puesto que la AFR es favorecida por la humedad alta, las condiciones climáticas no pudieron explicar la reducción de AFR.

Una posible explicación es el incremento en la población de antagonicos de R. solani en el suelo y el follaje los cuales reducen la población de hongos. Se inició un estudio de los antagonicos naturales de Rhizoctonia. Altas poblaciones de Trichoderma spp., conocido antagonico de R. solani, se encontraron asociadas con suelo y hojas en parcelas de C. brasilianum con bajo nivel de AFR. Además se aislaron varios hongos, bacterias y actinomicetos. Se planearon pruebas de antagonismo con estos micro-organismos y R. solani.

También se están realizando estudios de patogenicidad de varios aislamientos de R. solani de C. brasilianum, Desmodium ovalifolium y de Phaseolus vulgaris a Centrosema spp. Todos los cuatro aislamientos de R. solani de C. brasilianum fueron patogénicos a plántulas de C. brasilianum, Centrosema pubescens 438 y C. macrocarpum 5065 de cuatro semanas (Cuadro 13). También fueron patogénicos a cinco cultivares de Phaseolus vulgaris. Los aislamientos de D. ovalifolium fueron ligeramente patogénicos a Centrosema spp. y Phaseolus vulgaris. Cuatro aislamientos de Phaseolus vulgaris, sin embargo, variaron en patogenicidad.

Cuadro 13. Reacción de Centrosema spp. a aislamientos de Rhizoctonia solani de Centrosema brasilianum, Desmodium ovalifolium y Phaseolus vulgaris.

Centrosema spp. Accession No.	Reacción a <u>Rhizoctonia solani</u>		
	Aislamientos de C. brasilianum ¹	Aislamientos de D. ovalifolium	Aislamientos ² de P. vulgaris
438	+++	+++	+ +++
5055	+++	++	+ +++
5062	+++	++	+ +++
5065	++	++	+ +++
5173	++++	++	- +++
5178	++++	++	+ ++++
5184	++++	++	- +++
5234	++++	++	- +++
5247	+++	++	- ++
5369	++++	++	- +++
5372	+++	++	+ +++

¹ Aislamientos de Centrosema brasilianum CIAT 5178, 5211, 5369, 5372, Carimagua.

² Aislamientos de follaje de P. vulgaris, Restrepo 1981, Huila 486, 1980. Aislamientos de raíces de P. vulgaris I, II.

Enfermedades de Andropogon gayanus

Mancha foliar por Rhynchosporium. Este año continuaron los estudios sobre el efecto de la mancha foliar por Rhynchosporium (MFR) sobre la producción de A. gayanus con y sin pastoreo en La Libertad, Villavicencio. Los resultados de la cosecha de 1980 mostraron que MFR no tenía efecto sobre el rendimiento de A. gayanus (Informe Anual, 1980). La segunda cosecha se recogió en agosto de este año (Cuadro 14). En la parcela con presión de pastoreo mediana, no hubo diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Aunque el nivel más alto de lesiones de MFR se encontró en el tratamiento sin pastoreo y sin fungicida, este fue sólo de 8.3 lesiones por cada 100 hojas. Como MFR se presentó como focos de infección, evaluaciones posteriores durante el año podrían mostrar niveles más altos de infección. En la parcela con presión de pastoreo alta, los tratamientos sin pastoreo superaron en producción significativamente a los tratamientos con pastoreo; sin embargo, no hubo diferencias entre tratamientos con y sin fungicida. El nivel de MFR en esta parcela fue extremadamente bajo.

Las cosechas continuaron cada dos meses. También se tomaron muestras para determinar la calidad de forraje. Actualmente parece que MFR es una enfermedad secundaria en A. gayanus. Se había detectado en otros sitios como Carimagua, Quilichao y en ensayos regionales en varios países. En todos los casos se han encontrado sólo pocas manchas.

Cuadro 14. Efecto de la mancha foliar por Rhynchosporium en Andropogon gayanus. Cosecha--agosto 4, 1981.

Tratamiento	Peso seco (g/m ²)	Contenido de humedad (%)	No. de lesión
<u>Presión de pastoreo mediana</u>			
A. Sin anim. & fung.	361 a	46.9	8.3
C. Sin anim. & con fung.	425 a	53.8	2.0
B. Con anim. sin fung.	432 a	43.9	3.0
D. Con anim. & fung.	379 a	38.9	2.0
<u>Presión de pastoreo alta</u>			
G. Sin anim. & fung.	238 b	53.3	1.3
E. Sin anim. con fung.	273 ab	58.4	0
H. Con anim. sin fung.	135 c	55.0	0
F. Con anim. & fung.	88 c	52.7	0

Además, se han continuado estudios para identificar el Rhynchosporium que ataca A. gayanus y su relación con Rhynchosporium oryzae que ataca el arroz. Se han recogido aislamientos de hongos en ambos. Estudios de inoculación cruzada se realizaron este año.

Efecto de Diferentes Niveles de Varios Fertilizantes sobre la Reacción de Forrajes Tropicales a Insectos y Enfermedades

Los efectos de la fertilización sobre el desarrollo y resistencia a enfermedades en los cultivos ha recibido mucha atención en el pasado. Las enfermedades causadas por bacterias, hongos, nematodos y virus han sido afectadas por la fertilización. Para varios patógenos se tiene la evidencia de que el aumento de los niveles de potasio reduce el nivel de enfermedad, mientras que el aumento de los niveles de nitrógeno las aumenta.

En mayo se inició en Carimagua un experimento para determinar el efecto de varios niveles de fertilizantes sobre la reacción de forrajes tropicales a plagas y enfermedades, en colaboración con la sección de Entomología. Exceptuando a Centrosema pubescens 438, los niveles de la enfermedad son bajos y la tendencia de la reacción de las enfermedades a diferentes fertilizantes no es obvia todavía. Para C. pubescens 438, los niveles más altos de mancha foliar por Cercospora se encontraron en los tratamientos de cero Mg y Ca alto, mientras que los niveles más altos de añublo foliar por Rhizoctonia se observaron en los tratamientos de cero S. Se planea examinar el problema más importante de enfermedad o plaga en cada forraje en cada tratamiento con fertilizante en colaboración con la misma sección.

Reconocimiento de Plagas y Enfermedades en Leguminosas y Gramíneas Nativas y Naturalizadas

Se han hecho reconocimientos periódicos de enfermedades de gramíneas y leguminosas nativas y naturalizadas en varios sitios en Colombia y otros países para obtener más información acerca del rango y tipo de patógenos que pueden afectar los forrajes tropicales. Se han obtenido colecciones de aislamientos de Colletotrichum spp. en Centro y Sur América para ensayos de patogenicidad principalmente en Stylosanthes spp. en Colombia.

Clasificación de Enfermedades en Plantas Forrajeras Tropicales de Acuerdo al Hospedante y al País

Durante el año pasado, se recolectó y comparó información sobre enfermedades en plantas forrajeras tropicales. Las principales fuentes de información fueron el Commonwealth Mycological Institute, artículos sobre micología y fitopatología, listas de hospedantes de enfermedades de muchos países tropicales incluyendo Asia, Africa, Australia, El Caribe, Centro y Sur América, y diversos trabajos sobre la microflora de varios países. Esta información se está condensando en un manual que proporcionará información útil a fitopatólogos y agrónomos que trabajan en forrajes tropicales.

Patología de Semillas

Durante 1981 se continuaron los estudios sobre los cambios que ocurren en la microflora de la semilla de S. capitata en Carimagua y CIAT-Quilichao. Aquellos se concentraron en Aspergillus spp. los cuales sobresalen por producir aflatoxina en las semillas. Después de dos años de estudio en Carimagua, se encontró que el porcentaje de semilla verde y seca infectada con Aspergillus spp. aumentó hacia el final de la época húmeda, alcanzó un máximo en la época seca y disminuyó cuando empezó la época húmeda (Figura 5). El ganado come más semilla cuando está infectada con Aspergillus spp.

Diez especies diferentes de Aspergillus, entre ellas cuatro productores potenciales de toxinas, se aislaron de semillas desde mayo de 1979 (Cuadro 15). Aspergillus flavus y A. ochraceus, productores potenciales de toxinas, fueron los más comúnmente asociados con semilla en Carimagua (Cuadro 15). Los análisis sobre producción de toxinas de aislamientos de A. flavus y A. ochraceus asociados con semilla de S. capitata se están realizando en colaboración con la Universidad del Valle.

Control Biológico del Salivazo con Hongos Entomógenos

En 1980, un proyecto en colaboración con la sección de Entomología se inició para el control biológico del salivazo con hongos entomógenos, en particular Metarhizium anisopliae. Se recolectaron hongos

entomógenos de varios sitios de evaluación de pastos en Colombia, incluyendo Carimagua, Quilichao, Popayán y Espinal, de ninfas y adultos infectados y del suelo (Cuadro 16). Un medio selectivo fue desarrollado para aislar M. anisopliae del suelo. Además, se obtuvieron 35 aislamientos de varios países por recolección o por solicitud (Cuadro 15). Estos se están evaluando en estudios de patogenicidad y supervivencia en el suelo.

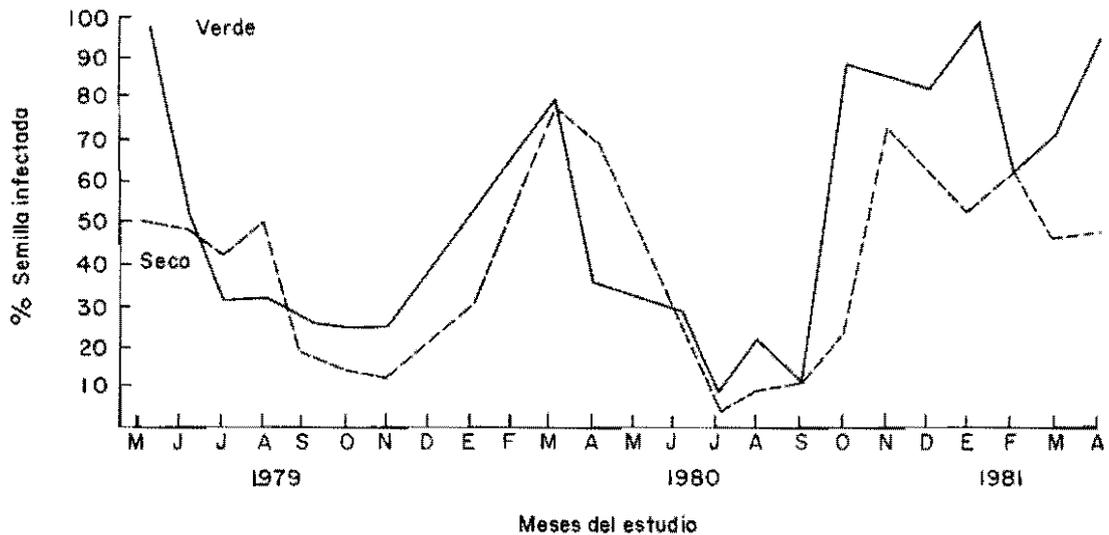


Figura 5. Porcentaje de semilla seca y verde de S. capitata infectada con Aspergillus spp. en Carimagua.

Cuadro 15. Especies de Aspergillus asociadas con semilla de S. capitata en Carimagua.

Especies	Frecuencia de aislamiento (%)	Productores potenciales de toxinas
<u>A. flavus</u>	74	T
<u>A. ochraceous</u>	17	T
<u>A. niger</u>	4	
<u>A. fumigatus</u>	3	T
<u>A. terreus</u>	1	
<u>A. versicolor</u>	0.5	
<u>A. sydowii</u>	0.2	
<u>A. nidulans</u>	0.1	T
<u>A. chevalieri</u>	0.1	
<u>A. tamarii</u>	0.1	

Cuadro 16. Patogenicidad de aislamientos de *Metarhizium* spp. a ninfas y adultos de salivazo *Zulia colombiana*.

Aislamientos	Origen	Hospedante	Patogenicidad ¹	
			Ninfas	Adultos
BE 1	Belice	Salivazo - Adulto	50	100*
ES 9	Brasil	Salivazo - Adulto	50	83*
MET 1	Japón	<u>Bombyx mori</u>	25	16
MET 4	Japón	-	-	50
MET 5	Japón	<u>Ornebius kanetataki</u>	75	83*
MET 6	Japón	<u>Popillia japonica</u>	25	16
FH 1	Estados Unidos	<u>Nemostes incompatus</u>	-	50
MET 3258	Nueva Zelanda	<u>Porina sp.</u>	-	-
MET 3259	Nueva Zelanda	Escarabajo negro	-	33
MET 3095	Nueva Zelanda	<u>Costrelytra</u>	25	83
MET 4560	Nueva Zelanda	<u>Coleóptero</u>	-	67
CBS 130-22	Holanda	-	25	83
CBS 285-59	Holanda	-	25	50
CBS 471-64	Holanda	-	50	67
CBS 248-64	Holanda	-	50	67
CES 218-56	Holanda	-	25	83
CAR 1	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - Adulto	-	100*
CAR 2	Colombia	Suelo	16	-
CAR 3	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - Ninfa	33	83
CAR 4	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - Ninfa	83	33
CAR 5	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - Ninfa	33	50
CAR 6	Colombia	<u>Mocis sp.</u> - Larva	16	67
CAR 7	Colombia	<u>Mocis sp.</u> - Larva	100	100*
QUIL 1	Colombia	<u>Zulia colombiana</u> - Adulto	33	16
POP 1	Colombia	Suelo	33	16
FSP 1	Colombia	Suelo	67	33
FL 5	Australia	<u>Telegrillus commodus</u>	67	50
FL 6	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	100	67
FL 7	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	-	67
FL 8	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	100	83
FL 11	Australia	<u>Aeoplognathus petasus</u>	100	100*
FL 12	Australia	<u>Rhopaea magnicornis</u>	100	83
FL 13	Australia	<u>Sevicessthis geminata</u>	67	-
FL 14	Australia	<u>Sevicessthis nigrolineata</u>	100	33
FL 19	Australia	<u>Rhopaea verreauxi</u>	33	50
RS 324	Australia	<u>Austriarhis sp.</u>	83	83
RS 435	Australia	Grillo	-	50
RS 440	Australia	Grillo	16	16
RS 445	Australia	Grillo	100	33
RS 473	Australia	Suelo	100	33
RS 297	Samoa Oeste	<u>Coleóptero</u>	100	50
RS 451	Filipinas	Saltahojas	-	16
RS 457	Filipinas	Saltahojas	-	16
RS 483	Filipinas	Saltahojas	100	67*
RS 487	Filipinas	Saltahojas	50	50

¹ Patogenicidad determinada con tres repeticiones de seis ninfas y seis adultos.

* Aislamientos seleccionados para estudios de supervivencia en el suelo.

Se realizaron estudios de patogenicidad con 45 aislamientos de Metarhizium spp. en ninfas y adultos del salivazo Zulia colombiana Lallemand en Brachiaria decumbens en macetas colocadas en jaulas en el invernadero. Se tomaron los datos de ninfas y adultos muertos, reaislamiento del hongo y desarrollo de adultos de ninfas inoculadas. Se encontró un amplio rango de patogenicidad entre aislamientos (Cuadro 15). De 45 de ellos, 25 fueron patogénicos. Dos aislamientos, CAR 7 de Carimagua, Colombia y FL 11 de Australia, fueron 100% patogénicos en ninfas y adultos (Cuadro 16).

También se iniciaron estudios sobre el efecto del suelo infestado con los aislamientos más patogénicos de Metarhizium spp. sobre ninfas recién emergidas del suelo. Se establecieron plantas de B. decumbens en bandejas con suelo infestado con cuatro aislamientos de M. anisopliae -- CAR 1, CAR 7, FL 11 y FL 12 (Cuadro 17). La emergencia de las ninfas fue irregular y baja. Esto se debió posiblemente al método empleado para colocar las posturas en el suelo, lo cual se investigará posteriormente. La patogenicidad de ninfas recién emergidas en suelo infestado fue alta para CAR 1 y FL 11.

Cuadro 17. Patogenicidad de suelo infestado con Metarhizium anisopliae en ninfas de salivazo Zulia colombiana.

Aislamiento	País de origen	Emergencia de ninfas (%)	Patogenicidad (%)
CAR 1	Colombia	22.5	67
CAR 7	Colombia	22.5	0
FL 11	Australia	30.0	75
FL 12	Australia	27.5	36
Control		10.0	0

Debido a la falta de sitios disponibles con altas poblaciones de salivazo durante el año pasado, se atrasaron las pruebas de patogenicidad en el campo. Sin embargo, se inició un experimento en Carimagua en septiembre, en un potrero infestado de B. decumbens y P. phaseoloides. Siete aislamientos de M. anisopliae seleccionados con base en las pruebas de patogenicidad en el invernadero se han aplicado para determinar su patogenicidad en ninfas de salivazo (Cuadro 18).

El valor de algunos hongos como agentes de control biológico depende no sólo de su patogenicidad sino también de la supervivencia y persistencia en el medio ambiente. Se iniciaron estudios de supervivencia de M. anisopliae en el suelo. Primero se estudió la supervivencia de aislamientos en suelo húmedo y seco de Quilichao en

cajas petri bajo condiciones de laboratorio. Después de tres meses (Cuadro 18), 28 aislamientos se reaislaron fácilmente de suelo seco y 24 reaislamientos se obtuvieron de suelo húmedo. Catorce aislamientos no sobrevivieron en los dos suelos, entre los cuales tres aislamientos eran de Holanda y cinco de Australia. De los cuatro aislamientos obtenidos originalmente de suelo, tres no sobrevivieron en suelo de Quilichao. Es claro que la habilidad de M. anisopliae para sobrevivir en el medio ambiente del suelo es tan importante como su patogenicidad al salivazo. De los aislamientos patogénicos seleccionados para estudios de campo, BE 1, ES 9, MET 5, CAR 1, CAR 7, FL 11, y RS 485, sobrevivieron en ambos suelos excepto RS 485 en suelo húmedo. Se continuaron estudios de supervivencia en diferentes tipos de suelo.

Segundo, se iniciaron estudios de supervivencia de aislamientos patogénicos en el campo en Quilichao y Carimagua. Se utilizaron siete aislamientos patogénicos (Cuadro 16) en ambos sitios, y en Quilichao el aislamiento QUIL 1 se usó como control. Se seleccionaron parcelas de B. decumbens, y los tratamientos incluidos fueron cuatro alturas de corte de 2, 10, 20 y 40 cm, y aplicación del hongo en polvo o en suspensión con agua. La dosis de aplicación fue de 100 kg/ha de la mezcla arroz/hongo con una concentración en promedio de esporas de 10^7 esporas/g de mezcla. Las muestras de suelo se tomarán cada mes para observar la supervivencia de estos hongos.

Cuadro 18. Supervivencia de aislamientos de Metarhizium sp. en suelo húmedo* y seco de Quilichao bajo condiciones de laboratorio.

Aislamiento	País de origen	Hospedante	Supervivencia después de 3 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>Popillia japonica</u>	-	-
EU 1	Estados Unidos	<u>Nemocestus incomptus</u>	+	-
MET 3258	Nueva Zelandia	<u>Forina</u> sp.	+	+
MET 3259	Nueva Zelandia	Escarabajo negro	+	+
MET 3095	Nueva Zelandia	<u>Costrelytra</u>	-	-
MET 4560	Nueva Zelandia	Coleóptera	+	+
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>Telegrillus 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>Sevicesthis geminata</u>	+	+
FL 14	Australia	<u>Sevicesthis 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	Coleóptero	+	+
RS 435	Filipinas	Saltahojas	+	+
RS 457	Filipinas	Saltahojas	-	-
RS 485	Filipinas	Saltahojas	-	+
RS 487	Filipinas	Saltahojas	+	-

* El suelo se humedeció al tiempo de la inoculación con el hongo.

Entomología

Los trabajos de investigación de Entomología continuaron durante 1981 según los siguientes objetivos principales:

- a) Evaluación sistemática del material del banco de germoplasma por tolerancia o resistencia a insectos-plaga.
- b) Estudio de la taxonomía, biología y dinámica de poblaciones de las plagas más importantes, y
- c) evaluación del daño por insectos del germoplasma incluido en las pruebas regionales en varios ecosistemas.

Básicamente, la sección de Entomología continuó con los estudios del barrenador del tallo el cual aún se considera como la plaga más importante del género Stylosanthes, del insecto mión o salivita, que es la plaga más importante de varias gramíneas; y completó los estudios de fluctuación de poblaciones del falso medidor y del áfido amarillo, también sobre gramíneas. También se iniciaron estudios sobre los componentes del control biológico natural de salivita y falso medidor de los pastos, especialmente en el medio ambiente de Carimagua.

Plagas de Leguminosas

Barrenador del tallo

Las evaluaciones de campo han mostrado que la mayoría de las accesiones de Stylosanthes guianensis y algunas de Stylosanthes capitata son seriamente afectadas por el barrenador del tallo, Caloptilia sp. Esta plaga reduce la producción y hace que los tallos se tornen débiles y quebradizos, los cuales, bajo condiciones de pastoreo, afectan grandemente la persistencia de la leguminosa.

La leguminosa Stylosanthes es aún considerada como promisorio por el Programa de Pastos Tropicales. Debido a este hecho, se continuaron los estudios sobre el barrenador del tallo para entender mejor la resistencia o tolerancia a su ataque, observado en este género. Con base en estudios llevados a cabo en años anteriores, durante este año las investigaciones se encaminaron a entender la resistencia de campo observada y completar la información concerniente a antibiosis reportada en la especie S. capitata. Los resultados han mostrado que el efecto de antibiosis de S. capitata afecta más claramente la biología de la progenie proveniente de hembras criadas con sustrato o base de S. capitata que la progenie proveniente de machos criados con el sustrato base S. guianensis (Cuadros 1 y 1A).

La dureza de los tallos, característica de varias especies de Stylosanthes, es considerada un importante factor de resistencia, el cual disminuye la capacidad de la larva para penetrar y barrenar el tallo. Se empleó un penetrómetro para medir el grado de dureza de los tallos; ésta se correlacionó con el porcentaje de infestación de

Cuadro 1. Efecto del sustrato alimenticio sobre la biología de barrenador del tallo, Caloptilia sp.

Hembras en accesiones	x	Machos en accesiones	Sustrato	No. huevos	No. larvas	No. pupas	No. adultos	Longevidad (promedio de días)
<u>S. guianensis</u> CIAT 136		<u>S. capitata</u> CIAT 1019	<u>S. guianensis</u> CIAT 136	41	29	28	26	6.3
<u>S. capitata</u> CIAT 1019		<u>S. guianensis</u> CIAT 136	<u>S. guianensis</u> CIAT 136	25	18	17	16	5.0

118

Cuadro 1A. Efecto del sustrato alimenticio sobre la biología del barrenador del tallo, Caloptilia sp.

<u>S. guianensis</u> CIAT 136	x	<u>S. guianensis</u> CIAT 136	<u>S. guianensis</u> CIAT 136	53	52	49	48	6.9
<u>S. capitata</u> CIAT 1019	x	<u>S. capitata</u> CIAT 1019	<u>S. capitata</u> CIAT 1019	16	8	7	2	4.3

barrenador del tallo. Diferentes ecotipos de *S. guianensis* y *S. capitata* se estudiaron, y se pudo demostrar que los ecotipos con más esclerénquima (ecotipos más duros) presentan menor daño de barrenador del tallo. En contraste, los ecotipos con menos capas de esclerénquima (ecotipos blandos) presentan mayor daño, con un coeficiente de correlación $r^2 = 0.83$ (Figura 1). Estos resultados son consistentes con los resultados presentados el año anterior. Mediante datos obtenidos durante dos años, este año se completó una serie de experimentos sobre el efecto del manejo en la incidencia del barrenador del tallo. Los registros mostraron que la asociación de *S. capitata* con *Andropogon gayanus* es mejor que la asociación con *Brachiaria decumbens*. Tres parámetros diferentes considerados en este estudio mostraron una reducción mayor en el número de larvas por planta, porcentaje de infestación de plantas y longitud de túneles (Cuadro 2). Considerando el efecto del pastoreo sobre la incidencia del barrenador del tallo, la reducción en los parámetros anotados fue también evidente, lo cual sugiere una buena reducción de las poblaciones del barrenador del tallo bajo condiciones de campo en Carimagua (Cuadro 3).

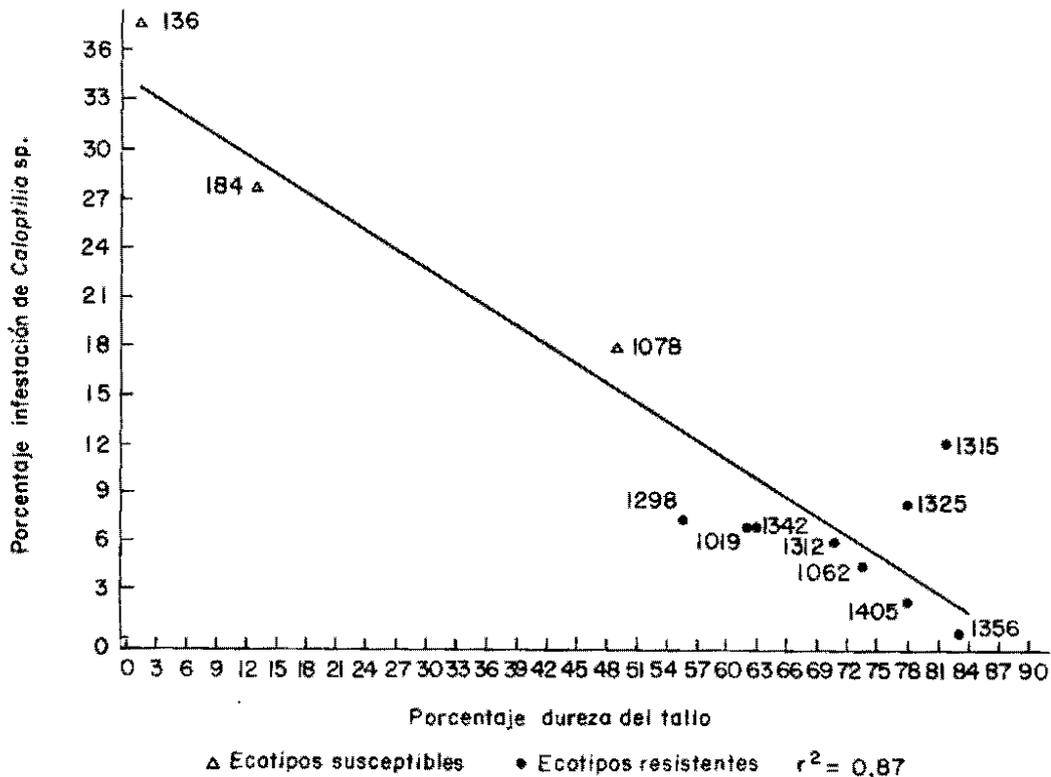


Figura 1. Relación entre el porcentaje de dureza de los tallos y el porcentaje de infestación de barrenador del tallo en *Stylosanthes* spp.

Cuadro 2. Efecto de la gramínea asociada sobre la incidencia de barrenador del tallo, Caloptilia sp. en Stylosanthes capitata.

Parámetros	<u>S. capitata</u>	<u>S. capitata +</u>	<u>S. capitata +</u>	<u>% reducción</u>	
	establecimiento puro (1)	<u>B. decumbens</u> (2)	<u>A. gayanus</u> (3)	1-2	1-3
No. larvas/planta	0.20 a ¹	0.17 ab	0.14 b	15.0	30.0
% infestación de plantas	28.68 a	22.51 b	21.57 b	21.3	24.8
Longitud de túneles (cm/planta)	0.32 a	0.29 ab	0.27 b	9.4	15.6

¹ Medias seguidas de la misma letra en las hileras no difieren significativamente al nivel de P = 0.05 (Duncan).

Cuadro 3. Efecto del pastoreo sobre la incidencia de barrenador del tallo, Caloptilia sp. en Stylosanthes capitata.

Parámetros	Sin pastoreo	Con pastoreo	Reducción (%)
No. larvas/planta	0.20 a ¹	0.14 b	30.0
% de infestación de plantas	25.64 a	22.87 b	10.8
Longitud de túneles (cm/planta)	0.33 a	0.25 b	24.2

¹ Medias en las hileras seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel de P = 0.05 (Duncan).

Perforador de botones

Durante este año, se dio especial énfasis a los estudios sobre preferencia de oviposición del perforador de botones Stegasta bosquella (Chambers) sobre Stylosanthes y Zornia, los dos géneros más afectados por este insecto. Estos estudios mostraron que la hembra ovíparita de acuerdo con el número de inflorescencias disponibles, considerando la zona intermedia y exterior de las ramas de la planta. En consecuencia, la oviposición más alta ocurre en la parte exterior de las ramas, sitio donde se encuentran la mayoría de las inflorescencias. En otro estudio para determinar el daño de la larva de S. bosquella en S. capitata se mostró que el daño estimado causado por la infestación de una larva/inflorescencia estuvo relacionado con la capacidad de producción de semilla del ecotipo; sin embargo, en Z. latifolia esta relación no fue evidente probablemente debido a que la capacidad de producción de semilla de los ecotipos bajo estudio es similar (Figuras 2 y 3).

Es muy importante mencionar que para determinar el nivel crítico de daño por el insecto en un ecosistema dado es necesario tener en cuenta la especie, la capacidad de producción de semilla, el tamaño de la inflorescencia, y el tiempo de floración. Sobre esta base es posible que las pérdidas en producción de semilla por causa de S. bosquella puedan ser menores en plantas de floración temprana, con breve capacidad de producción de semilla y con inflorescencias grandes, como por ejemplo algunos ecotipos de S. capitata.

Efectos de fertilización

Experimentos preliminares para estudiar el posible efecto de la fertilización sobre la incidencia de plagas se inició este año en Carimagua. El experimento se estableció utilizando D. ovalifolium y cuatro niveles diferentes de fertilización (Cuadro 4). Los resultados mostraron que D. ovalifolium con alto contenido de nitrógeno (nivel de fertilización completa) y con alto contenido de fósforo en el tejido presentaron el mayor daño de Chrysomelidae. Con base en estos

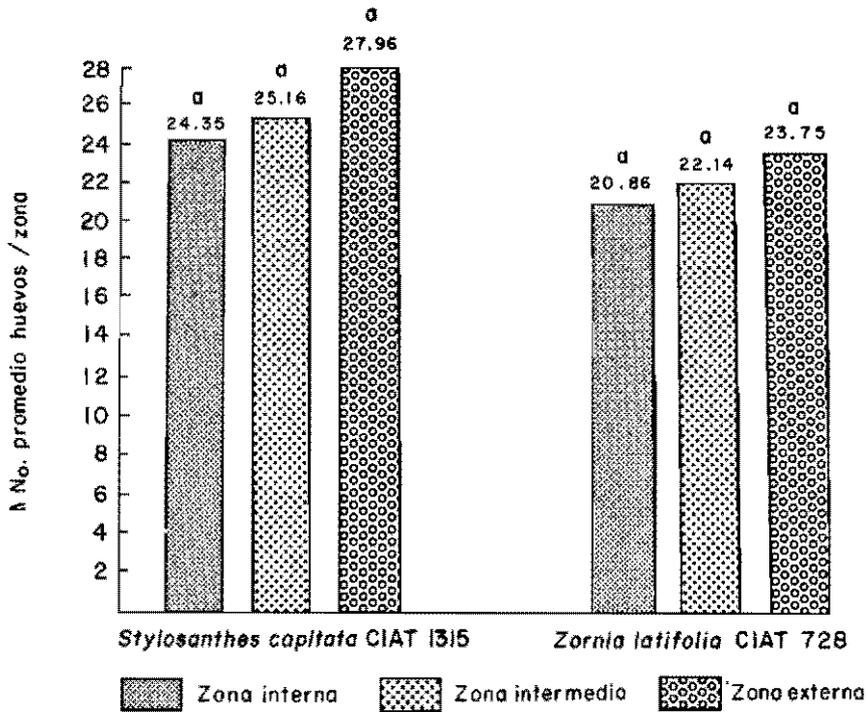


Figura 2. Preferencia de oviposición de *Stegasta bosquella* (Chambers) sobre diferentes zonas convencionales de ramas de plantas de *Stylosanthes capitata* y *Zornia latifolia*.

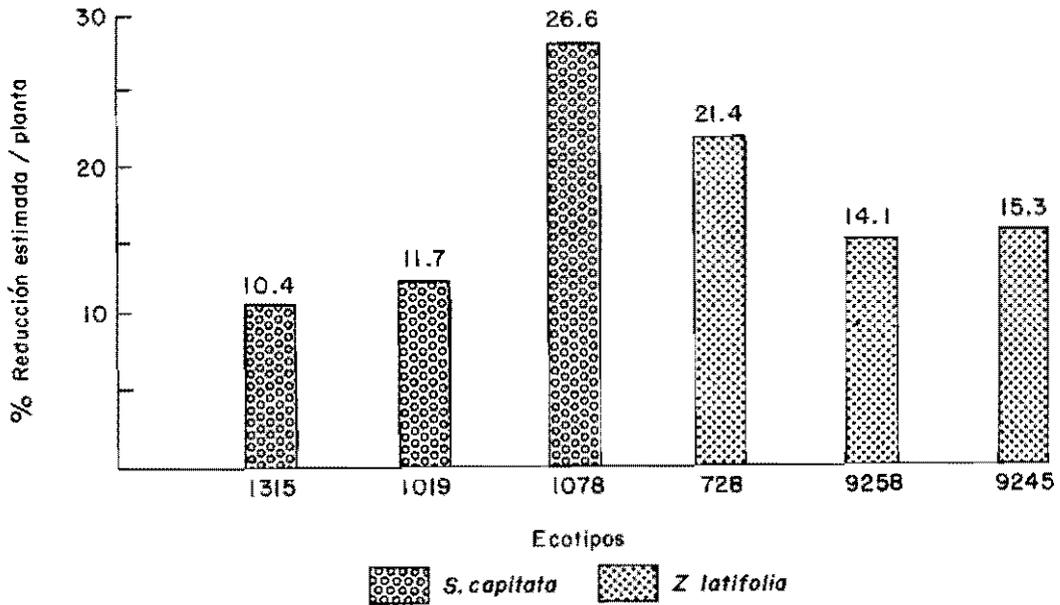


Figura 3. Reducción estimada de producción de semilla de diferentes ecotipos de *S. capitata* y *Z. latifolia* con un nivel de infestación de 1 larva/inflorescencia.

resultados preliminares, se estableció este año otro experimento con material promisorio con el objeto de entender mejor la relación entre la fertilización y la incidencia de plagas y enfermedades.

Cuadro 4. Diferencias en el contenido de N y P en follaje de *D. ovalifolium* con cuatro niveles de fertilización y afectados por diferentes grados de daño de Chrysomelidae.

Nivel de fertilización	No daño	Leve	Daño moderado	Severo
Nitrógeno				
1	1.79 a ¹	1.74 a	1.75 a	1.80 a
2	1.74 a	1.71 a	1.67 a	1.77 a
3	1.71 b	1.74 b	1.71 b	<u>1.82 a</u>
4	2.18 b	2.13 b	2.05 b	<u>2.28 a</u>
Fósforo				
1	0.125 a	0.121 a	0.125 a	0.127 a
2	0.149 a	0.146 b	0.147 b	<u>0.156 a</u>
3	0.141 b	0.145 b	0.144 b	<u>0.157 a</u>
4	0.149 b	0.144 b	0.142 b	<u>0.152 a</u>

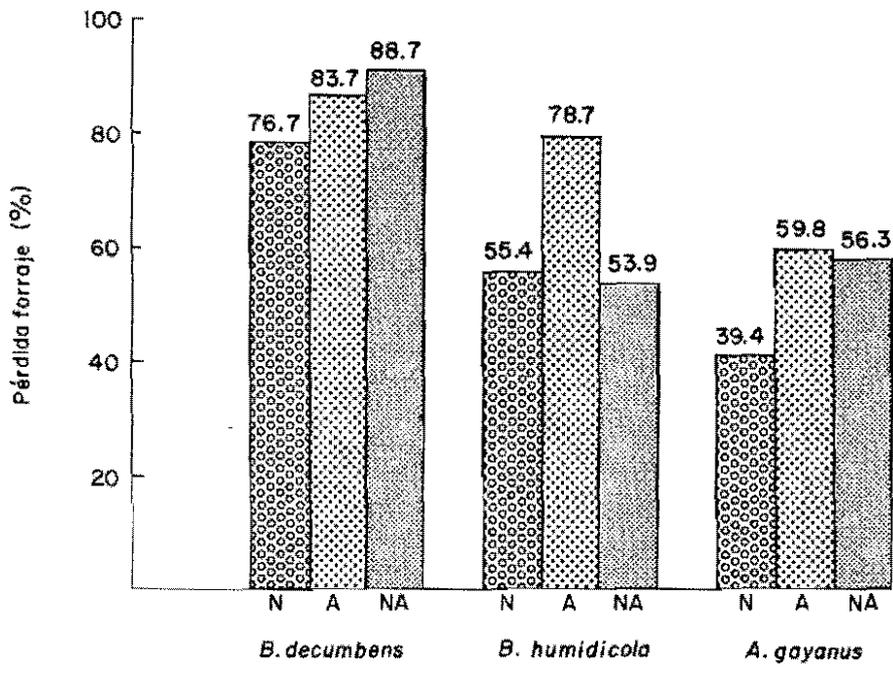
¹ Medias seguidas de las misma letra en las hileras no difieren significativamente al nivel de P = 0.05 (DMS).

Plagas de Gramíneas

Salivita o mión de los pastos (Zulia colombiana - Aeneolamia reducta)

Durante 1981, se intensificaron los estudios para caracterizar el daño del insecto "mión" o "salivita" en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Se condujeron investigaciones en dos lugares, Carimagua y Quilichao, bajo condiciones controladas. Los objetivos de los experimentos fueron estudiar la preferencia de alimentación de la salivita en cuatro gramíneas, y caracterizar el daño de ninfas, adultos y ninfas más adultos en tres gramíneas: *B. humidicola*, *B. decumbens* y *A. gayanus*.

Los resultados mostraron que el daño de los adultos es siempre más severo que el daño de las ninfas aun cuando la población media de adultos sea menor que la población de ninfas (Figura 4). La gramínea



C = Rendimiento control en ausencia salivita:

364 gr/1.25 m² 376.4 gr/1.25 m² 807.4 gr/1.25 m²

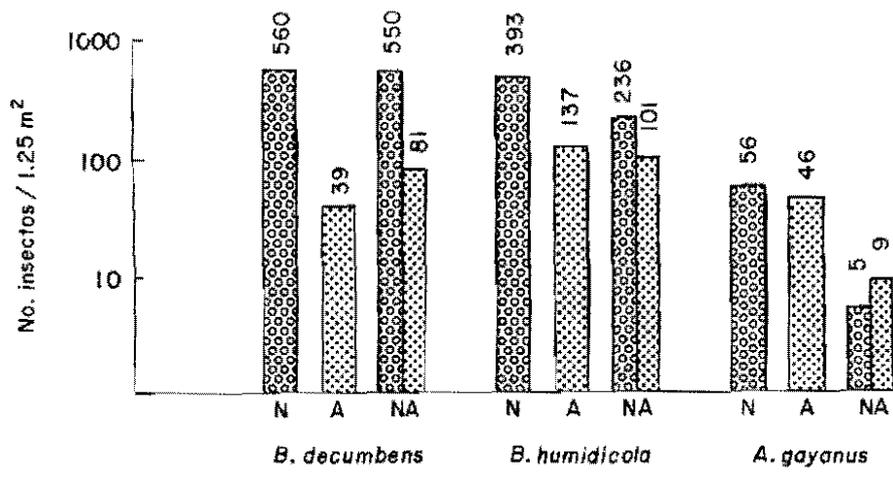


Figura 4. Pérdidas de forraje en tres gramíneas (figura superior) causadas por altos niveles de infestación de ninfas (N), adultos (A) y ninfas más adultos (NA) de salivita de los pastos Zulia colombiana, bajo condiciones controladas. Número promedio de insectos encontrados por tratamiento (figura inferior).

más afectada fue B. decumbens con las pérdidas más altas en rendimiento así como también en muerte de plantas. B. humidicola y A. gayanus presentaron menores pérdidas en la producción. La recuperación (rebrote) en B. decumbens fue baja (más de 90 días) mientras en B. humidicola fue rápido debido a su condición natural. Con referencia a A. gayanus, los rendimientos se vieron afectados aunque la población de salivita no fue alta bajo estas condiciones controladas (Figura 4). Como conclusión general de este estudio, B. decumbens es la gramínea más afectada, considerándose altamente susceptible a este insecto. B. humidicola es tolerante siendo capaz de soportar altas poblaciones del insecto durante períodos largos. Debido a su capacidad natural de producir nuevos brotes, esta gramínea es capaz de recuperarse del ataque de la salivita de los pastos.

En contraste, A. gayanus es considerado un mal hospedero de la salivita. Esta situación posiblemente se debe al hábito de crecimiento de la planta, la cual se ha definido como erecto, formando macollas compactas con muchos tallos y/o la condición pilosa de los tallos especialmente en su parte baja. Por estas y otras características generales el mecanismo de resistencia en A. gayanus se definió como antixenosis.

Estudios de preferencia en alimentación de ninfas de salivita mostraron a B. decumbens como la más preferida y A. gayanus como la menos (Figura 5). Estos resultados concuerdan con los resultados de evaluaciones de campo (infestación de insectos) de diversas gramíneas del banco de germoplasma. Durante este año, se llevaron a cabo estudios preliminares en cuatro gramíneas, B. decumbens, B. humidicola, B. ruziziensis y A. gayanus para considerar la estructura interna de los tallos y su grado de dureza, con la intención de encontrar una explicación al grado de susceptibilidad, resistencia y/o tolerancia de las gramíneas al daño por la salivita de los pastos. Se midió el grosor del tejido esclerenquimatoso, el cual está compuesto por células lignificadas, que dan dureza al tallo como también buena protección al haz vascular. Los resultados mostraron que A. gayanus (Figura 6) tiene estas características en contraste con las especies de Brachiaria estudiadas. Además A. gayanus presenta muchas cubiertas foliares alrededor de sus tallos erectos que dificultan la alimentación de las ninfas jóvenes.

Con el propósito de entender uno de los mejores agentes de control biológico natural de la salivita de los pastos, se continuó en Colombia el reconocimiento en el campo de gramíneas (Cuadro 5). En colaboración con la sección de Fitopatología se evaluó la patogenicidad de ocho razas nativas de Metarhizium sp. usando ninfas y adultos de Zulia colombiana. Resultados preliminares (Cuadro 5) mostraron que es posible obtener bajo condiciones controladas ciento por ciento de control de ninfas y adultos. La importancia de este hallazgo es que es posible en el futuro ayudar al ambiente natural por medio de aspersiones de hongos entomocidas útiles para reducir las poblaciones de salivita de los pastos.

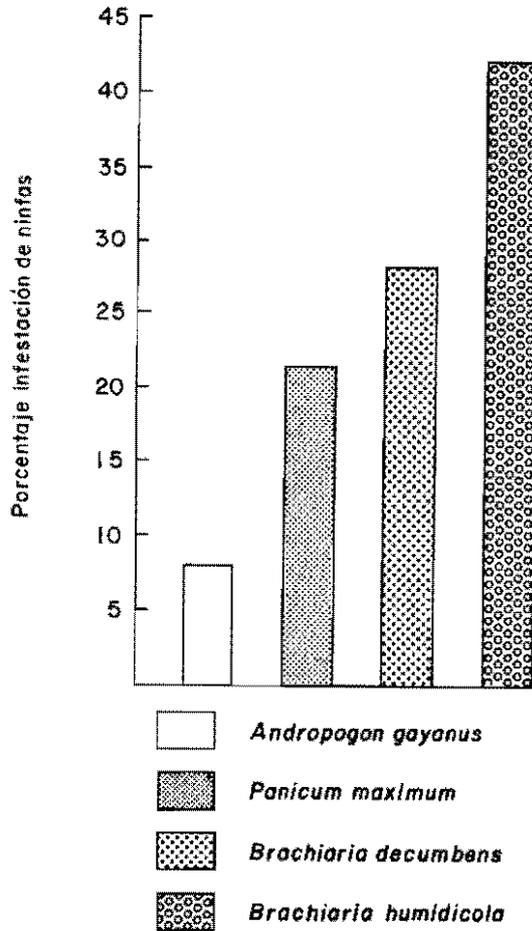


Figura 5. Preferencia de alimentación de ninfas de salivita de los pastos Zulia colombiana en cuatro gramíneas diferentes.

Se completaron estudios sobre el ciclo de vida de la salivita Zulia colombiana (Figura 7) y se continúan estudios sobre un nematodo que afecta ninfas y adultos del insecto.

Afido amarillo

Se continuaron estudios sobre dinámica de poblaciones de este insecto. La Figura 8 muestra los resultados en A. gayanus en Carimagua. La población de áfidos se incrementa rápidamente con las primeras lluvias, alcanzando el mayor número cuando ocurre la mayor precipitación (mayo, junio, julio). Al final de la estación lluviosa la población del áfido comienza a decrecer alcanzando los números más bajos durante la estación seca. Con respecto al efecto de diferentes cargas de pastoreo sobre la población del áfido, se encontró que una carga alta (4.4 animales/ha) durante junio, julio y agosto dio buen control de la población del áfido en comparación con la carga animal baja (2.2 animales/ha (Figura 9).

Andropogon gayanus C-621



127

Figura 6. Sección transversal de un tallo de A. gayanus con 10 semanas de edad.

Cuadro 5. Patogenicidad de diferentes aislamientos de Metarhizium spp. en ninfas y adultos de Zulia colombiana.

Aislamiento	Origen	Hospedero	Patogenicidad	
			Ninfas	Adultos
B 1	Belice	<u>Aeneolamia</u> spp. - adulto	50	100
E 59	Brasil	<u>Deois</u> spp. - adulto	50	83
CAR 1	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - adulto	-	100
CAR 2	Colombia	Suelo - Carimagua	16	-
CAR 3	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - ninfa	33	83
CAR 4	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - ninfa	83	33
CAR 5	Colombia	<u>Aeneolamia reducta</u> - ninfa	33	50
CAR 7	Colombia	<u>Mocis latipes</u> - larva	100*	100*
QUIL 8	Colombia	<u>Zulia colombiana</u> - adulto	33	16

* Raza nativa altamente patogénica a diferentes estados de salivita de los pastos.

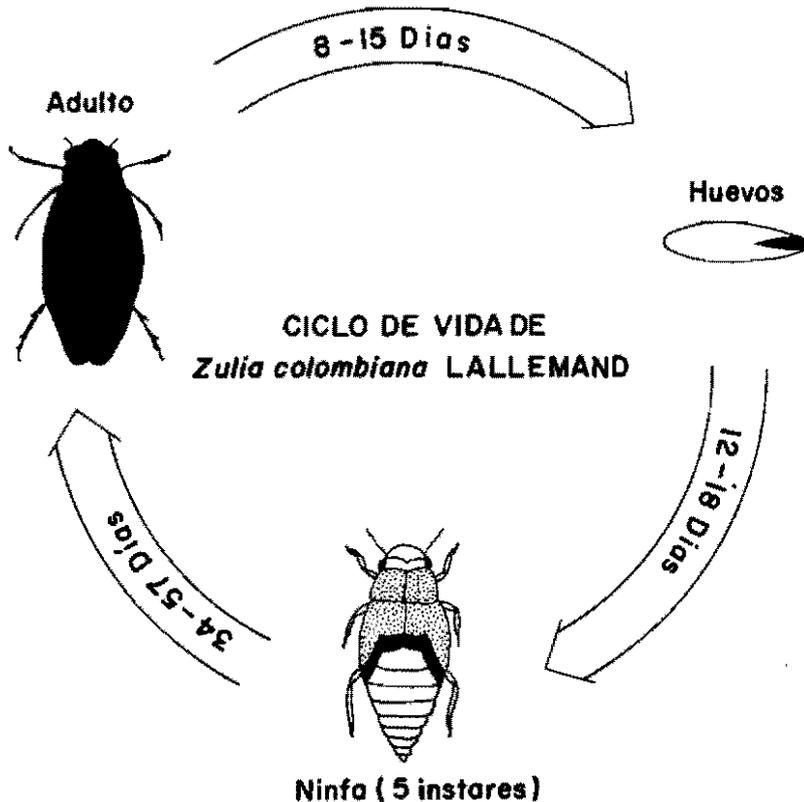


Figura 7. Ciclo de vida de Zulia colombiana Lallemand.

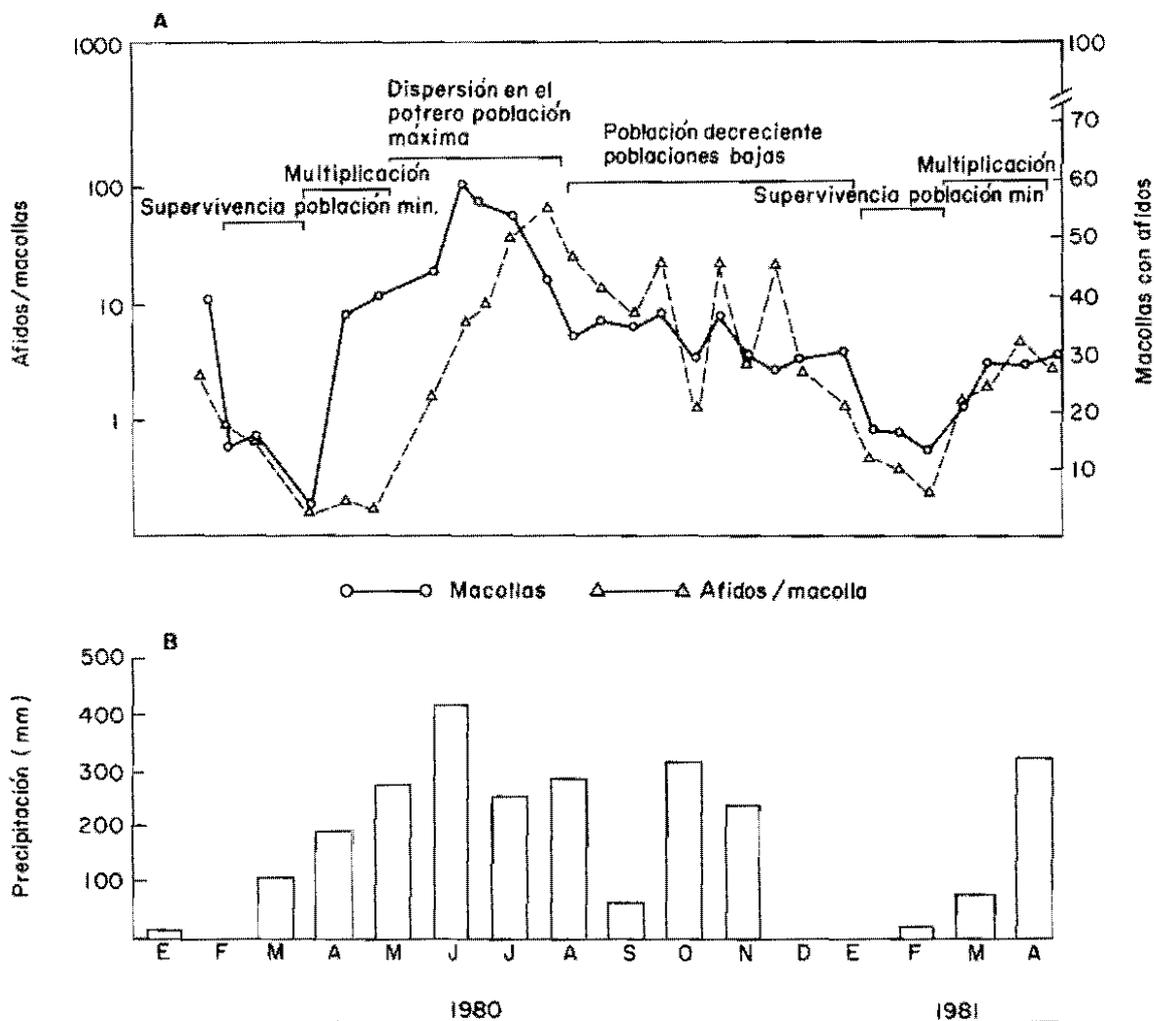


Figura 8. A) Fluctuación de poblaciones del áfido amarillo de la caña de azúcar *Sipha flava* y porcentaje de macollas de *Andropogon gyanus* infestadas, Carimagua 1980-1981. B) Precipitación (mm) durante el mismo período.

También se estudió el efecto de la quema de *A. gyanus* durante la estación seca (enero) sobre la población del áfido amarillo. Esta práctica mantiene la pradera de *A. gyanus* prácticamente libre de infestación del áfido durante el año en comparación con otras prácticas estudiadas (Figura 10). Sin embargo, el uso de la quema se debería considerar cuidadosamente cuando la gramínea está asociada con una leguminosa.

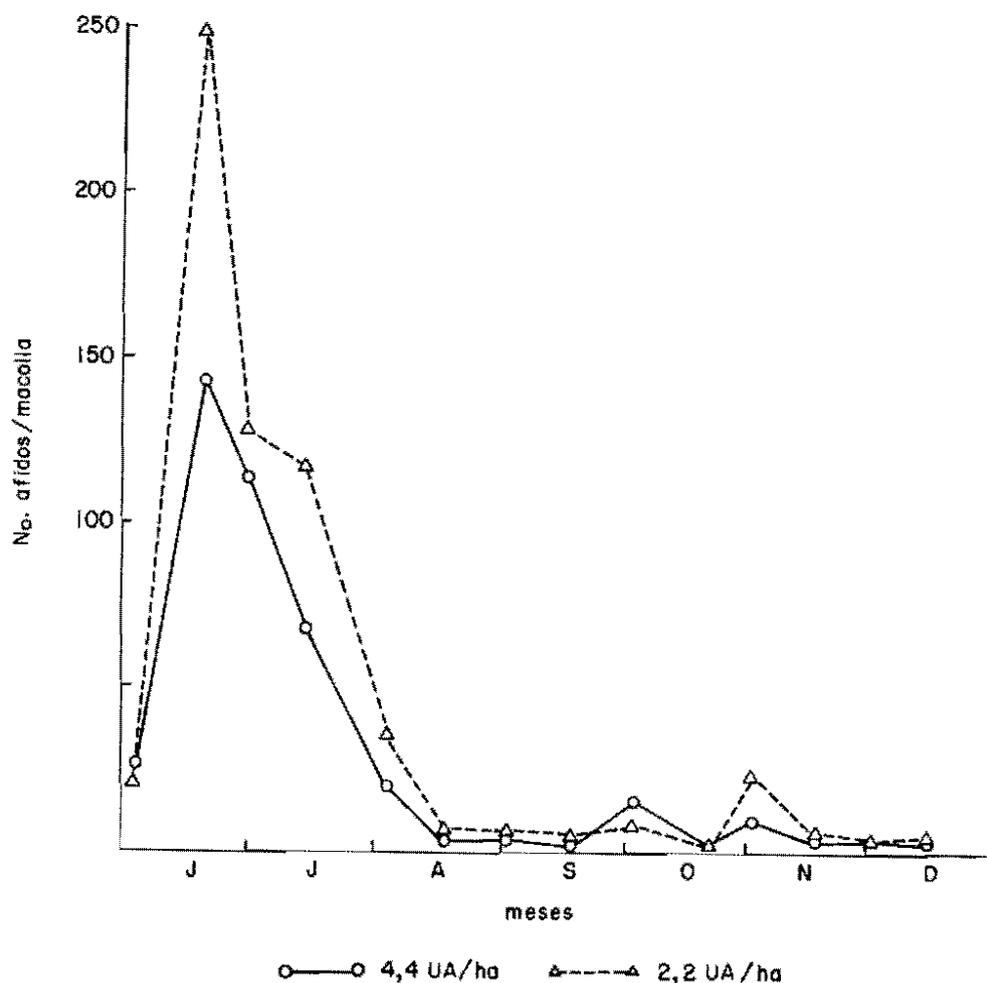


Figura 9. Fluctuación de poblaciones del áfido amarillo *Sipha flava* (Forbes) en dos praderas de *Andropogon gayanus* sometidas a dos cargas diferentes de pastoreo (4.4 animales/ha y 2.2 animales/ha).

Evaluación de Germoplasma

Se continuó durante este año la evaluación de introducciones a las categorías I, II, y III y a las Pruebas Regionales. Como anteriormente se mencionó, se hizo énfasis en los grupos de insectos más importantes definidos como a) insectos comedores y b) insectos chupadores. Como resultado de la evaluación sistemática del germoplasma se definieron los grupos de insectos más importantes que afectan el material vegetal en diferentes ecosistemas (Cuadro 6). Con base en el conocimiento de la interacción insecto-planta durante la estación húmeda, y en busca de una mejor aproximación al sistema de evaluación, se definieron diferentes programas de evaluación del germoplasma de leguminosas, así: una evaluación intensiva al final de la estación lluviosa, dos evaluaciones durante la estación seca, una cuando el suelo aun contenga humedad y

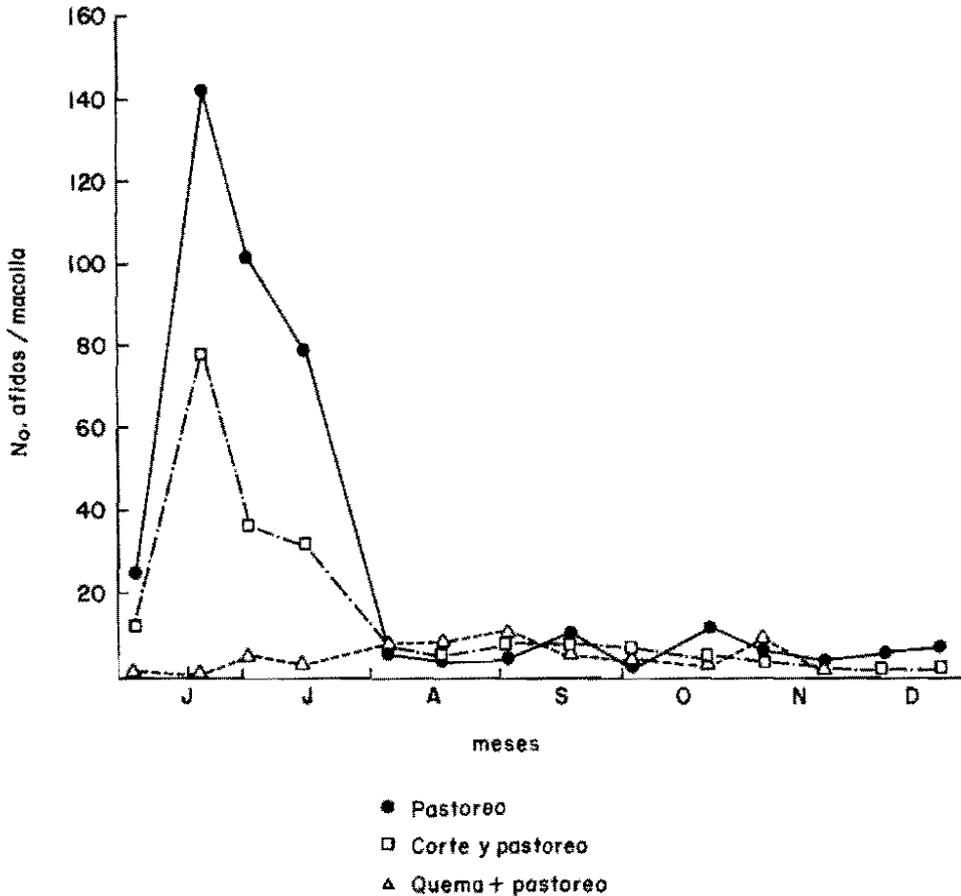


Figura 10. Fluctuación de poblaciones del áfido amarillo *Sipha flava* (Forbes) en tres praderas de *Andropogon gayanus* sometidas a manejos diferentes.

otra en la mitad de la estación seca. Esto se basó en la necesidad de un mejor conocimiento del comportamiento de la planta cuando está sometida al estrés del verano durante el cual, de acuerdo con la estrategia del Programa, el animal debe utilizar la leguminosa como la principal fuente de proteína. De esta manera se espera en el futuro apreciar mejor las pérdidas causadas por el daño de insectos durante este período crítico del año.

Estimaciones preliminares fueron efectuadas de pérdida en cinco leguminosas forrajeras, *S. capitata*, *Zornia latifolia*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* causadas por insectos comedores (Chrysomelidae) (Cuadro 7). Los resultados mostraron que las pérdidas estimadas para cada nivel de daño en las diferentes leguminosas bajo evaluación fueron muy variables entre las especies de plantas y con respecto a la relación hoja-tallo y el tiempo en que se hizo la estimación. Se continuarán los estudios para mejorar esta nueva metodología.

Cuadro 6. Importancia de diferentes grupos de insectos* en relación con el daño causado en leguminosas y gramíneas en varios ecosistemas.

Ecosistema	<u>Stylosanthes</u> spp.	<u>Zornia</u> spp.	<u>Centrosema</u> spp.	<u>Desmodium</u> spp.	<u>Pueraria</u> spp.	<u>Andropogon</u> spp.	<u>Brachiaria</u> spp.
Brasil (CPAC) Sabana isotérmica bien drenada-Cerrado	Ich +++ IC +++ BT + PB +	Ich + IC +++ PB +	Ich + IC ++	IC ++	IC +++		Ich +++
Carimagua Sabana isohipertérmica bien drenada Llanos	Ich +++ IC + BT + PB +	Ich +++ IC + MH + PB +	Ich +++ IC ++	IC ++	IC +++	IC + AF +	Ich +++ P ++
Venezuela (El Tigre) Sabana isohipertérmica bien drenada Llanos	Ich +++ IC ++ BT + PB +	Ich +++ IC ++ A +++	IC +++				Ich +++
Peru (Pucallpa) Bosque estacional semi-siempreverde	Ich +++ IC +++	Ich +++	IC +++	IC +++	IC +++		Ich +++ P +

* Ich = insectos chupadores; IC = insectos comedores; BT = barrenador del tallo; PB = perforador de botones; P = pulgulla; MH = minador de hoja; AF = áfidos; A = araña.

Cuadro 7. Categorías de daño usadas en evaluación de insectos comedores (Chrysomelidae) y estimación final de reducción de la producción de cinco leguminosas.

Grado de daño % area foliar afectada reduc. final producción	1 - No daño		2 - Leve		3 - Moderado		4 - Severo	
	0.0 (kg MS/ha)	(%)	0-10 (kg MS/ha)	(%)	10-20 (kg MS/ha)	(%)	20 (kg MS/ha)	(%)
<u>S. capitata</u>	0.0	0.0	0- 85.4	0-3.3	85.4-170.9	3.3- 6.6	170.9	6.6
<u>Z. latifolia</u>	0.0	0.0	0- 51.1	0-3.1	51.1-102.2	3.1- 6.2	102.2	6.2
<u>D. ovalifolium</u>	0.0	0.0	0-159.8	0-5.3	159.8-319.7	5.3-10.6	319.7	10.6
<u>C. pubescens</u>	0.0	0.0	0-135.4	0-6.4	135.4-270.9	6.4-12.8	270.9	12.8
<u>P. phaseoloides</u>	0.0	0.0	0-199.8	0-7.9	199.8-399.7	7.9-15.8	399.7	15.8

Mejoramiento de Forrajes-Agronomía

La sección tiene responsabilidad en la caracterización agronómica inicial de nuevas introducciones de Andropogon gayanus, Brachiaria spp. y Panicum maximum y en el mejoramiento y estudios genéticos de A. gayanus y Stylosanthes guianensis.

Introducción de Gramíneas

Durante 1981 se continuaron las observaciones en accesiones de Brachiaria spp. y P. maximum, establecidas en Carimagua a comienzos de 1980 (Informe Anual 1980). Con base en calificaciones periódicas de la sanidad general de la planta (enfermedades y daños de insectos), vigor y relación hoja:tallo (solamente en las accesiones de P. maximum), algunas accesiones se muestran suficientemente promisorias para justificar una más detallada evaluación agronómica (Cuadros 1 y 2).

Dos observaciones de precocidad [y floración] y relación hoja:tallo fueron hechas en 1980 en 20 accesiones de A. gayanus en un ensayo en parcelas pequeñas con dos repeticiones, sembrado en Carimagua a comienzos de 1980 (Informe Anual 1980). Las accesiones presentaron un rango considerable de variación en ambos parámetros (Cuadro 3). Sin embargo, no difirieron en el rendimiento de peso fresco total a través de seis cortes entre enero y julio de 1981. Aún no se ha determinado si esta colección de germoplasma de Andropogon gayanus contiene una variación útil que no se presenta dentro de la accesión 621.

Con la reciente llegada de nuevas colecciones importantes de germoplasma de gramíneas, la sección dedicará mayor esfuerzo a la caracterización inicial y multiplicación de estos materiales. Este trabajo se hará inicialmente a nivel de parcelas pequeñas o "jardín de introducciones" en Quilichao y Carimagua.

Mejoramiento y Genética

Andropogon gayanus

A finales de 1980 y en 1981 se obtuvieron datos adicionales de un estudio de genética cuantitativa de familias clonales replicadas, provenientes de la accesión CIAT 621, sembradas en Quilichao y Carimagua a comienzos de 1980 (Informe Anual 1980).

Los análisis de varianza de las variables 1) rendimiento de materia seca, planta entera, 2) número de tallos, 3) relación hoja:tallo y 4) rendimiento de materia seca de las hojas, demuestran la existencia de variación genética significativa para todas las variables con estimativos moderadamente altos de heredabilidad (sentido amplio) (Cuadro 4). Para la interacción "genotipo-localidad" los componentes de la varianza fueron estadísticamente significativos para todas las

variables pero alcanzaron solamente alrededor de la mitad de la magnitud del respectivo componente de varianza para genotipo.

Se encontró una alta correlación genética entre rendimiento total y rendimiento de hojas, mientras la correlación genética entre rendimiento total y porcentaje de hojas fue esencialmente cero (Cuadro 5). Así, la selección por porcentaje de hojas no debería producir ningún cambio en el rendimiento total mientras la selección por rendimiento de hojas debería producir un incremento correlacionado en el rendimiento total.

Cuadro 1. Accesiones promisorias de Brachiaria spp.

No. CIAT	<u>Brachiaria</u> sp.	Calificación promedio sanidad*	Calificación promedio de vigor
664	<u>B. brizantha</u>	4.4	4.2
665	<u>B. brizantha</u>	4.2	4.0
667	<u>B. brizantha</u>	3.4	3.6
6016	<u>B. brizantha</u>	3.6	3.2
6021	<u>B. brizantha</u>	2.4	4.2
6297	<u>B. brizantha</u>	3.8	2.0
6298	<u>B. "híbrida"</u>	3.8	1.8
606 (CK)	<u>B. decumbens</u>	2.6	4.0
Rango para 25 accesiones**		1.8-5.0	1.8-5.0

* Promedio de 5 evaluaciones desde Septiembre 1980 a Agosto 1981.

** El ensayo incluye 4 accesiones de B. humidicola.

Cuadro 2. Accesiones promisorias de Panicum maximum.

No. CIAT	Calificación promedio sanidad*	Calificación promedio de vigor**	Calificación promedio relación hoja:tallo**
673	4.2	4.7	3.3
689	3.0	4.7	5.0
6000	3.0	3.3	4.0
6168	4.2	3.7	4.3
6179	3.8	3.0	4.3
604 (Common)	2.0	1.7	1.3
622 (Makueni)	2.8	3.0	4.3
Rango entre 36 accesiones	1.6-4.2	1.0-5.0	1.3-5.0

* Promedio de 5 calificaciones desde septiembre 1980 a agosto 1981.

** Promedio de 3 calificaciones desde septiembre 1980 a agosto 1981.

Cuadro 3. Precocidad de floración y relación hoja:tallo en accesiones de A. gayanus en Carimagua.

No. CIAT	Calificación promedio precocidad*	Calificaciones de relación hoja:tallo**		
		Sep. 1980	Nov. 1980	Media
621	1.6	2.5	3.5	3.0
635	2.4	3.8	3.3	3.5
6053	2.3	4.0	2.5	3.3
6054	1.9	2.5	2.8	2.6
6201	3.0	5.0	3.0	4.0
6202	2.9	5.0	4.5	4.8
6203	3.0	5.0	4.0	4.5
6204	1.3	1.0	3.8	2.4
6205	3.0	3.0	3.8	3.4
6206	2.1	3.5	4.0	3.8
6207	2.8	4.3	3.5	3.9
6208	2.9	3.8	3.0	3.4
6209	3.0	4.3	3.0	3.6
6210	3.0	4.8	3.8	4.3
6211	2.8	4.5	3.5	4.0
6212	2.8	5.0	3.5	4.3
6213	1.4	2.3	3.0	2.6
6214	2.3	2.0	2.5	2.3
6243	1.0	1.5	5.0	3.3
Compuesto	1.8	2.0	3.0	2.5

* Promedio de 2 repeticiones en dos fechas con base en una escala de 1 (precoz) a 3 (tardío).

** Relación hoja:tallo con base en una escala de 1 (mucho tallo) a 5 (muchas hojas).

Cuadro 4. Estimativos de promedio, heredabilidad y componentes de varianza para cuatro caracteres en Andropogon gayanus, CIAT 621*.

Carácter	Promedio \pm D.S	H^2	Comp. var.**	
			Gen.	Gen.-Loc.
No. de tallos	22.1 \pm 0.31	0.59	94.1	55.9
Peso seco (g/pl)	197.9 \pm 2.12	0.59	4333.6	2555.7
% hoja	41.1 \pm 0.26	0.69	114.8	50.6
M.S. hoja (g)	75.5 \pm 0.80	0.63	961.4	599.2

* Estimativos basados sobre dos cortes de 200 clones con dos repeticiones de plantas individuales en Carimagua y Quilichao.

** Todos los estimativos de los componentes de varianza difieren significativamente del cero ($P < 0.0001$).

Cuadro 5. Estimativos de correlación genética en Andropogon gayanus CIAT 621*.

	M.S. hoja	% hoja	No. tallos
Peso seco (g)	0.88	0.07	0.55
Peso hoja (g)		0.58	0.24
% hoja			-0.43

* Estimativos basados en dos cortes de 200 clones con dos repeticiones de plantas individuales en Carimagua y Quilichao.

El estimativo de heredabilidad para rendimiento de peso fresco en cada uno de los cinco cortes entre el 31 de marzo y el 28 de julio de 1981 en Carimagua fue moderadamente alto (Cuadro 6). Debido a una interacción "genotipo-corte", no-significativa, el estimativo de heredabilidad para el rendimiento total (o promedio) a través de los cortes fue bastante alto.

El porcentaje de proteína y digestibilidad in vitro fue medido en fracciones de hojas y de tallos, separadas a mano, en dos épocas de corte en Quilichao. Se encontró variación genética significativa para todas las variables en ambas épocas excepto para porcentaje de digestibilidad de las hojas en una época (Cuadro 7). Sin embargo, los estimativos de correlación genética entre fechas variaron mucho (de 0.62 a -0.34) lo cual sugiere que los valores relativos de los genotipos para estos componentes de calidad no son necesariamente estables a través de las épocas. Por lo tanto, la evaluación en una época puede no identificar aquellos genotipos con altos valores en promedio a través del año.

Cuadro 6. Estimativos de rendimiento de peso fresco y heredabilidad en Andropogon gayanus, CIAT 621, en cinco cortes en Carimagua*

Fechas de corte (1981)	Rendimiento + D.S.**	Heredabilidad***
31 marzo	34.1 ± 0.75	0.58
24 abril	111.9 ± 2.02	0.69
15 mayo	110.8 ± 2.07	0.69
8 junio	157.5 ± 2.79	0.72
27 julio	137.7 ± 2.18	0.77
A través de cortes	110.4 ± 0.93	0.93

* Estimativos basados en 200 clones con 2 repeticiones de plantas individuales.

** Gramos por planta.

*** Todos los estimativos de los componentes de varianza genética fueron significativamente diferentes del cero ($P < 0.0001$).

Cuadro 7. Porcentaje de proteína in vitro y digestibilidad de fracción de hoja y tallo de Andropogon gayanus, CIAT 621**.

Fecha	Porcentaje de proteína					
	Hoja		Corr. gen. entre fechas	Tallo		Corr.gen. entre fechas
	Promedio + D.S.	H ²		Promedio + D.S.	H ²	
XI-80	10.2 + 0.11	0.59**	0.62	5.3 + 0.10	0.70***	0.05
II-81	6.5 + 0.08	0.73***		2.5 + 0.04	0.66**	

Fecha	Porcentaje de digestibilidad					
	Hoja		Corr. gen. entre fechas	Tallo		Corr.gen. entre fechas
	Promedio + D.S.	H ²		Promedio + D.S.	H ²	
XI-80	49.5 + 0.26	0.79***	-0.34	47.4 + 0.46	0.82***	0.30
II-81	38.9 + 0.36	--		34.4 + 0.35	0.73***	

* Estimativos tomados de 20 clones con 2 repeticiones de plantas individuales en Quilichao.

, Los componentes de varianza genética difieren de cero, $P < 0.05$ ó $P < 0.01$, respectivamente.

En Quilichao se midió la altura de planta en dos fechas y la longitud de entrenudos en una fecha en 1981. Ambas variables mostraron heredabilidades moderadamente altas. La selección por longitud de entrenudo debería ser tan efectiva en modificar la altura de la planta como la selección directa por altura. La selección por menor longitud de entrenudo debería resultar en menor altura de la planta sin afectar el número de nudos o de hojas (Cuadro 8).

Los resultados hasta la fecha indican que la variación fenotípica para un número de variables en A. gayanus 621 es predominantemente genética. Por lo tanto, la selección para modificar tales caracteres debería ser muy efectiva a menos que la variación genética sea mayormente no-aditiva o a menos que exista una importante interacción genotipo-año.

Se investigó en 1981 un método más eficiente de separación de hoja y tallo. Plantas enteras fueron picadas en un cortador de forraje y las fracciones de hoja y tallo separadas pasando el material picado a través de una limpiadora de semilla por ventilación. Los valores de heredabilidad para el porcentaje de hojas separadas de esta manera no fueron tan altos como cuando se realizó la separación a mano. Sin embargo, el menor costo de la separación mecánica la hace una técnica atractiva para determinaciones rutinarias de relación hoja:tallo.

Cuadro 8. Estimativos de promedios y heredabilidad para altura de planta o longitud de entrenudos en Andropogon gayanus CIAT 621 en Quilichao.

Fecha	Promedio \pm D.S.	H ²	H ² (1 Rep.) (selección masal)
Altura de planta (cm)			
II -81	184.2 \pm 0.58	0.84	0.72
VIII-81	201.5 \pm 1.00	0.66	0.49
Correlación genética entre fechas =		0.59	
Longitud de entrenudo (3 mediciones por planta)			
VIII-81	25.6 \pm 0.11	0.66	0.50
Longitud de entrenudo (1 medición por planta)			
VIII-81	25.6 \pm 0.11	0.53	0.36

Stylosanthes guianensis

La antracnosis (Colletotrichum spp.) ha demostrado ser una enfermedad devastadora en la mayoría de las introducciones de S. guianensis. Los trabajos de mejoramiento y genética buscan principalmente clarificar las bases genéticas de la resistencia a la antracnosis y obtener niveles más altos de resistencia estable. Estudios adicionales de la metodología del mejoramiento proveerán información que facilitará el manejo y evaluación del germoplasma.

Estudios genéticos

El experimento para estudiar la segregación genética por reacción a la antracnosis en progenies F₂ de seis cruces, tardío x común (Informe Anual 1980) no logró establecerse satisfactoriamente, por lo cual los datos obtenidos son incompletos. Sin embargo, algunos de los resultados logrados sugieren dos puntos importantes (Cuadro 9): primero, la evaluación de la reacción a la enfermedad con base en plantas individuales (por ejemplo en poblaciones F₂), no es del todo confiable, y la evaluación en progenies segregantes debe ser postergada por lo menos hasta la generación F₃ cuando es factible establecer las familias en parcelas repetidas; segundo, parece que dentro de una población F₂ se pueden encontrar segregantes con mayor resistencia que la de cualquiera de los dos padres.

Cuadro 9. Calificación* por resistencia a antracnosis en los padres (común y tardío) y los F₁ y F₂ replicados vegetativamente**.

Genotipo	Repetición				Media
	I	II	III	IV	
<u>Padres:</u>					
184 (común)	5.0, ---	---, ---	5.0, 4.5	---, ---	4.8
2160 (tardío)	4.5, ---	---, ---	---, ---	---, ---	4.5
F ₁ (184 x 2160)	4.0, 5.0	2.5, 4.5	1.0, ---	4.5, ---	3.6
<u>F₂ genotipo No.</u>					
1	5.0	3.5	3.0	2.0	3.4
2	4.0	4.0	-	4.5	4.2
4	1.5	1.0	2.0	2.5	1.8
5	1.5	1.0	1.0	2.0	1.4
7	4.5	4.5	-	5.0	4.7
9	0.0	-	0.0	0.0	0.0
12	2.0	3.5	1.0	-	2.8
13	5.0	1.0	4.5	5.0	3.9
16	4.0	3.0	2.5	2.5	3.0
17	4.5	3.5	3.5	-	3.8
18	2.5	3.5	3.0	-	3.0
19	5.0	5.0	3.0	5.0	4.5
23	2.5	3.0	5.0	4.5	3.5
28	5.0	5.0	3.5	-	4.5

* Escala de calificación de 0 (sin síntomas) a 5 (planta muerta).

** Calificación hecha en agosto de 1981, 11 meses después del trasplante en Carimagua. Solamente se presentan datos de los genotipos F₂ con 3 o más repeticiones.

--- Planta perdida.

Mejoramiento

Durante 1981 se realizó una serie dialélica de cruces utilizando 10 padres. Estos fueron seleccionados por supervivencia superior en el campo en Carimagua (principalmente debido a resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo). El objetivo de este proyecto de cruzamiento es desarrollar líneas con mayor resistencia a la antracnosis y al barrenador en combinación con alta producción de semilla. En 1983 las familias F₃ de estos 45 cruces deberán estar bajo evaluación en pruebas de campo en Carimagua.

Otros estudios

Fotoperíodo. En el Informe Anual de 1980 el efecto positivo del tratamiento de días cortos para acelerar la floración en nueve

introducciones de *S. guianensis* "tardío" fue presentado. Este resultado suministra un método sencillo pero eficaz para recortar la duración de la generación en un programa de mejoramiento. Un experimento posterior se hizo para determinar la edad óptima para iniciar el tratamiento de días cortos para lograr un mínimo de tiempo entre la siembra y la floración. Tres introducciones de *S. guianensis* "tardío" se sometieron a tratamientos de días cortos (9 horas/día) a la edad de 0, 4, 8, 12 ó 16 semanas, y se llevaron registros de fecha de iniciación de la floración. Se encontró como en el estudio anterior, que existen diferencias entre introducciones en cuanto a su precocidad (Cuadro 10). También se encontró un estado juvenil cuando la planta no es sensible al fotoperíodo corto. El fotoperíodo corto prolongó el período juvenil. La edad óptima para comenzar el tratamiento de días cortos que resulta en la mayor precocidad fluctúa entre introducciones entre 4 y 12 semanas. Así que no existe un tratamiento óptimo común para todo genotipo. Comenzar el tratamiento de días cortos en plantas de ocho semanas de edad debe resultar en una reducción significativa en el tiempo hasta la floración respecto al tratamiento de días cortos desde la siembra o respecto a plantas no tratadas.

Cuadro 10. Número en promedio de días transcurridos desde la siembra o desde la iniciación del tratamiento de días cortos hasta la floración en tres accesiones de *Stylosanthes guianensis* "tardío".

Tratamiento*	Días transcurridos desde siembra a floración			Días transcurridos desde la iniciación del trata- miento de días cortos		
	No. de la accesión			No. de la accesión		
	1280	1283	1959	1280	1283	1959
Testigo**	253.0 ^d ***	180.0 ^d	194.0 ^d	-	-	-
0	202.5 ^c	163.5 ^d	175.5 ^{cd}	202.5 ^c	163.5 ^d	175.5 ^c
4	220.0 ^c	86.5 ^a	187.0 ^d	192.0 ^c	58.5 ^a	159.0 ^c
8	208.0 ^c	115.0 ^b	141.0 ^a	152.0 ^b	59.0 ^a	85.0 ^b
12	155.5 ^a	135.5 ^c	155.5 ^{ab}	71.5 ^a	51.5 ^a	71.5 ^{ab}
16	183.0 ^b	163.0 ^d	165.5 ^{bc}	71.0 ^a	51.0 ^a	53.5 ^a

D.M.S._{.05} = 19.04

* Edad en semanas en el momento de iniciar el tratamiento de días cortos.

** Plantas continuamente bajo el fotoperíodo natural (+ 12 horas).

*** Valores dentro de columnas seguidos por la misma letra no difieren significativamente a nivel de probabilidad = 0.05.

Métodos de establecimiento. En 1981 se estableció en Quilichao y Carimagua un ensayo para determinar el efecto de tres métodos de establecimiento (siembra directa, trasplante de plántulas y trasplante

de tallos enraizados) sobre el hábito de crecimiento, producción y persistencia de 12 introducciones de S. guianensis. Se sabe que el trasplante modifica la morfología de la raíz, lo cual podría resultar en diferencias en cuanto a resistencia a sequía, extracción de nutrimentos y otros caracteres importantes relacionados con la raíz. Es de particular interés determinar si existe una interacción entre accesión y método de siembra. Tal interacción, de ser significativa, sugeriría la necesidad de evitar el trasplante en ensayos de evaluación dado que los resultados obtenidos en ensayos trasplantados posiblemente no reflejen el desempeño real de plantas propagadas por semilla.

Mejoramiento de Leguminosas

Stylosanthes capitata

La selección continuó en líneas F_3 establecidas en Carimagua a principios de agosto 1980, provenientes de las más vigorosas selecciones F_2 de los dos cruces 1078 x 1019 (tardío x temprano) y 1019 x 1097 (temprano x tardío). Las selecciones F_2 combinan alta producción de materia seca y semilla, con resistencia a antracnosis, barrenador del tallo y sequía. Todas las líneas F_3 crecieron en surcos, y cada línea fue replicada dos veces. La fertilización presiembra al voleo fue de 50 kg/ha de superfosfato triple, 100 kg/ha de carbonato de calcio, 100 kg/ha de sulfomag y los elementos menores Mo, Zn, Cu, B. El objetivo fue seleccionar, dentro de aplicaciones bajas pero adecuadas de fertilizante, aquellos tipos más eficientes en el uso de nutrimentos.

La época de la floración se determinó en todas las líneas en noviembre de 1980, y en febrero de 1981 se seleccionaron las plantas más vigorosas en cada línea F_3 . La última calificación de vigor de todas las plantas se hizo en marzo de 1981. En ambos cruces se hicieron comparaciones entre las líneas F_3 y los padres en cuanto a vigor, floración y producción de semilla (Cuadros 1 y 2).

El Cuadro 1 muestra que en el cruce 1078 x 1019, cerca de la mitad de las plantas en la mayoría de las líneas F_3 del padre 1078 de mayor producción tuvieron un vigor calificado en 3. Sin embargo, en la calificación de vigor 4, el 67% de las líneas F_3 tuvieron de 16-37% de plantas con producción significativamente mayor que el 9% de las plantas del padre 1078. El Cuadro 2 muestra que en el cruce 1019 x 1097 y en la calificación de vigor 3, la mitad de las líneas F_3 tuvieron más de 50% de plantas con producción significativamente mayor que el 42% de las plantas del padre 1097 de alta producción. En vigor 4 no hubo plantas 1097, pero sí hubo de 10.5 a 27.5% de plantas de todas las líneas F_3 . El ecotipo 1019 fue de más temprana floración que todas las líneas en ambos cruces. Sin embargo, 83% de las líneas seleccionadas del cruce 1078 x 1019 y 46% del cruce 1019 x 1097 tuvieron producción significativamente más alta de semillas que el progenitor 1019, llegando a ser en algunas superior al doble de la semilla de aquel. Todas las líneas F_3 mostraron alta resistencia al barrenador heredada principalmente del progenitor 1019. No se presentaron en las líneas F_3 problemas de antracnosis.

Las selecciones F_3 incluyeron plantas individuales que combinan alta producción de materia seca y semilla con resistencia al barrenador del tallo y sequía. Hubo 35 selecciones F_3 de 1078 x 1019 y 106 de 1019 x 1097. Este último cruce produjo cantidades notoriamente más altas de líneas promisorias que el 1078 x 1019. Las poblaciones F_4 de las selecciones F_3 se establecieron en junio de 1981 en Carimagua.

Cuadro 1. Evaluaciones en Carimagua, marzo 1981, de vigor y producción de semillas en selecciones F₃ de S. capitata 1078 x 1019. (Observaciones de floración, noviembre 1981).

No. plantas evaluadas	Línea	No. plantas evaluadas (%)*	Vigor 3 80 g/planta (%)*	Vigor 4 140 g/planta (%)*	Floración temprana noviembre (%)*	Producción semilla 10 plantas/línea g semilla pura
160	1	80.0	47.0 a	31.0 a	45.0 b	2.42 abc
182	2	91.0	50.0 a	37.0 a	47.0 b	2.36 abcd
182	3	91.0	53.0 a	6.0 ef+-	20.5 c	2.31 abcd
168	5	84.0	29.0 ab+	17.5 bc	26.5 c	2.64 ab
172	9	86.0	53.5 a	23.5 b	27.0 c	1.79 cde
180	10	90.0	54.0 a	15.5 cd-	22.5 c	3.02 a
166	11	83.0	41.0 a	9.0 de-	21.5 c	2.11 bcde
175	12	87.5	38.5 ab+	36.0 a	24.5 c	2.40 abc
188	14	94.0	58.0 a	24.0 b	40.0 b	3.01 a
183	15	91.5	47.0 a	16.5 c	21.0 c	1.71 cde
144	16	72.0	28.5 ab+	16.0 c	26.0 c	1.67 def+
165	19	82.5	41.0 a	11.5 cde-	26.0 c	1.46 ef+
166	1078	83.0	56.0 a	9.0 de	1.5 d	0.61 g
159	1019	79.5	2.5 b	0.0 f	79.5 a	0.99 fg-
DMS	5%		36.8	12.5	8.2	0.71
CV			39.87	32.31	12.42	16.32

1078 x 1019

+ = No difieren de 1019; - = No difieren de 1078.

Los promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% según la prueba de rango múltiple de Duncan.

* El % es dado con base en el número original de plantas.

Cuadro 2. Evaluaciones en Carimagua, marzo 1981, de vigor y producción de semillas en selecciones F₃ de *S. capitata* 1019 x 1097. (Observaciones de floración, noviembre 1980).

No. plantas evaluadas	Línea	No. plantas evaluadas (%)*	Vigor 3 80 g/planta (%)*	Vigor 4 140 g/planta (%)*	Floración temprana noviembre (%)*	Producción semilla 10 plantas/línea g semilla pura
183	25	91.5	62.5 a	14.5 b	37.5 def	1.90 abcdef
169	30	84.5	43.5 bcde-	12.0 b	40.5 def	2.31 ab
175	31	87.5	50.0 abc-	15.0 b	44.5 cd	1.68 bcdef
178	33	89.0	56.0 abc-	18.5 ab	52.0 bc	2.24 abc
166	34	83.0	49.0 abcd-	27.5 a	45.0 cd	2.06 abcd
137	35	68.5	25.0 f	18.5 a	33.0 fg	2.49 a
170	36	85.0	29.5 ef-	12.5 b	49.5 bc	1.34 fg+
143	37	71.5	34.0 def-	12.5 b	49.5 bc	1.38 efg+
158	41	79.0	54.0 abc-	16.0 b	56.0 b	2.05 abcde
149	43	74.5	32.5 ef-	16.0 b	43.5 cde	1.48 defg+
139	45	69.5	19.5 fg+	10.5 b	35.0 ef	1.37 fg+
180	46	90.0	58.0 ab-	14.5 b	25.5 g	1.58 cdefg+
188	47	94.0	53.5 abc-	12.5 b	40.0 def	1.49 defg+
168	1019	84.0	6.0 g	0.0 c	84.0 a	0.99 gh-
148	1097	74.0	42.0 de	0.0 c	4.0 h	0.39 h
DMS	5%		15.5	9.6	8.8	0.67
CV			17.63	33.36	9.65	19.07

1019 x 1097

+ = No difieren de 1019; - = No difieren de 1097.

Los promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% según la prueba de rango múltiple de Duncan.

* El % es dado con base en el número original de plantas.

Se evaluó la resistencia a antracnosis en poblaciones F_4 en CIAT-Palmira después de inoculadas con una mezcla de seis razas altamente patogénicas. La mitad de las líneas tuvo un promedio de 80% de plantas con reacción sistémica, y el resto tuvo un promedio de 20% con tal reacción. En todas las líneas, las plantas vigorosas con una reacción localizada en las hojas se seleccionaron fácilmente.

Centrosema pubescens

Previamente, Centrosema macrocarpum 5062 proporcionó una fuente de tolerancia a la elevada acidez en el cruce C. pubescens 5052 x C. macrocarpum 5062. Fuentes adicionales de tolerancia a la acidez fueron investigadas al sembrar 135 introducciones de Centrosema en macetas con suelo Oxisol de Carimagua por cuatro meses. Las macetas recibieron rhizobium y el equivalente a un total de 18 kg/ha de todos los nutrimentos esenciales. A la cosecha se evaluó la tolerancia a la acidez con base en el crecimiento y grado de amarillamiento de la hoja. Los resultados en el Cuadro 3 muestran que hubo una correlación negativa entre el grado de tolerancia a la acidez y absorción de Al. Hubo 10 introducciones altamente tolerantes a la acidez, principalmente C. macrocarpum.

Cuadro 3. Calificación de 135 introducciones de Centrosema por tolerancia a la acidez después de crecer en suelo Oxisol de Carimagua, y relación entre tolerancia a la acidez y contenido de Al en los ápices.

Calificación tolerancia ⁺ a la acidez (No. introducciones)	Especies ⁺⁺ y (No. introducciones)	4 introd. al azar promedio MS/maceta* (promedio ppm Al ⁺⁺⁺)
Muertas (16)	<u>C. schottii</u> (10)	----
	<u>C. pascuorum</u> (3)	
1 (30)	<u>C. virginianum</u> (10)	1.04 (764)
	<u>C. pubescens</u> (5)	
	<u>C. acutifolium</u> (3)	
2 (79)	<u>C. pubescens</u> (49)	2.03 (198)
	<u>C. plumieri</u> (4)	
3 (10)	<u>C. macrocarpum</u> (6)	2.74 (53)
	<u>C. schiedeanum</u> (1)	
	<u>Centrosema</u> sp. (3)	

⁺ 1, 2, 3, baja, media y alta tolerancia, respectivamente.

⁺⁺ Solamente las principales especies enumeradas.

⁺⁺⁺ Al de cada replicación.

* Mínima diferencia significativa 0.45 ($P < 0.001$) calculada del análisis de varianza. Coeficiente de correlación entre Al y materia seca -0.96.

La evaluación de tolerancia a la acidez y al Al en poblaciones de seis cruces de Centrosema pubescens, y del cruce C. pubescens 5052 x C. macrocarpum 5062 continuó en cultivo en arena y en suelo Oxisol de Carimagua. La solución de cultivo en arena contuvo todos los nutrimentos esenciales, con 0.5 ppm de P, 1 ppm de Ca y 1 ppm de Mg, pH a 4.2 y 5 ppm de Al al final del experimento. En cinco experimentos en cultivo en arena fueron evaluadas 3000 plantas F₂ del cruce C. pubescens-C. macrocarpum. En tres de estos experimentos 2500 plantas F₂ de cuatro cruces de C. pubescens fueron también evaluadas. El Cuadro 4 muestra los resultados de la última evaluación en cultivo de arena usando 4.5 ppm de Al. Entre los padres de Centrosema sólo C. macrocarpum 5062 mostró tolerancia a alta acidez y Al. Este carácter fue transferido al 20% de las poblaciones F₂ del cruce C. pubescens 5052 x C. macrocarpum 5062. Ninguna de las poblaciones F₂ del cruce C. pubescens 5052 x 5210 fueron altamente tolerantes.

Cuadro 4. Tolerancia a la acidez de F₂ y padres de cruces de Centrosema en cultivo de arena.

Experimento f ⁺	No. plantas por calificación ⁺⁺			No. de plantas altamente tolerantes a la acidez
	1	2	3	
5052 (C.p)*	0	97	0	0
5062 (C.m)*	0	36	67	65
5210 (C.p)	0	98	0	0
F ₂ 5052 x 5062	250	265	132	20
F ₂ 5052 x 5210	410	201	0	0

$$\chi^2 (8) = 730.24; P < 0.01$$

⁺ Nivel de Al en el cultivo de arena, 4.5 ppm.

⁺⁺ 1, 2, 3, baja, media, alta tolerancia a la acidez, respectivamente.

* C.p = Centrosema pubescens; C.m = Centrosema macrocarpum.

El crecimiento de las selecciones tolerantes al Al de los varios experimentos hechos en cultivo de arena, incluyendo el experimento F en Oxisol de Carimagua, dió resultados variables. El 20% de las plantas presentó amarillamiento y crecimiento deficiente, 60% moderado crecimiento y leve amarillamiento, y cerca del 20% presentó crecimiento vigoroso y color verde. La discrepancia entre los resultados del cultivo de arena y el suelo de Carimagua se explica por los siguientes resultados en las poblaciones F₃ relativamente uniformes, cultivadas y evaluadas en bandejas con suelo Oxisol de Carimagua. Las semillas F₃ se produjeron de las selecciones F₂ tolerantes a la acidez cultivadas en terrenos de CIAT.

En las bandejas con Oxisol de Carimagua hubo 100 plantas por cada línea F₃ por bandeja. Se agregó rhizobium y se aplicaron

restringidamente nutrimentos esenciales cada semana. El Cuadro 5 da los resultados sobre tolerancia y niveles foliares de N, Ca, Al, Mg en 96 líneas F_3 del cruce C. pubescens-C. macrocarpum y los padres. Todas las líneas tenían niveles relativamente bajos de Al demostrando que la selección en el cultivo de arena había sido efectiva. Sin embargo, sólo 10% de las líneas tuvieron alta tolerancia, debido aparentemente a la eficiente absorción de Ca indicada por el alto nivel foliar de Ca. Este carácter fue heredado de C. macrocarpum 5062, y debería dar a las raíces la habilidad de extraer las pequeñas cantidades de Ca en los subsuelos ácidos y así penetrarlos profundamente. Se presentó una eficiente absorción de Ca a un grado más bajo en el 75% de las líneas con tolerancia media. El progenitor C. pubescens 5052 y el 15% de las líneas híbridas tuvieron baja tolerancia en el Oxisol de Carimagua y una absorción baja similar de Ca, pero todas tuvieron tolerancia al Al.

La mayoría de las líneas F_3 en el Cuadro 5 están creciendo en la presente estación 1981-1982 en Carimagua. Se les han dado las mismas aplicaciones bajas pero adecuadas de fertilizante como en el caso de S. capitata, así que se seleccionarán las líneas más eficientes en absorción de minerales. Existe una buena correspondencia entre las evaluaciones en la casa de vidrio y el comportamiento en el campo. Sin embargo, la susceptibilidad a enfermedades e insectos redujo el vigor de parte de las líneas altamente tolerantes. La selección de líneas resistentes a insectos y enfermedades constituye ahora objetivo importante. El añublo bacterial afectó entre moderada y severamente todas las líneas excepto los controles C. macrocarpum. El ataque de crisomélidos y homópteros también varió entre las líneas. Cerca del 10% de las líneas F_3 mostraron un alto nivel de resistencia a enfermedades e insectos.

Leucaena

La selección por tolerancia a la acidez continuó en poblaciones de segunda y tercera generación de semillas de la F_1 (L. leucocephala cv. Cunningham x L. pulverulenta) retrocruzadas dos veces a Cunningham. Las condiciones de cultivo en arena fueron las mismas descritas para Centrosema. Como se dijo en 1980, entre 45,000 plántulas evaluadas en 10 experimentos en cultivo de arena, 12.6% fueron seleccionadas por tolerancia al Al. Sin embargo, cuando crecieron en Oxisol de Carimagua, sólo un 2.7% del número original probó ser tolerante. Esta reducción se debió, como en Centrosema, a una selección adicional por eficiencia en absorción de Ca, como lo demuestran los siguientes resultados con poblaciones de selecciones de semillas de tercera generación de polinización abierta.

Las poblaciones de semillas de tercera generación de 100 líneas seleccionadas de Leucaena y los controles crecieron en bandejas con suelo Oxisol de Carimagua con 100 plantas por bandeja de cada línea o control. Se adicionó rhizobium y se les suministraron aplicaciones semanales restringidas de nutrimentos esenciales. Después de 10 semanas de crecimiento, se tomaron muestras foliares y se evaluó la tolerancia a la acidez de todas las plantas. El Cuadro 6 da los resultados de todas las líneas altamente tolerantes, en las cuales la mayoría de plantas

Cuadro 5. Calificación de tolerancia a la acidez y niveles foliares de N, Al, Ca, Mg de 96 líneas F₃ y padres del cruce C. pubescens-C. macrocarpum 5052 x 5062.

Calif. tolerancia a la acidez	Síntomas	No. F ₃ 's/96 y padres	Promedios			
			% N	Al ppm	% Ca	% Mg
3	Vigorosas, verdes frondosas sin sín- tomas 12-16 cm de alto	10	4.4 ¹	158 ¹	0.96 ¹	0.30 ¹
		5062	4.5	240	1.79	0.43
2	Verde con moteado amarillo 8-12 cm de alto	72	4.1 ²	136 ²	0.70 ²	0.28 ²
1	Amarillo-verde 6-8 cm alto	14	4.6 ³	130 ³	0.51 ³	0.32 ³
		5052	3.3	280	0.55	0.22

1, 2, 3 Promedios de 8, 16, y 5 líneas, respectivamente.

tuvo alta tolerancia al suelo ácido. Además, presenta los resultados de una proporción de las líneas con tolerancia media y baja; entre éstas hubo plantas tolerantes, pero en menor número. Por lo tanto, la uniformidad en tolerancia al suelo ácido se logró en sólo un pequeño porcentaje de líneas. Entre las líneas híbridas de Leucaena, las más tolerantes tuvieron más bajo contenido de Al y más alto contenido de Ca. En los controles de L. leucocephala todos tuvieron bajo contenido de Ca, pero la variedad 11, un tipo leñoso gigante, no contuvo Al en este experimento. La nodulación fue pobre en todas las líneas y variedades lo cual explica su bajo contenido de N.

Cuadro 6. Nivel foliar de Al, N, Ca, Mg en líneas de Leucaena (con semilla de la tercera generación) crecidas en suelo Oxisol en Carimagua.

No. líneas*	Tolerancia a suelo ácido	Al ppm	% N	% Ca	% Mg
15	Alta	54	2.32	0.40	0.20
4	Media	73	2.68	0.24	0.16
11	Baja	98	2.46	0.23	0.15
<u>Controles*</u>					
<u>L. leucocephala</u> 11	Media	0	2.30	0.14	0.11
Cunningham	Media	120	2.44	0.19	0.17
<u>L. leucocephala</u> 1	Baja	180	2.35	0.14	0.09

* 100 plantas de cada línea y variedad control.

Según los resultados del Cuadro 6, las líneas con más eficiente absorción de Ca pueden ser seleccionadas en estas poblaciones cruzadas. Falta comprobar si su capacidad para absorber Ca va a ser lo suficientemente alta para su buen crecimiento y profunda penetración de raíces en los suelos de los Llanos y de otras áreas con suelos ácidos. Observaciones de los ensayos sembrados con semilla en Carimagua indican que las líneas seleccionadas por alta tolerancia a la acidez en la casa de vidrio tienen mejor crecimiento después de seis meses que las líneas con media o baja tolerancia.

Fue necesario encontrar nuevas fuentes de tolerancia a la acidez en Leucaena para suplementar el trabajo de selección realizado en las poblaciones de cruces arriba mencionadas. Las semillas de ocho especies de Leucaena producidas en el campo en CIAT fueron sembradas en macetas con Oxisol de Carimagua en la casa de vidrio y también en Carimagua. El Cuadro 7 muestra alta tolerancia a la acidez en algunas variedades de L. diversifolia, L. macrophylla y L. Shannoni. Ocurrió un significativo

Cuadro 7. Evaluaciones de campo y casa de vidrio de especies y variedades de Leucaena para variabilidad y tolerancia a la acidez, en CIAT, 1980-1981.

Especies y variedades de <u>Leucaena</u>	Evaluación en casa de vidrio (1980) a los 5 meses de sembrada			Tolerancia a la acidez*	Evaluación en el campo de Carimagua (1981) después de 15 meses de sembradas			No. cromosomas 2x
	% plantas muertas	Plantas sobrevivientes			No. plantas (prom.)	Porcentaje dif. del padre (prom.)	Altura (prom.)	
		No.	% diferentes del padre					
<u>L. leucocephala</u> cv. Cunningham	0	30	0	1	210	0	1.0	104
<u>L. leucocephala</u> K8	0	20	0	1	274	0	1.0	104
<u>L. leucocephala</u> 78-15	0	19	0	2	317	0	1.5	104
<u>L. Collinsii</u> 78-57	50	16	0	0	159	0	0.2	102**
<u>L. diversifolia</u> 78-3	0	48	10	3	107	1.5	2.1	52
<u>L. diversifolia</u> 78-49	0	40	35	3	105	9	2.0	52
<u>L. esculenta</u> 78-53c	56	7	86	0	-	-	-	-
<u>L. esculenta</u> 78-55	53	9	100	0	-	-	-	52
<u>L. macrophylla</u> 78-65	-	-	-	3	28	17	2.3	-
<u>L. pulverulenta</u> K 340	38	24	0	0-1	157	6	0.2	56
<u>L. pulverulenta</u> AJ0 3279	28	47	57	0-2	156	13	0.5	56
<u>L. Shannoni</u> 78-70	0	31	65	3	56	92	2.4	52
<u>L. trichodés</u> 78-86c	60	8	0	0	-	-	-	52

* Tolerancia a la acidez 0; 1 (baja); 2 (media); 3 (alta) con base en resultados en casa de vidrio y Carimagua.

** Se requiere mayor información para definir su número.

cruzamiento natural en todas las especies de 52 cromosomas, excepto L. trichoides. Los cruces planeados se han realizado entre estas especies y L. leucocephala cv. Cunningham, así que parece que otras fuentes de tolerancia a la acidez podrán ser transferidas a Leucaena leucocephala.

En agosto 1981 en Carimagua, y después de 15 meses de siembra, como lo muestra el Cuadro 7, hubo un vigoroso crecimiento en las dos variedades de L. diversifolia y en árboles de L. macrophylla y L. Shannoni y sus híbridos, algunos de los cuales fueron de tres metros de altura. En contraste en esta etapa, L. leucocephala 11 (78-15; Cuadro 7) previamente sin Al en las hojas (Cuadro 6) tuvo crecimiento retardado y hojas amarillas. Aun en 1980 L. leucocephala 11 era una de las accesiones más vigorosas en Carimagua.

Se recogieron muestras de hojas en agosto y octubre de 1981 de un número de especies en los ensayos en Carimagua. El Cuadro 8 muestra que el nivel de Al fue el más bajo en la primera muestra de L. leucocephala 11 y L. macrophylla, intermedio en L. diversifolia y el más alto en L. Shannoni. La baja absorción de Ca de L. leucocephala 11 se reflejó en retardo en la segunda estación de crecimiento. Sin embargo, la absorción de Ca fue aparentemente alta en L. diversifolia para sostener un activo crecimiento en la segunda estación. El crecimiento más espectacular fue el de L. macrophylla y L. Shannoni, las especies con la más eficiente absorción de Ca.

Parece que el mejoramiento de líneas de Leucaena para los suelos de los Llanos y Cerrados puede lograrse ahora con los conocimientos, técnicas y líneas tolerantes a la acidez disponibles. Si los cruces interespecíficos hechos son susceptibles de ser manipulados sin problemas de fertilidad, sería posible concentrar un alto nivel de tolerancia a la acidez en una variedad de formas nuevas.

Cuadro 8. Análisis foliar de árboles de algunas especies de Leucaena sembradas con semilla en junio 1980 en la estación experimental Carimagua.

Especies y No. línea	Fecha muestreo	Análisis foliar de materia seca en*				
		% N	Al ppm	% P	% Ca	% Mg
<u>L. leucocephala</u> 11	Ag. 24/81	3.12	70	0.11	0.40	0.22
<u>L. leucocephala</u> 11	Oct. 7/81	2.91	130	0.10	0.46	0.29
<u>L. diversifolia</u> 26	Ag. 24/81	3.46	150	0.11	0.54	0.16
<u>L. diversifolia</u> 26	Oct. 7/81	2.79	140	0.12	0.60	0.20
<u>L. macrophylla</u> 18	Ag. 24/81	3.86	70	0.12	0.72	0.21
<u>L. Shannoni</u> 16	Oct. 7/81	3.50	170	0.10	0.74	0.39

* Promedio de dos replicaciones; las replicaciones coincidieron estrechamente.

Microbiología de Suelos

Objetivos

Los objetivos de la sección de Microbiología de Suelos fueron los mismos que en 1980 a saber: a) seleccionar leguminosas promisorias que no necesiten inoculación; b) seleccionar cepas de Rhizobium para aquellas que la necesiten, y c) evaluar el efecto de las técnicas de inoculación y prácticas de manejo de praderas sobre la nodulación y fijación de nitrógeno en el campo.

Pruebas de necesidad de inoculación en cilindros de suelo no perturbado

Se llevó a cabo una serie de experimentos para detectar las respuestas a la inoculación y a la fertilización con nitrógeno de 20 leguminosas en las categorías III, IV y V en cilindros de suelo de Carimagua sin perturbar. Se encontró que todas las leguminosas probadas produjeron más nitrógeno en las partes aéreas cuando fueron fertilizadas con nitrógeno y que ninguna produjo más nitrógeno cuando fue inoculada en comparación con las no inoculadas (Figuras 1, 2 y 3). Las cepas fueron CIAT 79 para Pueraria phaseoloides y Aeschynomene histrix; CIAT 71 + 1238 para Stylosanthes capitata; CIAT 71 para Stylosanthes macrocephala, y Stylosanthes leiocarpa, Stylosanthes guianensis y Zornia brasiliensis; CIAT 299 para Desmodium ovalifolium y Desmodium canum.

La respuesta a la inoculación fue en ocasiones negativa (Z. brasiliensis, S. macrocephala), aunque no estadísticamente significativa. Algunas leguminosas nodularon más en los tratamientos sin inocular que otras. Por ejemplo, algunos ecotipos de Centrosema brasilianum nodularon más con las cepas nativas que Centrosema pubescens y Centrosema macrocarpum y produjeron en consecuencia más nitrógeno en las partes aéreas (Figura 3). La fertilización con nitrógeno inhibió la nodulación en algunas de las leguminosas mientras que en otras no.

Comparación de suelos perturbados y no perturbados y estudios de mineralización

Cuatro leguminosas fueron probadas en su respuesta a la inoculación y a nitrógeno en cilindros de suelo sin perturbar y en macetas del mismo suelo previamente secado y molido. La Figura 4 muestra que las diferencias entre los tratamientos con y sin nitrógeno fueron mayores en los suelos sin perturbar que en los perturbados. Esto se debe parcialmente a una mayor producción de nitrógeno en las partes aéreas de las plantas en los suelos perturbados que en los suelos sin perturbar sin fertilización nitrogenada. Esto indica que la perturbación del suelo estimula la mineralización de la materia orgánica para producir nitrógeno en forma de NO_3^- -N el cual es absorbido por la planta.

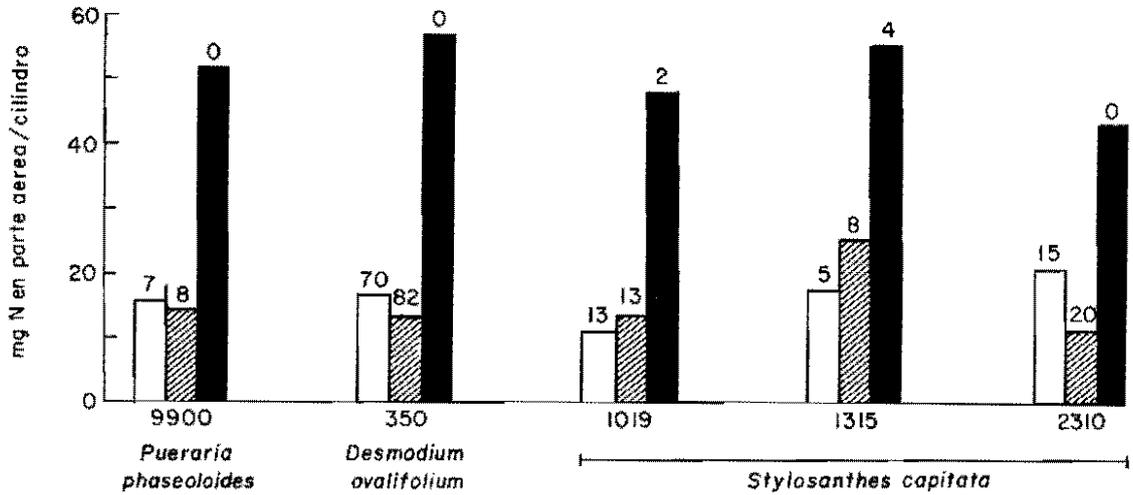


Figura 1. Respuesta de leguminosas forrajeras a la inoculación (▨) y 150 kg N/ha (■) en cilindros de suelo no perturbado de Carimagua, y número de nódulos por cilindro.

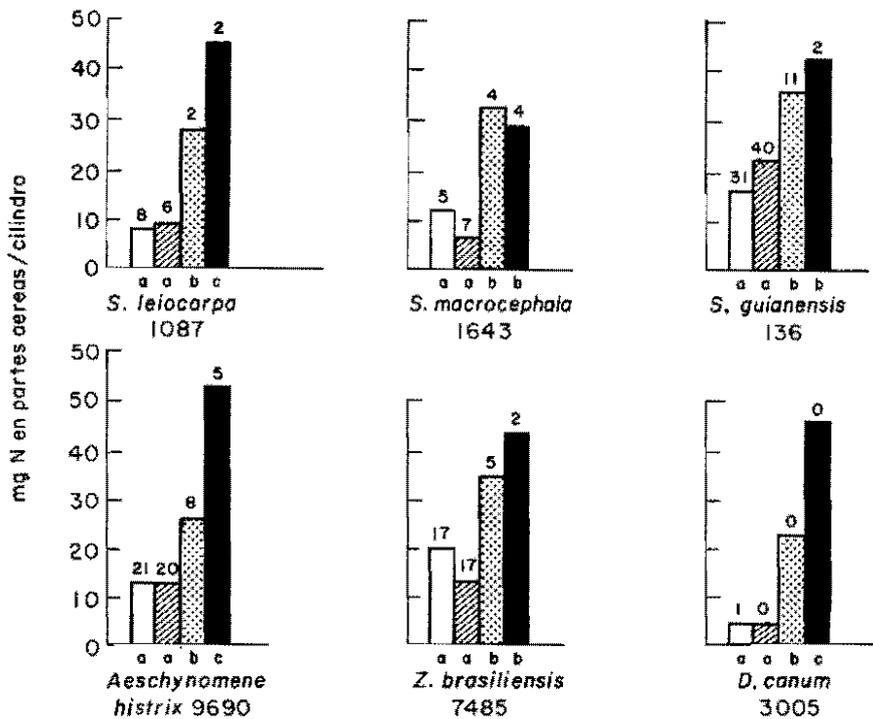


Figura 2. Respuesta de leguminosas forrajeras a la inoculación (▨) y 75 (▩) ó 150 (■) kg N/ha en cilindros de suelo no perturbado de Carimagua, y números de nódulos por cilindro.

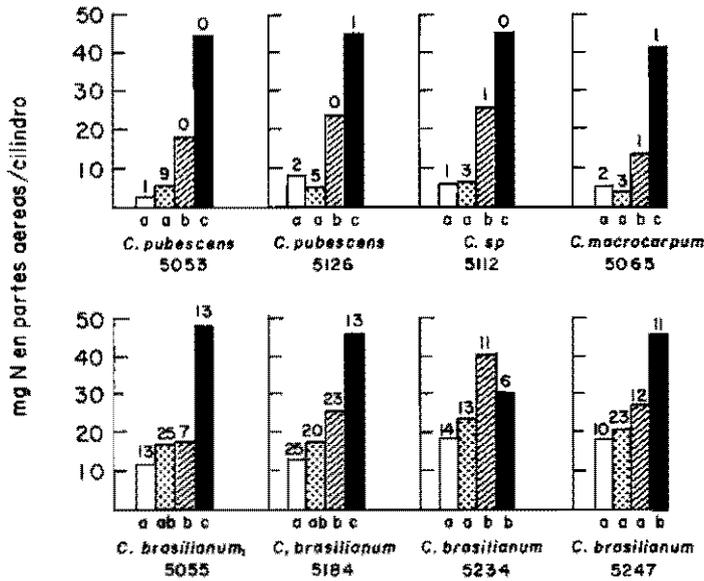


Figura 3. Respuesta de ocho introducciones de *Centrosema* a la inoculación con la cepa CIAT 590 (▨) y 75 (▩) ó 150 (■) kg N/ha en macetas de suelo no perturbado de Carimagua, y número de nódulos por maceta. Letras distintas representan diferencias significativas en N en el follaje.

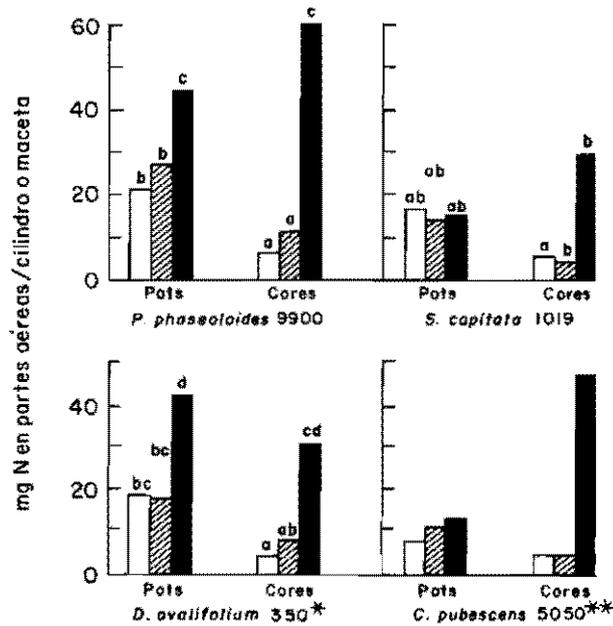


Figura 4. Respuesta de cuatro leguminosas forrajeras a la inoculación (▨) y al nitrógeno (■) en suelos perturbados (macetas) y no perturbados (cilindros) de Carimagua. Producción de N (mg) a las 12 semanas. (Letras diferentes representan diferencias significativas.)

El Cuadro 1 muestra que el suelo bajo vegetación de sabana sin perturbar tenía bajas concentraciones de NO_3^- -N. Sin embargo, en suelo que había sido arado pero no sembrado los niveles fueron mayores llegando a 18 ppm NO_3^- -N. Los niveles de NH_4^+ -N en la superficie del suelo fueron consecuentemente más bajos. En suelos de diferentes sitios de Carimagua que habían sido arados y sembrados con *S. capitata*, los niveles de NO_3^- -N variaron entre 1 y 3 ppm dependiendo del sitio (Cuadro 2). Estos resultados indican que la preparación del suelo con arado puede liberar considerable cantidad de NO_3^- -N que puede disminuir el efecto de la inoculación durante el establecimiento de la leguminosa. Sin embargo, los nitratos producidos pueden no permanecer largo tiempo en el suelo debido a lixiviación y absorción por las raíces de las plantas, y la cantidad producida también puede variar con las condiciones del suelo:

Cuadro 1. Concentraciones de nitrógeno en suelo de Carimagua perturbado y sin perturbar, Septiembre 1981.

Profundidad en el suelo (cm)	Sabana sin perturbar			Sabana arada y rastrillada sin sembrar		
	ppm NO_3^- -N	ppm NH_4^+ -N	ppm N total (Kjeldahl)	ppm NO_3^- -N	ppm NH_4^+ -N	ppm N total (Kjeldahl)
0 - 5	0.97	18.75	1288	3.94	7.53	1064
20 - 25	0.90	3.82	672	7.77	3.34	672
40 - 45	1.11	2.83	336	6.51	2.49	392
60 - 65	1.09	2.17	280	3.30	1.96	336
89 - 85	1.38	1.82	280	9.60	2.23	336
95 -100	1.18	2.50	280	18.23	3.01	280

Selección de cepas de Rhizobium en cilindros de suelo de Carimagua sin perturbar

Más de 1000 nuevas cepas de *Rhizobium* aisladas de leguminosas para las cuales solamente existía una pequeña cantidad de cepas disponibles han sido agregadas este año a la colección. Las cepas son probadas por su habilidad de nodular *Siratro* si sus características de crecimiento en medio de cultivo no son típicas de *Rhizobium*. Algunas de las cepas son de crecimiento rápido o producen ácido en agar neutro de levadura y manitol o ambos, lo cual no es usual para *Rhizobium* aislado de leguminosas tropicales. Una pequeña proporción de las cepas crece mejor en medio ácido que en neutro.

Cuadro 2. Concentraciones de nitrógeno en suelo arado y rastrillado sembrado con Stylosanthes capitata en Carimagua en junio-agosto y muestreado en septiembre 1981.

pg 159

Profundidad en el suelo (cm)	Hato 1 Yopare			Hato 6 Yopare			Hato 8 Alegría		
	ppm NO ₃ -N	ppm NH ₄ -N	ppm N total (Kjeldahl)	ppm NO ₃ -N	ppm NH ₄ -N	ppm N total (Kjeldahl)	ppm NO ₃ -N	ppm NH ₄ -N	ppm N total (Kjeldahl)
0 - 5	2.17	14.78	1176	1.07	11.40	784	1.05	11.73	616
20 - 25	2.55	5.06	560	1.53	4.43	448	1.50	3.08	280
40 - 45	3.00	3.98	392	1.56	3.19	280	1.07	1.71	168
60 - 65	2.57	3.15	392	1.30	2.57	224	1.06	2.11	168
80 - 85	2.34	3.16	280	1.32	2.52	168	1.73	1.97	112
95 -100	2.12	4.75	280	1.60	3.87	168	1.27	1.74	112

Seis leguminosas fueron inoculadas con cepas de Rhizobium aisladas de la misma especie en cilindros de suelo de Carimagua sin perturbar con el fin de determinar cuáles son las más efectivas. Las Figuras 5 y 6 muestran los resultados obtenidos con Pueraria phaseoloides y Desmodium ovalifolium. La baja cantidad de nitrógeno en las partes aéreas de Pueraria phaseoloides fertilizadas con nitrógeno no es corriente. La Figura 1 muestra mucho mayor cantidad de nitrógeno para el mismo tratamiento.

Las mejores cepas de Pueraria phaseoloides y Desmodium ovalifolium aumentaron el nitrógeno en las partes aéreas con respecto al control sin inocular en un 173% (2.73 veces) y 81% (1.81 veces) respectivamente. Algunas de las cepas fueron parasíticas.

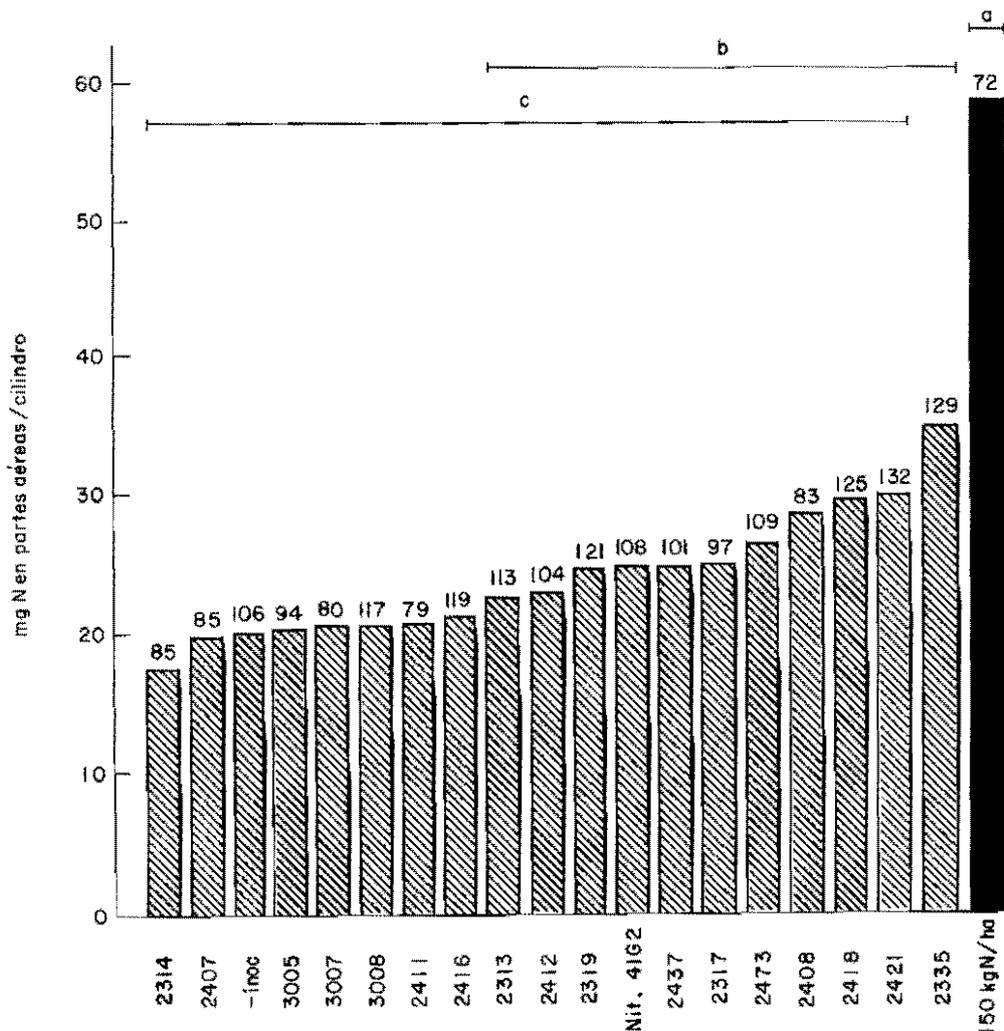


Figura 5. Respuesta de Desmodium ovalifolium 350 a la inoculación con diferentes cepas de Rhizobium (▨) y al nitrógeno (■) en cilindros de suelo no perturbado de Carimagua y número de nódulos por cilindro.

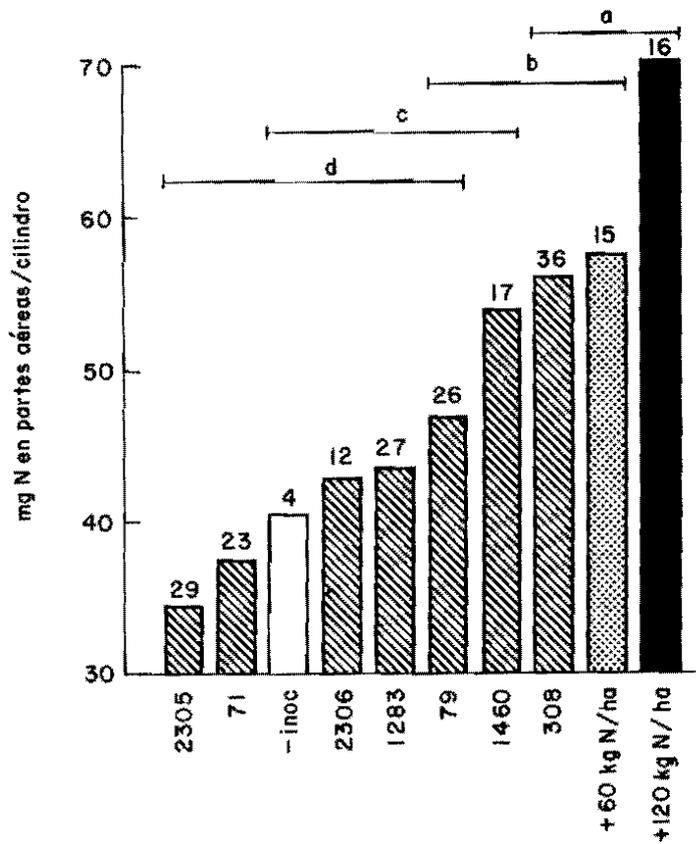


Figura 6. Respuesta de *Stylosanthes capitata* 1019 a la inoculación con diferentes cepas de *Rhizobium* (▨) y dos niveles de N (▤ ▨) en cilindros de suelo no perturbado de Carimagua, y número de nódulos por cilindro.

La Figura 7 muestra que *S. capitata* respondió al nitrógeno, pero el control sin nitrógeno e inoculación tenía altos niveles de nitrógeno aun con muy pocos nódulos. La mejor cepa aumentó el nitrógeno en las partes aéreas con respecto al control sin inocular en sólo 39% (1.39 veces). El total de nitrógeno en estas plantas fue mucho mayor que en las plantas de *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* con tratamientos equivalentes. Esto indica que la nodulación de *Stylosanthes capitata* es muy sensible a bajos niveles de nitrógeno del suelo los cuales son usados muy eficientemente por la planta. En arena con solución nutritiva ácida a un pH de 4.5 la diferencia entre los controles con y sin nitrógeno fue mucho mayor, y se encontró que la cepa CIAT 1460 fue muy efectiva en tres ecotipos de *Stylosanthes capitata* (Cuadro 3). La cepa 308, la cual había sido efectiva en cilindros de suelo, no lo fue en arena con solución nutritiva ácida.

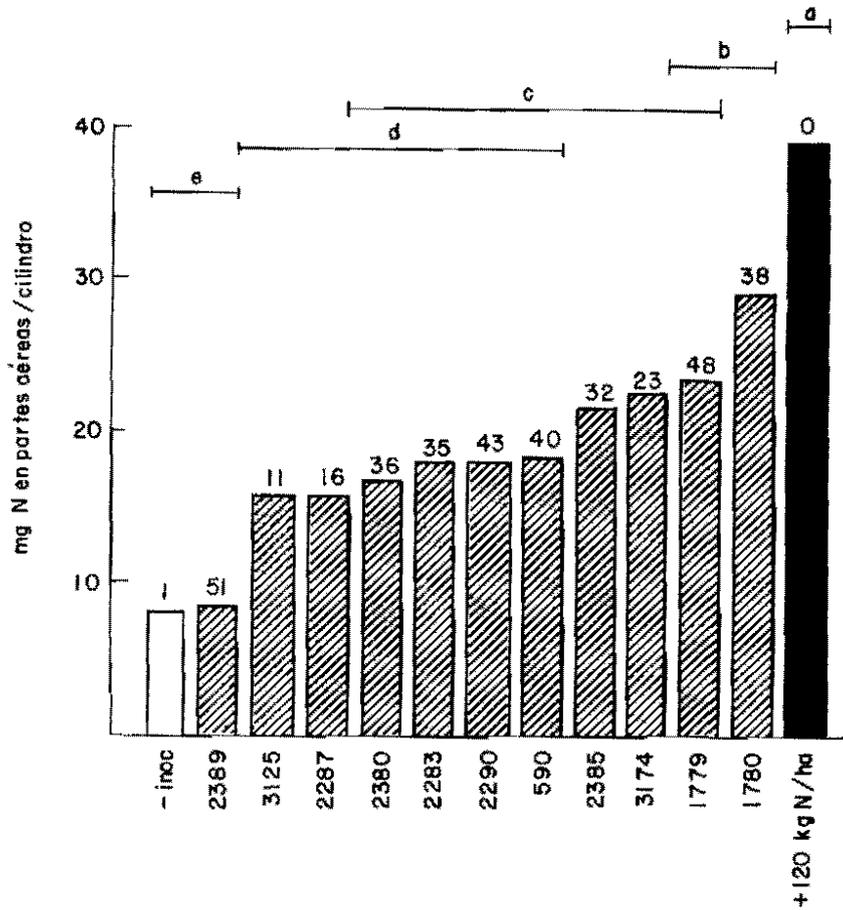


Figura 7. Respuesta de Centrosema macrocarpum 5065 a la inoculación con diferentes cepas de Rhizobium (■) y nitrógeno (▨) en cilindros de suelo no perturbado de Carimagua, y número de nódulos por cilindro.

La Figura 8 muestra la respuesta de D. canum a diferentes cepas de Rhizobium. La mejor cepa aumentó el nitrógeno en la parte aérea con respecto al control sin inocular en un 229% (3.29 veces). Centrosema macrocarpum 5065 y Centrosema sp. 5112 fueron inoculadas con 11 cepas de Rhizobium. La cepa 1780 incrementó el nitrógeno en las partes aéreas en un 260% (3.6 veces) y en un 159% (2.6 veces), respectivamente (Figuras 9 y 10). Sin embargo, las tres cepas más efectivas para Centrosema sp. 5112 estuvieron entre las cuatro menos efectivas para Centrosema macrocarpum. La cepa 2389 fue completamente inefectiva para ambas leguminosas aunque aumentó el número de nódulos por planta. Las dos figuras muestran que Centrosema sp. 5112 noduló efectivamente con un rango más amplio de cepas que en el caso de C. macrocarpum.

Cuadro 3. Efecto de la inoculación con cepas de Rhizobium sobre la nodulación y crecimiento de tres ecotipos de S. capitata en arena y solución nutritiva ácida (pH 4.5).
 pg 163

Tratamiento	No. de nódulos/ 2 plantas	Peso seco/ 2 plantas (mg)	No. de nódulos/ 2 plantas	Peso seco/ 2 plantas (mg)	No. de nódulos/ 2 plantas	Peso seco/ 2 plantas (mg)
No inoculado	0	15.4	0	19.4	0	17.0
Cepa 308	11	23.0	31	36.6	35	28.8
Cepas 71 + 1238	0.2	14.5	0.6	15.2	1.6	16.4
Cepa 1460	28	456.4	24	502.8	31	606.6
10 ppm N	0	158.4	0	366.4	0	227.4

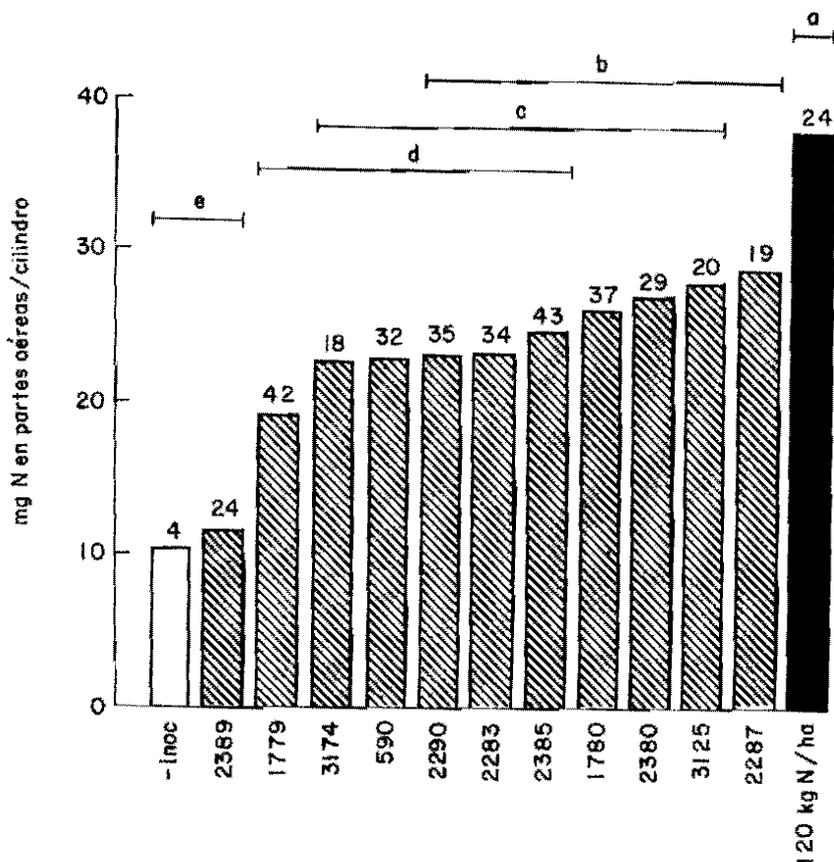


Figura 8. Respuesta de *Centrosema* sp. 5112 a la inoculación con diferentes cepas de *Rhizobium* (▨) y al nitrógeno (■) en cilindros de suelo de Carimagua sin perturbar.

Respuestas al nitrógeno en leguminosas sin inocular en el campo

La Figura 11 muestra la respuesta al nitrógeno en leguminosas sin inocular en el campo; por lo tanto, sería de esperar su respuesta a la inoculación con una cepa efectiva. Sin embargo, las diferencias entre los tratamientos con y sin nitrógeno no fueron grandes como las observadas en cilindros de suelos perturbados, probablemente debido a la mineralización del nitrógeno en el suelo durante su preparación para la siembra. Estas leguminosas se encontraban en siembras puras; es posible que si ellas fuesen sembradas en asociación con una gramínea la absorción del nitrógeno por ésta podría aumentar la deficiencia del nitrógeno en las leguminosas sin inocular.

Estudios más amplios para detectar las respuestas de la leguminosa a la inoculación en el campo serán llevados a cabo en suelos que se espera sean deficientes en nitrógeno tales como suelos arenosos, suelos húmedos, suelos preparados con labranza mínima y en asociación con gramíneas.

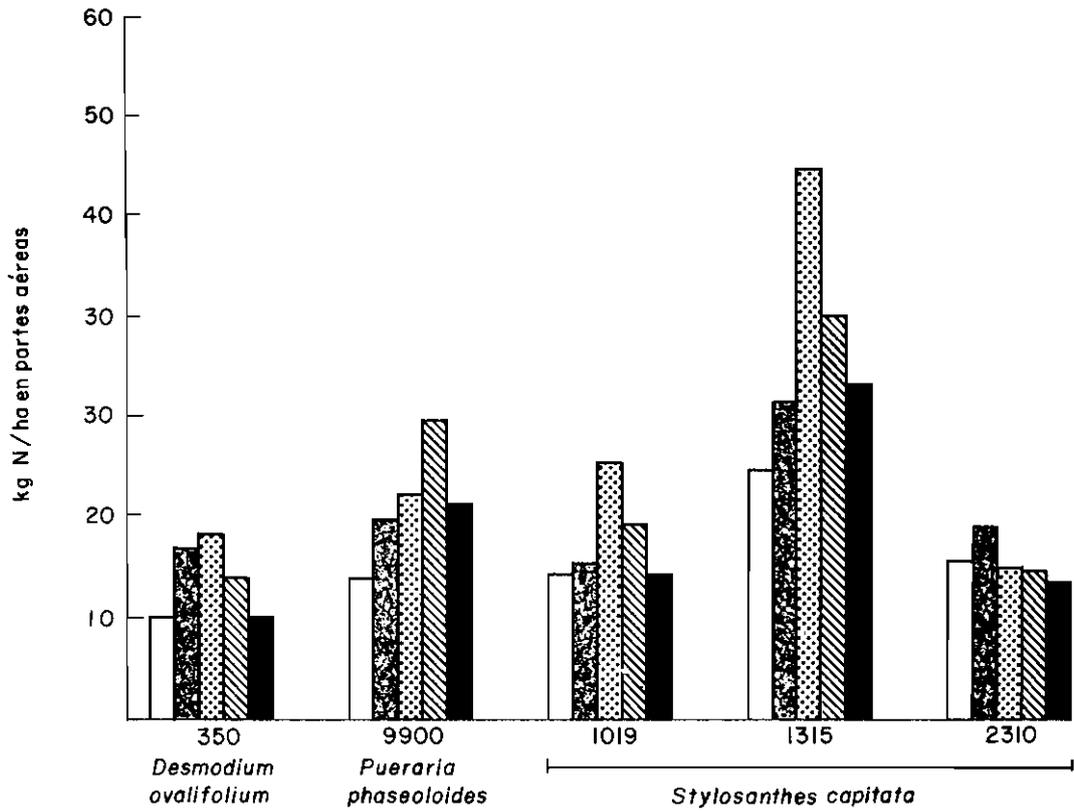


Figura 9. Efecto de N (urea) 0 (□) 25 (■) 50 (▨) 100 (▧) y 200 (■) kg N/ha sobre la producción de nitrógeno en las partes aéreas de cinco leguminosas forrajeras a los tres meses de sembradas.

Producción de Semillas

Los objetivos básicos de esta sección continúan siendo a) la producción y distribución de semilla de líneas experimentales y de semilla básica, y b) el estudio de factores seleccionados en relación con tecnología de producción de semilla de las especies más importantes.

Producción de Semillas

Las áreas de producción de semillas están localizadas principalmente en Quilichao (Cauca) y Carimagua (Llanos Orientales), y las instalaciones para limpieza, clasificación, estudios de calidad y almacenamiento se encuentran en Palmira. Un comité del Programa decide cuáles son las especies y accesiones cuya producción de semilla debe aumentarse, con base en la demanda potencial para la siguiente fase de evaluación de la especie.

En Quilichao se produce semilla de un gran número de especies en pequeñas parcelas, mientras que las áreas de producción más extensas se encuentran localizadas en Carimagua.

El Cuadro 1 muestra las cantidades de semilla producidas en 1981. El énfasis se hizo en los géneros Stylosanthes, Centrosema y Desmodium. El Desmodium ovalifolium 350 no produjo semilla durante 1980 en Carimagua debido a que el comienzo de su floración coincidió con una estación seca temprana. Las observaciones preliminares sugieren que esta especie requiere humedad adecuada durante todo su período de floración para que pueda dar una producción aceptable de semilla.

Las cantidades de semilla distribuidas por la sección, tanto dentro del Programa como a los colaboradores en Colombia y en el exterior, se muestran en el Cuadro 2. Durante 1981 se recibieron 242 solicitudes de semillas y se distribuyó un total de 7370 kg.

Tecnología de Producción en *Andropogon gayanus*

En Quilichao las dos temporadas de crecimiento ofrecen dos cosechas anuales potenciales, siempre y cuando se emplee el manejo adecuado. Se está adelantando un experimento para comparar tres tratamientos de defoliación y dos niveles de aplicación de nitrógeno. La quema estimuló los rendimientos de semilla y la madurez tardía en dos de las cinco cosechas sucesivas. Por otra parte, quema y corte, y corte con remoción de desecho resultaron en rendimientos de semilla similares. El nitrógeno (cero vs. 100 kg/ha como urea) aumentó los rendimientos de semilla pura en tres de cuatro cosechas, con aumentos de 40% en promedio. En general, los rendimientos de semilla tendieron a disminuir con la edad de la siembra.

Cuadro 1. Resumen de la semilla producida, octubre, 1980 a octubre, 1981.

Género	Accesiones (No.)	Peso de la semilla (kg)*
<u>Leguminosas</u>		
<u>Stylosanthes</u>	34	3,030.5
<u>Centrosema</u>	14	70.5
<u>Desmodium</u>	7	57.0
<u>Zornia</u>	6	67.0
<u>Aeschynomene</u>	2	88.0
<u>Pueraria</u>	1	2.0
Total leguminosas	64	3,314.5
<u>Gramíneas</u>		
<u>Andropogon</u>	3	4,949.0
<u>Brachiaria</u>	5	43.0
<u>Panicum</u>	1	8.0
Total gramíneas	9	5,000.0
No. total de accesiones	73	8,314.5

* En el caso de las leguminosas se trata de semilla o semilla en la vaina, con un mínimo de 95% de pureza; para las gramíneas es semilla limpia con un mínimo de 35% de pureza.

Cuadro 2. Semilla beneficiada y distribuida durante el período 1980-81.

Distribución*	Gramíneas (kg)	Leguminosas (kg)	Total (kg)
Programa Pastos			
Tropicales	3,327.3	2,708.8	6,036.1
Ensayos Regionales	138.6	30.7	169.3
Semilla Básica	1,015.0	62.0	1,077.0
Otros	53.1	35.0	88.1
Gran total	4,534.0	2,836.5	7,370.5

* De un total de 242 solicitudes mixtas.

El manejo comercial de siembras establecidas destinadas a producción de semilla requiere defoliación para restringir la altura de la planta y permitir la cosecha eficiente. El método más simple de defoliación en la finca es el pastoreo. Será necesario determinar, dentro de cada región geográfica, el período óptimo y el tiempo de

rebrote después del pastoreo para obtener el máximo rendimiento de semilla. Como preludeo a tal experimento de pastoreo, se compararon en Carimagua durante 1980 los efectos de diferentes épocas de corte y consiguientes aplicaciones de fertilizante. Los tratamientos de corte fueron: no corte, corte en 30 de julio, corte en 29 de agosto, corte en septiembre 30, y corte en octubre 29, empleando una guadaña a 30 cm de altura. Los tratamientos nitrogenados fueron 0, 50, 100 kg/ha, aplicados como urea a las subparcelas después de una fertilización común de mantenimiento en el momento del corte.

Los lotes no cortados crecieron hasta tres metros a la madurez, mientras que los tratamientos de corte en julio, agosto, septiembre y octubre crecieron hasta 2.5, 2.1, 1.7, y 1.5 m, respectivamente. El rendimiento máximo de semilla pura correspondió al corte de agosto 29 más el tratamiento de 100 kg N/ha, con un período de 15 semanas entre corte y madurez de cosecha. El corte después de agosto 29 resultó en menor rendimiento de semilla en 1980. La respuesta al nitrógeno sólo fue observada en el corte de agosto. Estos resultados fueron empleados para planear un experimento posterior con diferentes períodos de pastoreo continuo hasta los mismos meses del año, con el fin de determinar el mejor manejo de las áreas para producción de semilla bajo pastoreo.

En varias ocasiones se han recogido cosechas de semilla en circunstancias comparables a mano o con combinada. Los resultados se resumen en el Cuadro 3 e indican un promedio de 50% más de semilla pura por el método manual con el cual se cortan las inflorescencias a mano, se apilan por 3 ó 4 días y se trillan ligeramente. Sobre la base de 25 vs 4 días-hombre/ha para los métodos manual y con combinada, respectivamente, una tasa de recolección con combinada de 4 horas/ha, los costos prevalentes de mano de obra y de alquiler de combinada en Palmira, el costo de cosechar un kilogramo de semilla pura es comparable para los dos métodos.

Cuadro 3. Rendimientos comparativos de dos métodos de cosecha de Andropogon gayanus CIAT 621, Palmira.

Fecha de cosecha	Rendimiento semilla pura* (kg/ha)	
	Combinada	Manual
1. Enero, 1978	32	69
2. Agosto, 1980	19	32
3. Septiembre, 1980	29	49
4. Julio, 1981	23	51
Promedio	26	50

* Semilla pura definida según la presencia de cariósido.

Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas

La estrategia de investigación en fertilidad de suelos y nutrición de pastos tropicales está basada en el manejo de los suelos con una tecnología de bajos insumos. El objetivo general es hacer más eficiente el uso de los fertilizantes escasos mediante el establecimiento de especies y ecotipos de pastos más tolerantes a las restricciones del suelo, y por tanto disminuir las tasas de aplicación de fertilizantes a la vez que lograr razonable, pero no necesariamente máxima calidad y máximos rendimientos. Los objetivos específicos de esta estrategia son el manejo de la acidez del suelo (toxicidad de Al y Mn, deficiencias de Ca y Mg) y manejo de la baja fertilidad nativa del suelo (deficiencias de macro y micronutrientes, excepto nitrógeno) para el establecimiento de pastos tropicales en suelos ácidos e infértiles clasificados como Oxisoles y Ultisoles.

Manejo de la Acidez del Suelo

Las principales restricciones de la acidez del suelo están identificadas como toxicidad de aluminio y/o manganeso, deficiencias de calcio y magnesio, las cuales necesitan ser mitigadas para obtener éxito en el establecimiento de pastos. El principal componente del manejo de la acidez del suelo es la selección de especies y ecotipos de pastos productivos que sean tolerantes a toxicidad de Al y/o Mn. Además, las especies y ecotipos de pastos tropicales, tolerantes a aluminio, no necesitan de una disminución del nivel de saturación de aluminio en el suelo por encalamiento pero en muchos casos las plantas requieren fertilización con calcio y magnesio.

Tolerancia a toxicidad de aluminio

Aunque la prueba de hematoxilina es una técnica muy útil para separar el germoplasma en dos amplios grupos de acuerdo a la tolerancia a toxicidad de Al, se ha encontrado que la evaluación en muchos casos es muy cualitativa. Para evitar esta situación y además de la estimación visual de la coloración del sistema radicular por la hematoxilina, se introdujo la longitud relativa de raíces como una medida cuantitativa. La Figura 1 muestra la relación entre los coeficientes de regresión de la longitud relativa de raíces y los rendimientos relativos de materia seca de 47 ecotipos de Stylosanthes macrocephala cultivados bajo tres niveles de Al. Esta figura muestra la distribución de los ecotipos de acuerdo a su tolerancia al aluminio. Comparando con la prueba de hematoxilina y el control susceptible al aluminio (Stylosanthes sympodiales 1044), los ecotipos susceptibles a Al de S. macrocephala caen en el grupo definido como susceptibles por la prueba de hematoxilina. Sin embargo, algunos ecotipos que fueron identificados como susceptibles por sus bajos coeficientes de regresión fueron identificados como tolerantes con la prueba de la hematoxilina. Estos resultados pueden ser explicados en el sentido de que los ecotipos identificados como tolerantes a Al por la prueba visual de hematoxilina

fueron plantas sanas aunque su crecimiento de raíces fue reducido por efecto del Al. De hecho, los rendimientos relativos de materia seca de muchos de los ecotipos fueron superiores al 50% del rendimiento máximo obtenido en ausencia de Al. Se ve que no solamente la reducción del crecimiento de raíces sino también el crecimiento de la parte aérea debe ser considerado en este proceso de selección. Sin embargo, con fines prácticos la selección de la mayoría de los ecotipos tolerantes a Al por medio de una de las dos pruebas es suficiente, teniendo en cuenta el alto número de ecotipos sometidos a esta selección.

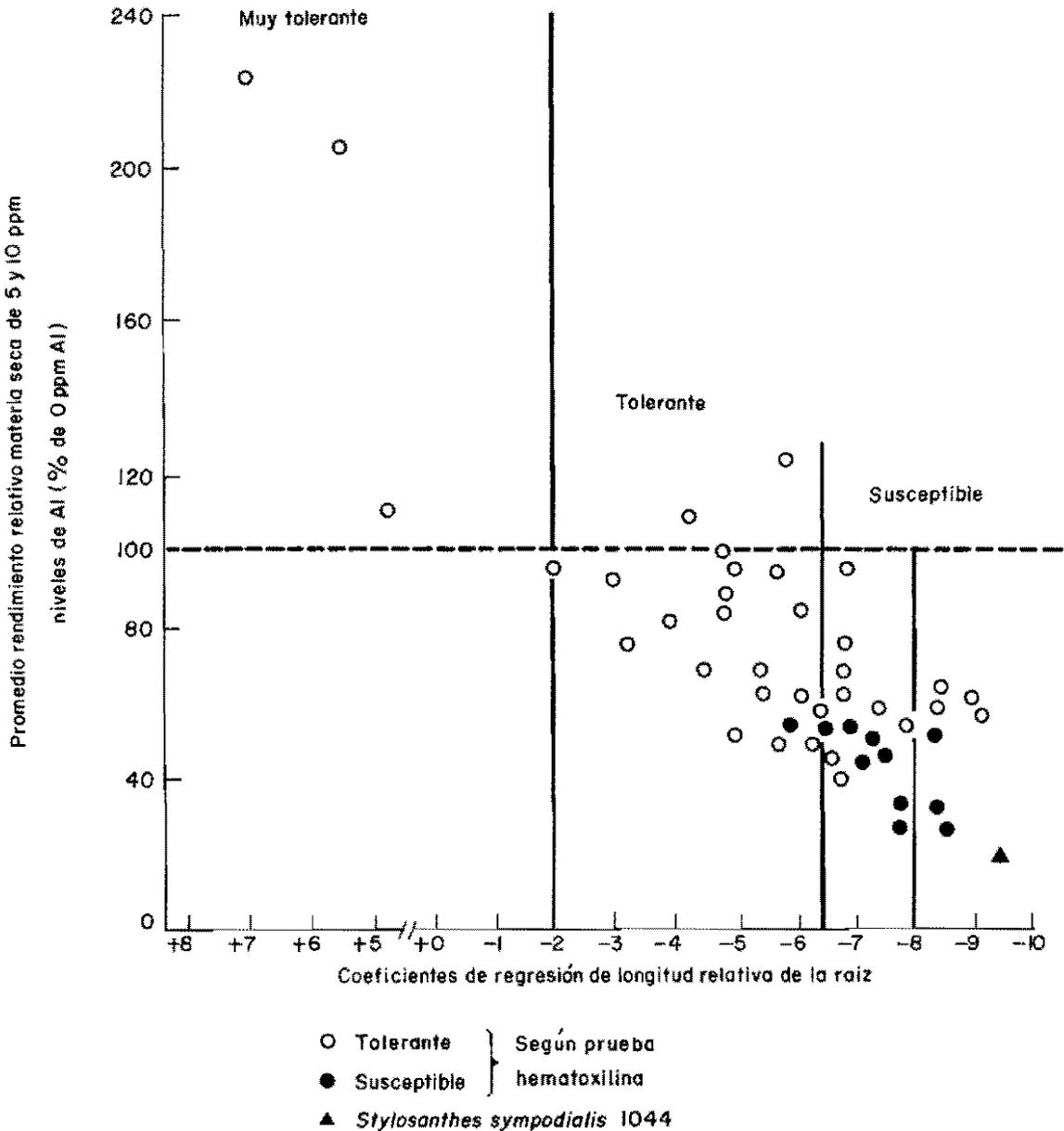


Figura 1. Relación entre los coeficientes de la longitud radicular y la producción relativa promedio a 5 y 10 ppm Al de 47 ecotipos de *Stylosanthes macrocephala* y sus comparaciones con la prueba de hematoxilina.

Tolerancia a toxicidad de manganeso

La toxicidad de manganeso es otra limitación en ciertos suelos ácidos pero su extensión geográfica es desconocida. Durante la caracterización de suelos para ensayos regionales con pastos tropicales, varios suelos fueron identificados con una disponibilidad de manganeso por encima del nivel considerado como tóxico para pastos tropicales (50 ppm Mn). Usando la distribución natural del manganeso en el suelo desde baja (0-20 ppm Mn) hasta alta (50 ppm Mn) en la estación experimental de Quilichao, se estableció un experimento para estudiar la tolerancia diferencial de varias especies y ecotipos de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales.

Los resultados aparecen en los Cuadros 1 y 2. La idea de que las leguminosas son más susceptibles que las gramíneas a la toxicidad por manganeso parece no ser una regla general debido a que tanto en gramíneas como en leguminosas hay una tolerancia diferencial a la toxicidad por Mn entre especies y entre ecotipos de una misma especie. Entre gramíneas, la tolerancia diferencial es mejor apreciada entre ecotipos que a nivel de especie. Por otra parte, los ecotipos más tolerantes tuvieron mayor producción de materia seca a niveles altos de Mn que a niveles bajos de Mn lo cual podría indicar un efecto benéfico en lugar de un efecto perjudicial. Algunos ecotipos de una misma especie juzgados como susceptibles a Mn sobre la base del índice relativo (Índice Relativo menor de 0.5) tuvieron una producción de materia seca similar a la de los ecotipos más tolerantes a Mn. Este hecho puede ser relacionado al potencial inherente de estos ecotipos por una alta producción de biomasa, la cual en muchos casos puede ser suficiente para la necesidad del animal. Este es el caso de Brachiaria humidicola 679, Brachiaria eminii 6241 y Andropogon gayanus 6200.

El Cuadro 2 muestra el rendimiento de materia seca y la tolerancia diferencial de varias especies y ecotipos de leguminosas forrajeras tropicales a toxicidad por Mn en el suelo. El desempeño de estas leguminosas forrajeras sigue una tendencia similar al de las gramíneas. En general, los síntomas de toxicidad por manganeso incluyeron clorosis marginal, indujeron deficiencia de hierro, distorsión de hojas jóvenes y manchas localizadas debidas a la acumulación de manganeso.

Requerimientos de calcio de pastos tropicales

El diagnóstico de la toxicidad del aluminio en suelos ácidos de América tropical ha estado basado en el aluminio intercambiable extraído con una solución de KCl 1N. Las recomendaciones de encalado son comúnmente derivadas del nivel al cual este aluminio intercambiable es casi neutralizado y el pH del suelo es llevado a un rango de 5.2-5.5. Sin embargo, los requerimientos de encalado basados solamente en el aluminio intercambiable pueden sobreestimar las dosis de cal, debido al grado variable de tolerancia de las plantas a la toxicidad del aluminio. Además, resultados iniciales (Programa de Pastos Tropicales, Informe Anual, 1980) proporcionaron la información de que la respuesta de las gramíneas y leguminosas forrajeras tolerantes a Al estaba principalmente relacionada con un requerimiento de calcio en vez de un encalamiento.

Debido a ésto se estableció un experimento de campo en un Oxisol de Carimagua para determinar los requerimientos de calcio de varias gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Se usaron cuatro dosis de calcio (50, 100, 200 y 400 kg Ca/ha) más un control (sin aplicación de Ca) utilizando cal agrícola como fuente de calcio. El Cuadro 3 muestra los requerimientos críticos externos e internos de calcio asociados con el 80% del rendimiento máximo durante las épocas húmeda y seca de varias especies y ecotipos de plantas forrajeras tropicales.

Cuadro 1. Producción de materia seca y tolerancia diferencial de varias especies de gramíneas tropicales a la toxicidad de manganeso bajo condiciones de campo.

Especie	Ecotipo	Producción materia seca		Indice Relativo (Alto Mn/Bajo Mn)
		Bajo Mn (10 ppm Mn) ton/ha/año	Alto Mn (86 ppm Mn) ton/ha/año	
<u>Brachiaria ruziziensis</u>	654	2.88	3.00	1.04
	655	4.86	3.10	0.64
	660	3.53	1.83	0.52
	656	3.30	1.48	0.45
<u>Brachiaria decumbens</u>	606	5.52	6.69	1.21
	6130	3.37	3.19	0.95
	6131	2.82	1.93	0.68
	6132	3.14	1.28	0.40
<u>Brachiaria humidicola</u>	675	2.66	2.63	0.98
	6013	3.76	3.00	0.80
	679	5.73	2.78	0.48
<u>Brachiaria brizantha</u>	665	5.74	6.05	1.05
	667	5.44	3.29	0.60
	6016	1.47	0.86	0.58
<u>Brachiaria radicans</u>	6020	1.30	1.87	1.43
<u>Brachiaria dictyoneura</u>	6133	2.42	1.86	0.77
<u>Brachiaria eminii</u>	6241	4.70	2.20	0.47
<u>Andropogon gayanus</u>	6054	3.40	4.06	1.19
	621	3.70	4.01	1.08
	6053	6.81	6.78	0.99
	6200	6.07	4.39	0.72
<u>Panicum maximum</u>	661	3.14	4.45	1.42
	673	4.30	4.54	1.05
	697	4.78	4.85	1.01
	684	2.28	1.95	0.85
<u>Pennisetum purpureum</u>	658	10.0	8.73	0.87
	672	13.1	10.39	0.79
<u>Setaria anceps</u>	6187	6.25	7.13	1.14
	6188	3.13	1.16	0.37

Cuadro 2. Producción de materia seca y tolerancia diferencial de varias especies y ecotipos de leguminosas tropicales a la toxicidad de manganeso bajo condiciones de campo.

Especie	Ecotipo	Producción materia seca		Índice Relativo (Alto Mn/Bajo Mn)
		Bajo Mn (10 ppm Mn) ton/ha/año	Alto Mn (86 ppm Mn) ton/ha/año	
<u>Stylosanthes capitata</u>	1405	1.93	2.59	1.34
	1315	2.14	2.31	1.07
	1019	1.95	2.01	1.03
	1097	3.23	3.32	1.02
<u>Stylosanthes guianensis</u>	136	4.82	6.21	1.29
	184	5.39	5.80	1.07
<u>Stylosanthes hamata</u>	147	4.78	5.05	1.05
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5065	3.11	2.72	0.87
	5462	2.95	2.36	0.80
<u>Centrosema brasilianum</u>	5237	2.10	2.52	1.20
	5180	1.61	1.44	0.89
<u>Centrosema pubescens</u>	5118	1.26	1.95	1.54
	5053	1.88	2.20	1.17
	5112	3.03	3.23	1.06
	5189	2.27	2.27	1.00
	5126	3.23	2.80	0.87
	438	3.16	2.55	0.80
	Común	2.47	1.89	0.76
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	3.95	4.52	1.14
<u>Desmodium heterophyllum</u>	349	2.80	2.36	0.84
<u>Desmodium heterocarpon</u>	365	2.34	1.15	0.49
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001	3.37	2.20	0.65
<u>Calopogonium mucunoides</u>	7367	2.27	2.41	1.06
	Común	4.09	3.72	0.90
	9161	2.79	1.68	0.60
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	4.79	5.79	1.20
<u>Zornia latifolia</u>	9286	1.93	1.65	0.85
	728	1.54	1.27	0.82

Entre las gramíneas, Brachiaria humidicola 679 tuvo el menor requerimiento externo de calcio (50 kg Ca/ha equivalente a sólo 125 kg de cal agrícola/ha) y también el menor requerimiento interno de calcio (0.22% Ca) comparado con las otras gramíneas que requirieron el doble de la cantidad de calcio para rendir más o menos la misma producción de materia seca. Sin embargo, todas estas gramíneas tienen un bajo requerimiento de Ca puesto que las pequeñas cantidades de calcio aplicadas al suelo prácticamente no cambian el pH del suelo o el porcentaje de saturación de Al.

Cuadro 3. Requerimientos críticos* externos e internos de calcio y producción crítica de materia seca en épocas lluviosa y seca de varios pastos tropicales para la fase de establecimiento.

Especie	Ecotipo	Nivel crítico externo de calcio (kg/ha)	Producción materia seca		Nivel crítico interno de Ca	
			Lluvia 3 cortes (ton/ha)	Seca 2 cortes (ton/ha)	Lluvia (%)	Seca (%)
<u>Gramíneas</u>						
<u>Brachiaria humidicola</u>	CIAT-679	50	6.7	2.0	0.22	0.25
<u>Andropogon gayanus</u>	CIAT-621	100	6.7	2.6	0.23	0.21
<u>B. decumbens</u>	CIAT-606	100	7.6	2.1	0.37	0.30
<u>B. brizantha</u>	CIAT-665	100	7.3	1.8	0.37	0.32
<u>Leguminosas</u>						
<u>Stylosanthes capitata</u>	CIAT-1315	50	6.0	1.1	0.73	0.53
<u>S. capitata</u>	CIAT-1693	50	5.5	1.4	0.82	0.56
<u>S. capitata</u>	CIAT-1691	50	5.6	1.2	0.70	0.54
<u>S. capitata</u>	CIAT-1318	100	6.5	1.1	1.16	0.71
<u>S. capitata</u>	CIAT-1019	100	5.6	0.7	0.93	0.74
<u>S. capitata</u>	CIAT-1441	200	5.5	1.0	1.15	0.88
<u>S. capitata</u>	CIAT-1405	200	5.1	1.0	0.96	0.72
<u>S. capitata</u>	CIAT-1342	200	5.1	0.9	1.30	0.89
<u>S. macrocephala</u>	CIAT-1643	50	5.5	1.4	0.78	0.49
<u>Desmodium ovalifolium</u>	CIAT-350	100	4.9	1.3	0.74	0.64
<u>Pueraria phaseoloides</u>	CIAT-9900	100	4.4	0.9	1.04	0.57
<u>Centrosema macrocarpum</u>	CIAT-5065	100	2.5	0.7	0.72	0.57
<u>Desmodium gyroides</u>	CIAT-3001	100	3.0	0.5	0.66	0.48
<u>Zornia sp.</u>	CIAT-9600	100	2.9	0.3	0.53	0.50
<u>Z. latifolia</u>	CIAT-728	200	3.5	0.8	0.82	0.66
<u>Z. latifolia</u>	CIAT-9286	400	2.7	0.9	0.95	0.76
<u>C. pubescens</u>	CIAT-5053	400	2.0	0.6	0.98	0.74

* Requerimientos críticos asociados con 80% de la producción máxima.

Los resultados obtenidos con leguminosas forrajeras mostraron también marcadas variaciones en sus requerimientos de calcio no sólo entre especies sino también entre ecotipos de una misma especie. Aunque los requerimientos externos de calcio fueron en muchos casos iguales a los de las gramíneas, los requerimientos internos de calcio por las leguminosas fueron más altos que en las gramíneas en las épocas húmeda y seca. Estas observaciones tienen implicaciones para efectos competitivos con respecto al calcio en mezclas de gramíneas y leguminosas y especialmente para aquellas mezclas con igual requerimiento externo de calcio. Bajo estas condiciones las leguminosas pueden competir con las gramíneas puesto que cuando el suministro inmediato de calcio cae por debajo de las demandas combinadas, la competencia se inicia entre plantas. La cantidad equivalente de calcio

a ser aplicada con la cal agrícola puede ser también aplicada con las escorias básicas (Calfos) o rocas fosfóricas para reunir los requerimientos externos de calcio evitando de esta manera el uso de cal.

Manejo de la Baja Fertilidad Nativa

La principal tecnología de bajos insumos requerida para manejar la baja fertilidad de los suelos ácidos se basa en el incremento de la eficiencia de la fertilización. Esta puede ser posible a través de la identificación y corrección de las deficiencias nutricionales del suelo y el uso de especies y ecotipos de plantas forrajeras que utilizan más eficientemente los bajos insumos de fertilizantes. Además, la promoción del reciclamiento de nutrimentos en sistemas de producción de pastos necesita investigación substancial.

Requerimientos de fósforo y potasio en pastos tropicales

Siguiendo la metodología de los ensayos regionales pero con tres niveles de fertilización de P y K, se estableció un experimento de campo con el germoplasma identificado para sabanas isohipertérmicas bien drenadas como el caso de Carimagua. Los resultados se presentan en los Cuadros 4 y 5 en relación con los requerimientos internos y externos de P y K durante el período de establecimiento de los ecotipos y especies de pastos. Con pocas excepciones muchos de los ecotipos y especies requirieron 20 kg P/ha y 20 kg K/ha.

Todas las gramíneas presentan requerimientos internos considerablemente bajos de fósforo en época húmeda como en época seca. Por el contrario, las leguminosas en muchos casos presentan el doble de concentración de P en el tejido. Estos requerimientos internos diferenciales de P implican que las pasturas establecidas con base en gramíneas puras podrían no satisfacer los requerimientos de P por parte del animal (0.2% P). Consecuentemente una suplementación mineral de P sería necesaria puesto que estas gramíneas tropicales aun con altos insumos de P como fertilizantes no incrementan su concentración de P en el tejido más allá de 0.15% de P. Sin embargo, las mezclas de gramínea y leguminosa podrían proveer suficiente fósforo para satisfacer los requerimientos de P por parte del animal, lo cual sugiere la necesidad de una investigación con pastoreo de animales en mezclas de gramíneas y leguminosas con y sin suplementación mineral de fósforo.

Las diferencias en requerimientos internos de potasio son menos marcadas entre leguminosas y gramíneas. En general no hay diferencias intra o interespecíficas en términos de tolerancia a la baja disponibilidad de potasio en el suelo. Los resultados en los Cuadros 4 y 5 indican un requerimiento bajo inicial de K ya que tarde o temprano una fuente externa de K puede ser requerida. La principal razón es que el potasio es similar al nitrógeno en el hecho de que las deficiencias se incrementan con el tiempo debido al rápido consumo por las plantas y a la alta susceptibilidad al lavado en la mayoría de los suelos ácidos.

Cuadro 4. Niveles críticos externos e internos de P y K de varias leguminosas tropicales en la fase de establecimiento para el ecosistema de sabana bien drenada isohipertérmica.

Especie	Ecotipo	Nivel crítico externo*		Nivel crítico interno*			
		P	K	Lluvia		Seco	
				(kg/ha)		(%)	
<u>Categoría V</u>							
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	20	20	0.10	1.03	0.08	0.43
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	20	20	0.22	1.22	0.10	0.66
<u>Categoría IV</u>							
<u>Stylosanthes capitata</u>	1019	20	20	0.11	1.15	0.08	0.67
<u>S. capitata</u>	1315	20	20	0.18	1.18	0.08	0.60
<u>S. capitata</u>	1318	20	20	0.11	0.98	0.09	0.64
<u>S. capitata</u>	1342	20	20	0.12	1.16	0.10	0.62
<u>S. capitata</u>	1405	20	20	0.11	0.98	0.09	0.58
<u>S. capitata</u>	1441	20	20	0.12	1.18	0.09	0.61
<u>S. capitata</u>	1693	20	20	0.14	1.21	0.09	0.56
<u>S. capitata</u>	1728	20	20	0.12	1.22	0.09	0.64
<u>Categoría III</u>							
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5065	10	10	0.16	1.24	0.09	0.72
<u>C. pubescens</u>	5053	20	20	0.18	1.50	0.09	0.76
<u>C. pubescens</u>	5126	20	20	0.18	1.40	0.11	0.75
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001	35	30	0.17	1.15	0.11	0.57
<u>Otras categorías</u>							
<u>S. capitata</u>	2013	20	20	0.13	1.28	0.10	0.68
<u>S. capitata</u>	1943	35	30	0.15	1.19	0.13	0.86
<u>S. macrocephala</u>	1582	20	20	0.10	0.93	0.08	0.50
<u>Zornia sp.</u>	728	11	10	0.12	1.16	0.08	0.43
<u>Zornia sp.</u>	9199	20	20	0.15	1.11	0.09	0.72
<u>Zornia sp.</u>	9286	20	20	0.18	1.28	0.09	0.60
<u>Zornia sp.</u>	9600	20	20	0.14	1.00	0.09	0.68
<u>C. brasilianum</u>	5055	20	20	0.14	0.12	0.09	0.57
<u>Aeschynomene histrix</u>	9690	10	10	0.19	1.25	0.07	0.47

* Niveles críticos asociados con 80% de producción máxima obtenida a las ocho semanas de crecimiento.

Cuadro 5. Niveles críticos externos e internos de P y K de cuatro gramíneas tropicales en la fase de establecimiento para el ecosistema de sabana bien drenada isohipertérmica.

Especie	Ecotipo	Nivel crítico externo*		Nivel crítico interno*			
		P	K	Lluvia		Seco	
		(kg/ha)		P	K	P	K
				(%)			
<u>Andropogon gayanus</u>	621	20	20	0.10	0.95	0.04	0.53
<u>Brachiaria humidicola</u>	679	10	10	0.08	0.74	0.05	0.39
<u>Brachiaria decumbens</u>	606	20	20	0.08	0.83	0.05	0.38
<u>Brachiaria brizantha</u>	665	20	20	0.09	0.82	0.05	0.44

* Niveles críticos asociados con 80% de producción máxima obtenida a las ocho semanas de crecimiento.

Todo esto sugiere que las principales vías para incrementar la eficiencia de insumos en K para el establecimiento y mantenimiento de pastos tropicales en suelos altamente meteorizados son: a) El uso de fuentes de potasio con baja liberación de K y prolongado efecto residual; la evaluación del polvo de cemento rico en potasio podría ser una alternativa para las fuentes de potasio altamente solubles, y b) el reciclamiento de potasio en el suelo a partir de los residuos de la planta y las deposiciones de los animales.

Efectos de la aplicación de micronutrientes en el establecimiento de pastos

Se realizó un experimento de campo en Carimagua para determinar los requerimientos internos y externos de micronutrientes para gramíneas y leguminosas forrajeras así como también el efecto residual de la aplicación de micronutrientes. Zinc, cobre, boro, manganeso y molibdeno (solo en leguminosas) fueron los micronutrientes estudiados. Las gramíneas utilizadas fueron Andropogon gayanus 621, Brachiaria decumbens 606, Brachiaria humidicola 679, Brachiaria brizantha 665 y las leguminosas Stylosanthes capitata 1019, Pueraria phaseoloides 9900, Desmodium ovalifolium 350 y Zornia latifolia 728.

Los resultados para el período de establecimiento se presentan en los Cuadros 6 (leguminosas) y 7 (gramíneas). Después de un año de siembra ninguna de las gramíneas y leguminosas mostraron respuesta significativa a la aplicación de micronutrientes. Bajo condiciones de sabana nativa, los análisis de suelo de la capa arable (20 cm) indicaron que los niveles de zinc y cobre disponibles en el suelo fueron mayores a aquellos considerados como deficientes para suelos ácidos (0.5 ppm Zn, 0.2 ppm Cu). Después de un año, la disponibilidad de estos dos micronutrientes fue aún mayor con un aumento en función del nivel del fertilizante aplicado.

En el tejido de las plantas, fueron observadas diferencias marcadas en los contenidos de zinc entre especies como también entre gramíneas y leguminosas. Durante la estación húmeda y sin aplicaciones de zinc, las gramíneas, con excepción de Brachiaria humidicola 679, mostraron contenidos de zinc en el tejido cercanos o inferiores a los niveles requeridos por el animal en la dieta. Resultados similares se obtuvieron con el cobre. Estos resultados indican que aunque la producción de materia seca no fue afectada cuando el zinc o el cobre no fueron aplicados, las concentraciones de estos micronutrientes en el tejido no llenaban los requerimientos animales. Sin embargo, debiera ser de importancia determinar si la suplementación mineral provee una fuente más económica de estos micronutrientes o si la aplicación directa al suelo es más eficiente, toda vez que la fertilización de zinc y cobre producen un efecto residual prolongado.

Todas las leguminosas sin aplicaciones de zinc y cobre al suelo llenaron los requerimientos mínimos para el animal. Las concentraciones en el tejido de las plantas mostraron un incremento diferencial por especies, especialmente Stylosanthes capitata 1019 con zinc y Pueraria phaseoloides 9900 con cobre.

Cuadro 6. Efectos de las aplicaciones de micronutrientes sobre la producción de materia seca y contenido de micronutrientes en el suelo¹ y en el tejido² de cuatro leguminosas tropicales en un Oxisol de Carimagua, Colombia.

Micronutriente		D. ovalifolium 350				P. phaseoloides 9900				S. capitata 1019				Z. latifolia 728			
Aplicado	Disponib. suelo	MS ²	Cont. en tejido		MS	Cont. en tejido		MS	Cont. en tejido		MS	Cont. en tejido					
kg/ha	ppm	ton/ha/año	Lluvia	Seco	ton/ha/año	Lluvia	Seco	ton/ha/año	Lluvia	Seco	ton/ha/año	Lluvia	Seco				
			ppm	ppm		ppm	ppm		ppm	ppm		ppm	ppm				
Zinc																	
0	1.7	6.0	20	37	4.8	71	41	4.4	82	91	3.6	70	64				
2	1.5	5.1	23	30	5.0	45	35	5.6	77	66	3.0	71	81				
4	2.0	6.4	22	33	5.2	60	39	4.9	102	111	2.9	73	96				
8	2.2	5.2	32	38	5.0	73	45	4.4	109	72	3.2	72	83				
Cobre																	
0	0.7	6.1	9	12	5.1	17	16	5.2	8	10	3.0	10	13				
1	0.7	5.9	9	10	4.7	19	15	5.3	9	10	3.0	10	13				
2	0.9	5.7	9	10	5.0	17	16	4.8	8	10	3.0	9	12				
4	0.9	6.0	9	11	5.1	16	16	5.3	8	11	3.3	9	12				
Boro																	
0	0.3	5.4	30	22	4.9	38	27	5.1	24	23	3.5	34	31				
0.5	0.4	5.7	28	22	4.9	39	34	5.4	21	24	3.5	25	29				
1.0	0.4	5.9	28	25	5.4	41	39	5.3	22	21	3.2	33	32				
2.0	0.5	6.1	30	26	5.0	37	36	5.7	26	23	3.3	28	28				
Manganeso																	
0	1.9	5.6	353	184	5.0	247	168	5.4	209	160	3.1	121	173				
0.25	1.9	5.8	312	206	4.9	202	218	5.1	169	209	3.6	102	165				
0.50	1.7	5.2	288	220	4.9	247	338	5.6	176	288	2.7	93	209				
1.00	2.0	6.2	397	187	5.2	230	184	5.1	183	142	3.0	128	193				
Molibdeno																	
0	-	6.1	% N		5.2	% N		5.4	% N		3.4	% N					
0.05	-	5.2	1.7	1.7	5.4	2.7	3.0	5.5	2.5	2.4	2.9	2.6	2.8				
0.10	-	6.0	1.7	1.7	5.1	2.7	2.9	5.1	2.3	2.5	3.3	2.7	2.8				
0.20	-	6.0	1.7	1.8	5.1	2.7	3.1	5.0	2.4	2.4	3.0	2.6	3.0				

¹ Nivel deficiencia:

Tejido de leguminosa

Zn 20 ppm (Jones and Clay, 1976)

Cu 4 ppm (Andrew and Thorne, 1962)

B 20 ppm (Jones, 1972)

Mn 20 ppm (Jones, 1972)

Mo - -

Suelo ácido

0.5 ppm (Cox and Kamprath, 1972)

0.2 ppm " "

0.3 ppm " "

1.0 ppm " "

- - -

² MS = producción materia seca.

En el caso de boro la tendencia fue a incrementar con el primer nivel de aplicación (0.5 kg B/ha). Tanto en gramíneas como en leguminosas los contenidos de boro en el tejido fueron mayores que los considerados como niveles de deficiencia (20 ppm de B para leguminosas y 4 ppm B para gramíneas). Las aplicaciones de manganeso no tuvieron efecto ni en gramíneas ni en leguminosas. Resultados similares se encontraron con molibdeno en el caso de las leguminosas.

A partir de los resultados obtenidos, la recomendación para el establecimiento de gramíneas y leguminosas en Carimagua es que no se obtiene efecto positivo de las aplicaciones de micronutrientes sobre la disponibilidad de forraje. La cantidad de B y Mn disponibles bajo condiciones de sabana nativa es adecuada para el establecimiento de pastos. Las aplicaciones de zinc y cobre al suelo mejoran los contenidos de los mismos en gramíneas lo cual es importante ya que sin la aplicación de estos micronutrientes los niveles son inferiores a los requeridos por el animal. Por lo tanto, la fertilización de mantenimiento con zinc y cobre es importante en praderas de gramíneas puras. La presencia y consumo de leguminosas tropicales en la pastura, además de la cantidad y calidad de la proteína, pueden suplir en gran parte las deficiencias de zinc y cobre en las gramíneas. Esto implica que la reducción si no la eliminación de la suplementación mineral de zinc y cobre puede ser posible. Sin embargo, esta figura puede cambiar completamente para pastos tropicales establecidos en suelos arenosos, lo cual requiere investigación.

Efectos de la fertilización con azufre en pastos tropicales

Bajo condiciones de sabana nativa con suelos ácidos bien drenados el azufre disponible del suelo es a menudo deficiente, y esta deficiencia se acentúa cuando la textura del suelo se torna arenosa y disminuye la materia orgánica. Bajo las condiciones de Carimagua el azufre disponible (extractado con fosfato de calcio) fue cercano a 4 ppm S, valor considerado inadecuado para el establecimiento de pastos.

Los Cuadros 8 y 9 muestran los datos de un experimento de campo establecido en Carimagua para estudiar los efectos de la fertilización sobre la respuesta de varias gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. La producción de materia seca tanto en leguminosas como en gramíneas no muestra respuesta significativa a ninguna de las dosis de S aplicadas. Además, los contenidos de S en el tejido, sin la aplicación de S, fueron similares a las concentraciones críticas determinadas bajo condiciones de invernadero (Programa de Pastos Tropicales, Informe Anual, 1980). La ausencia de respuesta a la fertilización de S en este Oxisol por gramíneas y leguminosas tropicales se atribuyó al incremento considerable en disponibilidad del azufre nativo del suelo después de la preparación convencional de la tierra. Este incremento fue casi cinco veces el valor inicial de S encontrado bajo sabana nativa, lo cual fue suficiente para producir 90% de los rendimientos máximos de materia seca tanto en gramíneas como en leguminosas. Una explicación parece ser que el Oxisol de Carimagua tiene un contenido relativamente alto de materia orgánica (casi 4%). Con la preparación convencional del suelo para establecimiento de pastos el azufre orgánico se torna disponible para

Cuadro 8. Efectos de fertilización con azufre sobre la producción de materia seca y contenido de azufre en el suelo y en el tejido de cuatro leguminosas tropicales durante la fase de su establecimiento en un Oxisol de Carimagua, Colombia.

Tratamiento S		D. ovalifolium 350			P. phaseolooides 9900			S. capitata 1315			Z. latifolia 728		
Aplicado kg/ha	Azufre disponib. en el suelo ppm	MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido	
			Lluvia %	Seco		Lluvia %	Seco		Lluvia %	Seco		Lluvia %	Seco
0	22*	5.3	0.12	0.14	4.7	0.17	0.19	7.8	0.12	0.15	3.2	0.17	0.17
5	24	5.9	0.13	0.12	4.8	0.18	0.17	8.4	0.13	0.13	2.9	0.18	0.17
10	24	5.6	0.13	0.14	5.0	0.20	0.17	8.6	0.13	0.16	3.2	0.20	0.15
15	29	5.3	0.13	0.13	4.6	0.20	0.19	7.3	0.14	0.16	2.7	0.22	0.16
20	27	5.5	0.14	0.15	4.7	0.19	0.22	7.1	0.16	0.18	2.8	0.21	0.17
30	27	5.7	0.15	0.15	4.7	0.20	0.19	7.8	0.16	0.18	3.1	0.20	0.18

* Antes de la preparación convencional del suelo: 4 ppm de S disponible.

Cuadro 9. Efectos de fertilización con azufre sobre la producción de materia seca y contenido de azufre en el suelo y en el tejido de cuatro gramíneas tropicales durante la fase de su establecimiento en un Oxisol de Carimagua, Colombia.

Tratamiento S Aplicado	Azufre disponib. en el suelo kg/ha ppm	<i>D. ovalifolium</i> 350			<i>P. phaseoloides</i> 9900			<i>S. capitata</i> 1315			<i>Z. latifolia</i> 728		
		MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido		MS ton/ha/año	S en tejido	
			Lluvia	Seco		Lluvia	Seco		Lluvia	Seco		Lluvia	Seco
0	25*	8.9	0.12	0.10	8.5	0.12	0.13	7.2	0.11	0.12	8.5	0.12	0.12
5	24	9.0	0.13	0.08	9.3	0.14	0.13	7.1	0.12	0.12	8.4	0.15	0.13
10	24	10.0	0.12	0.09	9.1	0.15	0.15	7.7	0.14	0.13	8.1	0.16	0.15
15	24	8.6	0.13	0.09	7.8	0.15	0.13	7.5	0.14	0.13	8.1	0.20	0.17
20	24	7.6	0.14	0.08	8.2	0.16	0.14	6.7	0.16	0.15	7.7	0.17	0.15
30	27	8.3	0.13	0.09	8.7	0.18	0.16	7.4	0.14	0.15	7.7	0.20	0.16

* Antes de la preparación convencional del suelo: 4 ppm de S disponible.

las plantas durante el período de establecimiento. El Cuadro 10 muestra las formas y contenidos de azufre en la capa superficial de este Oxisol bajo condiciones de sabana nativa y bajo pastura un año después de establecida. El azufre total y principalmente el azufre orgánico fueron menores bajo condiciones de pastura establecida que en la sabana nativa. Como consecuencia, el azufre disponible aumentó casi cuatro veces aun sin la aplicación de azufre. Esto tiene una implicación importante para el establecimiento de pastos en este tipo de suelos puesto que se puede evitar la fertilización con S cuando se utiliza el método convencional de preparación del suelo y por tanto se reducen los costos en insumos.

Cuadro 10. Fracciones de azufre en el Oxisol de Carimagua bajo condiciones de sabana nativa y pasto introducido después de un año de establecido con tres tratamientos de azufre.

Fracción de azufre	Sabana nativa ppm	Pasto establecido de 1 año		
		0 kg S/ha	15 kg S/ha	30 kg S/ha
S-Total	420	280	300	295
S-Orgánico	231	101	113	105
S-Inorgánico	189	179	187	190
S-Disponible*	6	23	26	27

* Extracción con fosfato de calcio.

Sin embargo, los requerimientos de azufre para el mantenimiento de pasturas bajo pastoreo pueden ser completamente diferentes. Parece que después de un cierto tiempo la materia orgánica tiende a estabilizarse y a producir una inmovilización neta de S. Puesto que el suelo de la pastura no recibe una preparación anual, la disponibilidad de azufre parece retornar al estado inicial bajo sabana nativa. Este fue el caso de una pastura de *Desmodium ovalifolium* 350 establecida en 1978, la cual recibió además de la fertilización basal cerca de 20 kg S/ha durante el establecimiento. En agosto de 1980 recibió cuatro tratamientos como fertilización de mantenimiento incluyendo azufre. La dinámica de los nutrimentos en el suelo como función de estos cuatro tratamientos se muestra en la Figura 2. Los resultados respecto a disponibilidad de forraje, calidad de proteína, contenido de taninos y consumo preferencial por el animal son presentados y discutidos en la sección Calidad de Pastos Tropicales.

El fósforo disponible, con excepción del Tratamiento 4, aumentó cinco meses después de la aplicación de fósforo, lo cual puede ser atribuido a efectos del final de la época lluviosa. Una respuesta

similar fué observada con el calcio intercambiable pero el incremento ocurrió al comienzo de la época lluviosa en todos los tratamientos, excepto el control el cual no recibió fertilización de mantenimiento. El Tratamiento 4 recibió además de P y Ca, Mg y S. El P disponible del suelo, S y Mg pero no el Ca intercambiables estuvieron disponibles en el suelo tan pronto como los fertilizantes fueron aplicados. Los niveles de S y Mg pueden ser acreditados al fertilizante aplicado, pero la mayor disponibilidad de P comparada con la de los Tratamientos 2 y 3 puede deberse a un mejor balance nutricional en el suelo causado por una fertilización casi completa la cual podría haber estimulado la actividad química y biológica del suelo.

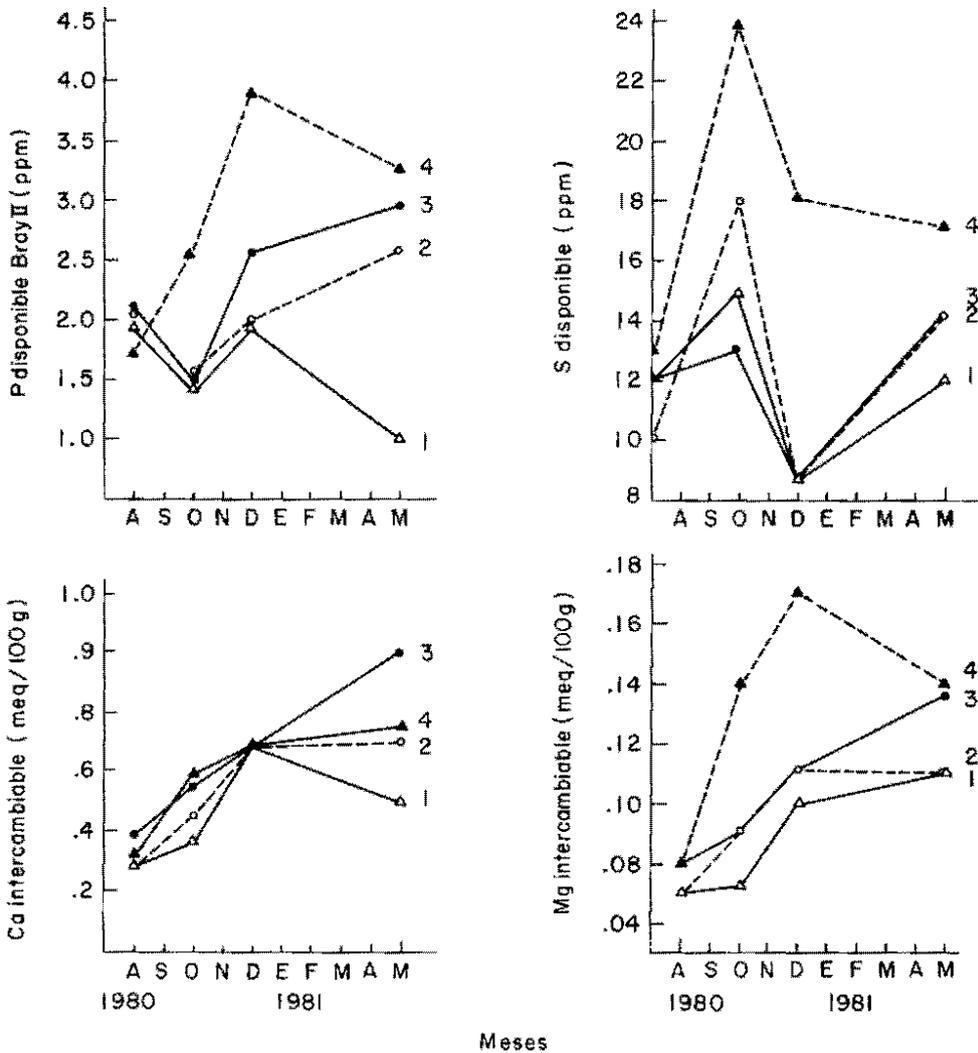


Figura 2. Dinámica de nutrientes en el suelo en función de cuatro tratamientos de fertilización aplicados a una pastura de *Desmodium ovalifolium* 350 bajo pastoreo en Carimagua (agosto 1980-mayo 1981).
 Tratamientos: 1 = control; 2 = P + Ca; 3 = P + Ca + K; 4 = P + Ca + K + Mg + S.

La principal conclusión de estos resultados es que la única respuesta significativa de esta pradera fue obtenida con la fertilización de mantenimiento aplicada con el Tratamiento 4. Posteriormente se modificó este experimento para probar la hipótesis de que el azufre es el elemento clave en la modificación de la dinámica de la fertilidad del suelo como también de los cambios en la disponibilidad de forraje, calidad de proteínas, contenido de taninos y consumo de Desmodium ovalifolium por el animal. Las evaluaciones preliminares están confirmando esta hipótesis.

Reciclamiento de Nutrimentos en Pasturas

En los sistemas de producción de pastos, existe un mecanismo natural de reciclamiento en el cual los tres componentes principales, el suelo, la planta, y el animal, representan la fuente de nutrimentos y determinan en gran parte la productividad de la pastura y el rendimiento del producto animal. En consecuencia, la magnitud del reciclamiento de nutrimentos en pasturas necesita de una cuantificación para definir las recomendaciones sobre fertilización de mantenimiento.

Residuos de leguminosas como fuente de nitrógeno

La contribución de una leguminosa a las pasturas tropicales es tanto como alimento de alto contenido proteínico como residuos de la planta que son fuentes de nutrimentos por reciclamiento. Una forma principal del reciclamiento de nitrógeno tiene lugar a través de los residuos de hojas de las leguminosas. Así, se establecieron dos experimentos para evaluar la contribución de estos residuos a las pasturas tropicales.

Para el primer experimento, materiales de hojas de leguminosas de dos pasturas (Pueraria phaseoloides 9900 y Desmodium ovalifolium 350) fueron incubados en presencia de una gramínea en crecimiento (Brachiaria humidicola 679). La gramínea se cosechó a las 11, 18 y 24 semanas y se calculó la recuperación de N. Dos suelos más un tratamiento con cal fueron empleados: suelo de una pastura con Desmodium ovalifolium 350, el mismo suelo más cal (saturación de Al próximo a 40%), y un suelo de una pastura con Andropogon gayanus 621. Los resultados se muestran en la Figura 3. Al primer corte, el N en las hojas de la gramínea representó aparentemente el N fácilmente mineralizable (N soluble). El suelo de la pastura con A. gayanus tuvo un menor porcentaje de saturación de Al (74% Sat. Al) que el suelo de la pastura con D. ovalifolium (82% Sat. Al), y ésto se reflejó en una mayor extracción neta de nitrógeno por B. humidicola. El segundo corte representó probablemente la mineralización de una parte de la proteína ligada a taninos. Aparentemente el suelo de la pastura con A. gayanus no tuvo una alta población de microorganismos que pudieran mineralizar este tipo de proteína y se observó una inmovilización neta de N, especialmente con el material foliar muerto de D. ovalifolium (moderadamente bajo en N y tanino). Datos acumulados de la recuperación neta del nitrógeno muestran que el suelo de A. gayanus fue capaz de mineralizar más nitrógeno proveniente de material foliar muerto de P. phaseoloides que

los otros suelos, y ésto podría estar relacionado a su menor porcentaje de saturación de Al. Encalando el suelo de *D. ovalifolium* aparentemente estimuló la población microbial responsable de la mineralización del N de la proteína ligada al tanino.

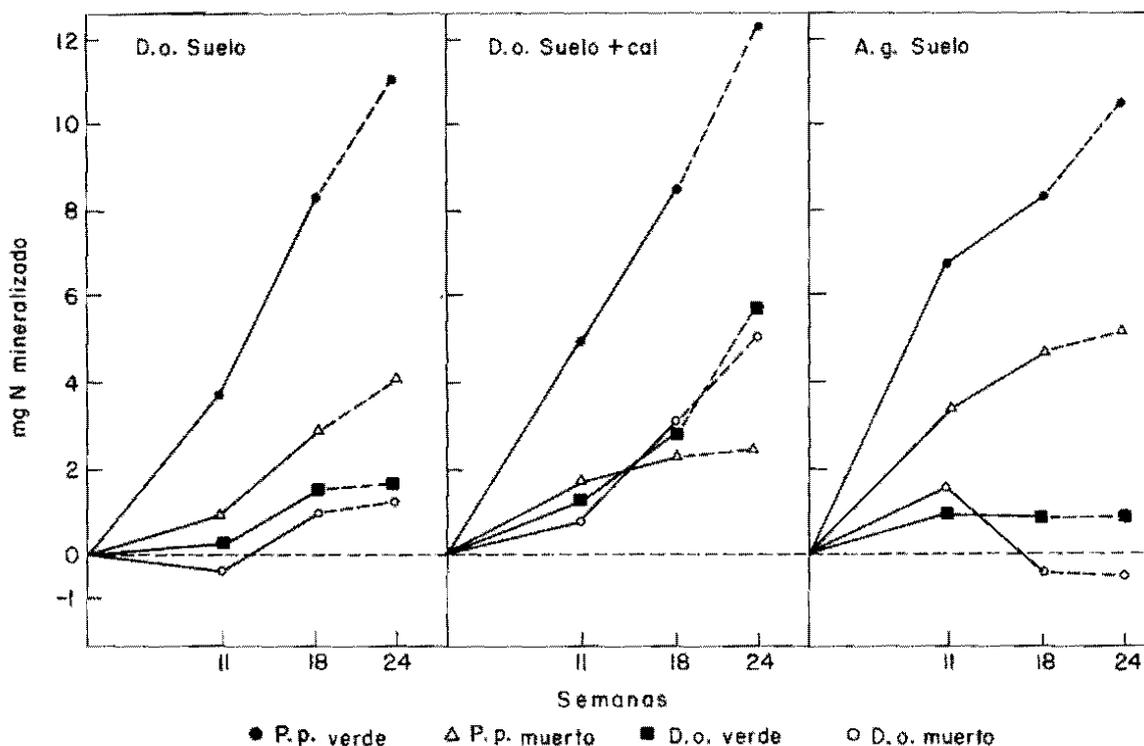


Figura 3. Nitrógeno mineralizado de material fresco y muerto de dos leguminosas (Pp = *Pueraria phaseoloides* 9900, D.o. = *Desmodium ovalifolium* 350) en función del tiempo en el Oxisol de Carimagua con tres diferentes pasturas.

Todos los suelos mineralizaron en forma similar y en mayores cantidades el N proveniente del material de hojas verdes de *P. phaseoloides* (alto N, bajo tanino). Sin embargo, sólo el suelo encalado de *D. ovalifolium* fue capaz de mineralizar cantidades apreciables de nitrógeno proveniente de material con alto contenido de taninos, pero por alguna razón este suelo mineralizó mucho menos N del material muerto de *P. phaseoloides* con bajo contenido de tanino que los demás suelos a las 18 y 24 semanas, respectivamente.

Para el segundo experimento, se muestrearon cuatro pasturas bajo pastoreo para determinar las cantidades y concentraciones de nitrógeno de los residuos, así como también se muestrearon los suelos a diferentes profundidades para observar las variaciones en los niveles de nitratos y nitrógeno amoniacal en las cuatro pasturas.

La Figura 4 muestra la cantidad de N determinada en los residuos de las cuatro pasturas en función del tiempo (marzo-agosto, 1981). En

general, la tendencia fue la disminución en la cantidad de N con respecto al incremento de las lluvias. Esta reducción de N estuvo principalmente relacionada con una reducción en la cantidad de residuos y no con una disminución del contenido de N en éstos, debido a la época de crecimiento en la cual hay una mayor cantidad de biomasa verde y menor defoliación que en la época seca. Las cantidades de residuos presentes al final de la época seca fueron altas y correlacionaron con la concentración de N-NO₃ en el suelo. La pastura de *Andropogon gayanus* 621/*Pueraria phaseoloides* 9900 (A.g./P.p.) tuvo una mayor producción de residuos (4.5 ton/ha) y fue la que presentó el mayor contenido de N en estos residuos (1.8% N). Los residuos de la pastura de *Brachiaria decumbens* 606/*Pueraria phaseoloides* 9900 (B.d./P.p.) tuvo también un contenido relativamente alto de N (1.65% N) pero una menor cantidad de residuos (2.2 ton/ha). La pastura de *Andropogon gayanus* 621/*Desmodium ovalifolium* 350 (A.g./D.o.) tuvo la mayor producción de residuos (5.9 ton/ha) pero el contenido de N fue solamente de 0.91%. Finalmente, la pastura de *Brachiaria humidicola* 679/*Desmodium ovalifolium* 350 (B.h./D.o.) tuvo la menor cantidad de residuos y el contenido más bajo de N (2.6 ton/ha y 0.68% N). La continuación del muestreo por un año completo será esencial para caracterizar completamente la contribución de N por parte de los residuos.

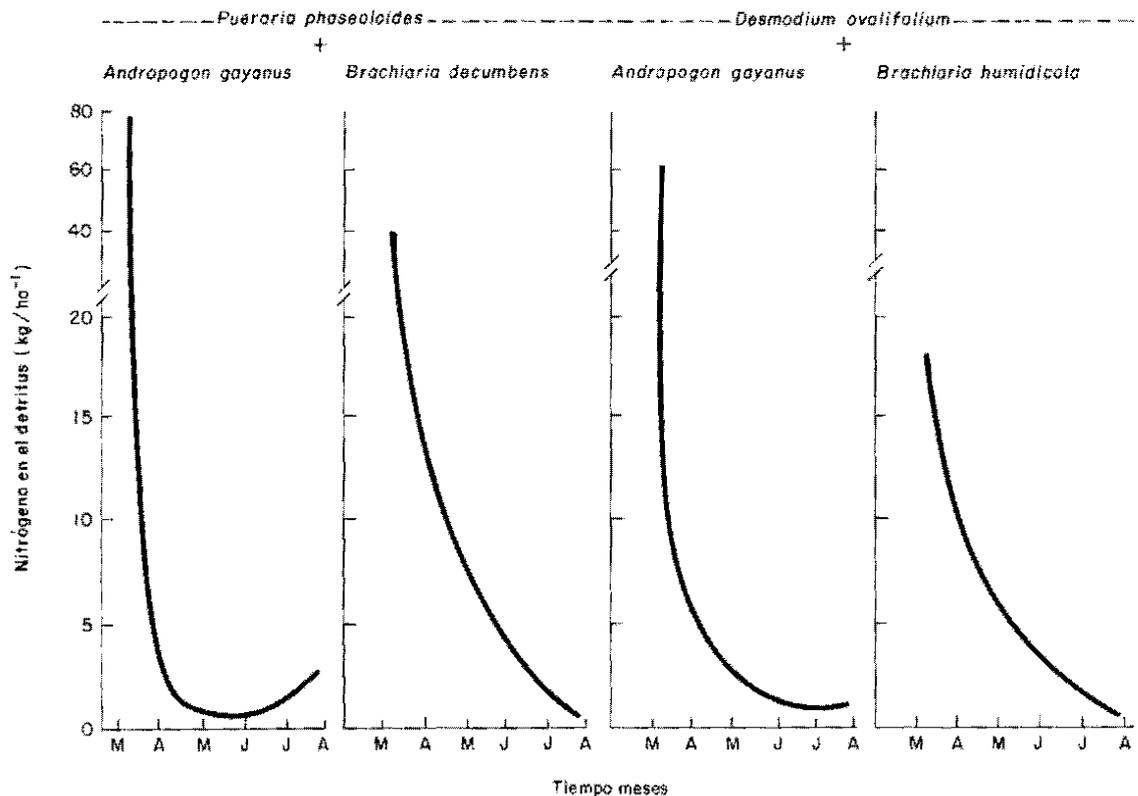


Figura 4. Nitrógeno total en el detritus en función del tiempo en cuatro pasturas asociadas bajo pastoreo en Carimagua, Colombia.

Las Figuras 5 y 6 muestran los cambios en los niveles de nitrato y amonio en la profundidad del suelo en dos épocas de muestreo (mayo 5 y agosto 4). En la primera época de muestreo los niveles de nitrato tendieron a aumentar con la profundidad del suelo con excepción del suelo de la pastura de A.g./P.p. el cual presentó los niveles más altos de nitratos en todas las profundidades. En la segunda época de muestreo los niveles de nitratos tendieron a disminuir, principalmente en el suelo de A.g./P.p. pero sólo en los 20 cm de la parte superior del suelo. Los niveles de N amoniacal disminuyeron considerablemente con la profundidad del suelo en las cuatro pasturas y en las dos épocas de muestreo. Aparentemente, las gramíneas mejoradas no están explotando completamente los 100 cm de profundidad. Sin embargo, estas gramíneas mejoradas están utilizando este nitrato más que la sabana nativa, en donde algunas veces hay abundantes nitratos "fósiles" (por encima de 16 ppm de N-NO₃ a 100 cm de profundidad y superiores a 6.5 ppm N-NO₃ entre 180-190 cm de profundidad). Esto tiene implicaciones para el establecimiento de leguminosas asociadas con gramíneas mejoradas, debido a que las leguminosas pueden no ser capaces de competir con las gramíneas cuando éstas tengan acceso a los nitratos "fósiles". Una vez se agote el nitrato la leguminosa podría ser más capaz de competir con la gramínea.

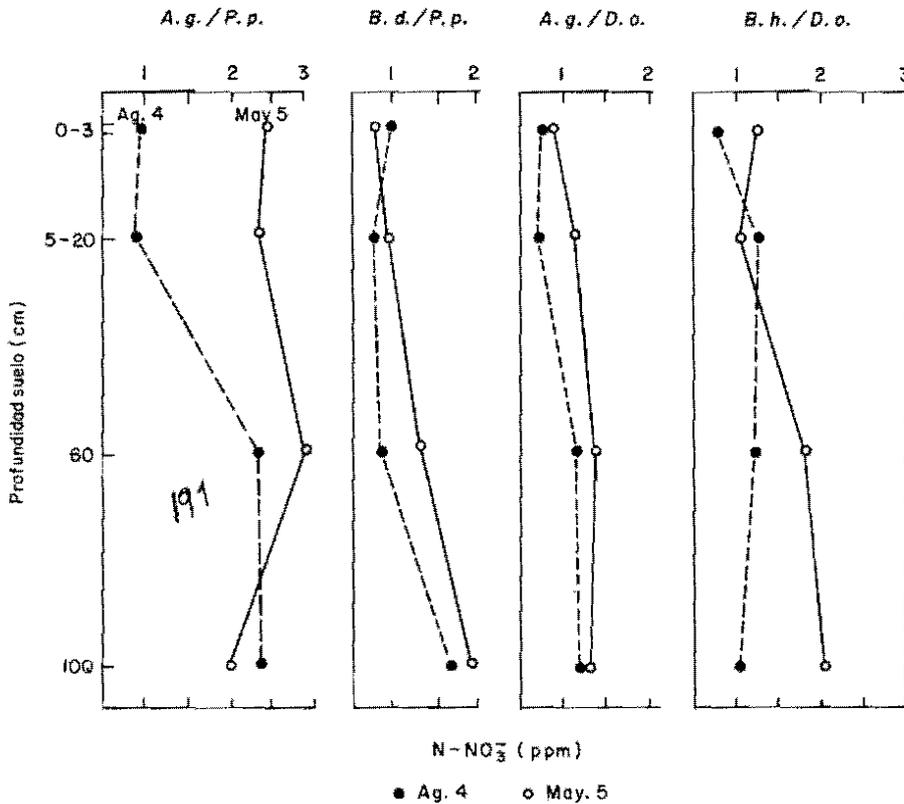


Figura 5. Distribución de nitrato con la profundidad del suelo en cuatro pasturas asociadas bajo pastoreo en Carimagua, Colombia.

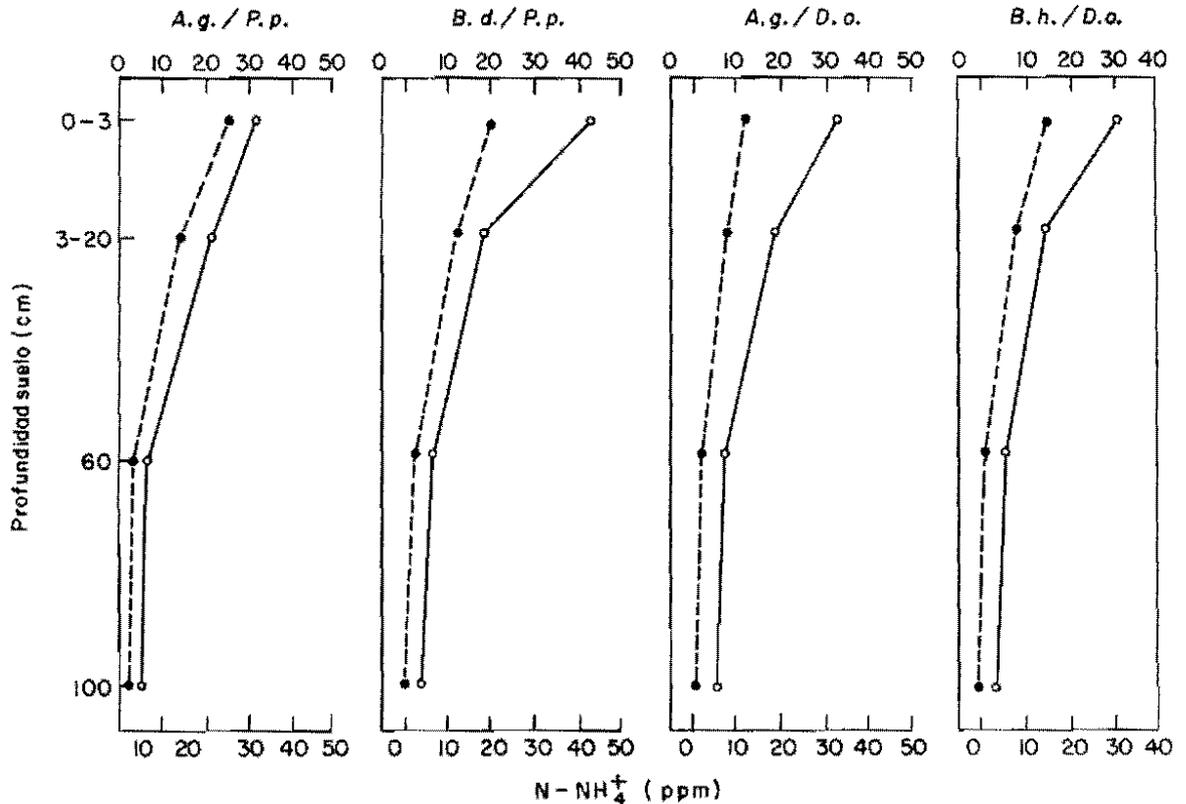


Figura 6. Distribución de nitrógeno amoniacal con la profundidad del suelo en cuatro pasturas asociadas bajo pastoreo en Carimagua, Colombia.

Deposición del animal como fuente de nutrimentos

El retorno de nutrimentos al suelo mediante las heces y orina en sistemas de producción de pastos es un mecanismo natural importante en el reciclamiento pero depende considerablemente de la carga animal, sistema de pastoreo, y otros factores. Los datos preliminares presentados en la Figura 7 muestran los cambios en los primeros 20 cm de profundidad del suelo de un Ultisol de Quilichao, Colombia, causados por la deposición de estiércol en una pastura de *Brachiaria decumbens* bajo pastoreo rotacional realizado cada 15 días. Los resultados muestran que el contenido de nitrógeno inorgánico en la superficie del suelo (20 cm) se duplicó en los primeros 15 días en un radio de 1 m a partir del sitio de la deposición y declinó considerablemente después. El fósforo disponible, potasio, calcio y azufre mostraron también un incremento similar pero con efectos menores a 1 m de distancia, excepto para azufre, y seguidos por una disminución más gradual que el nitrógeno con el tiempo. Los efectos de las deposiciones de orina (Cuadro 11) indican un incremento mayor en potasio y azufre que con las heces, pero un incremento menor en la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y calcio.

Los efectos totales de estas adiciones se reflejaron favorablemente en incrementos de todos los cinco elementos en los contenidos en el tejido de la planta durante los primeros 30 días posteriores a las deposiciones.

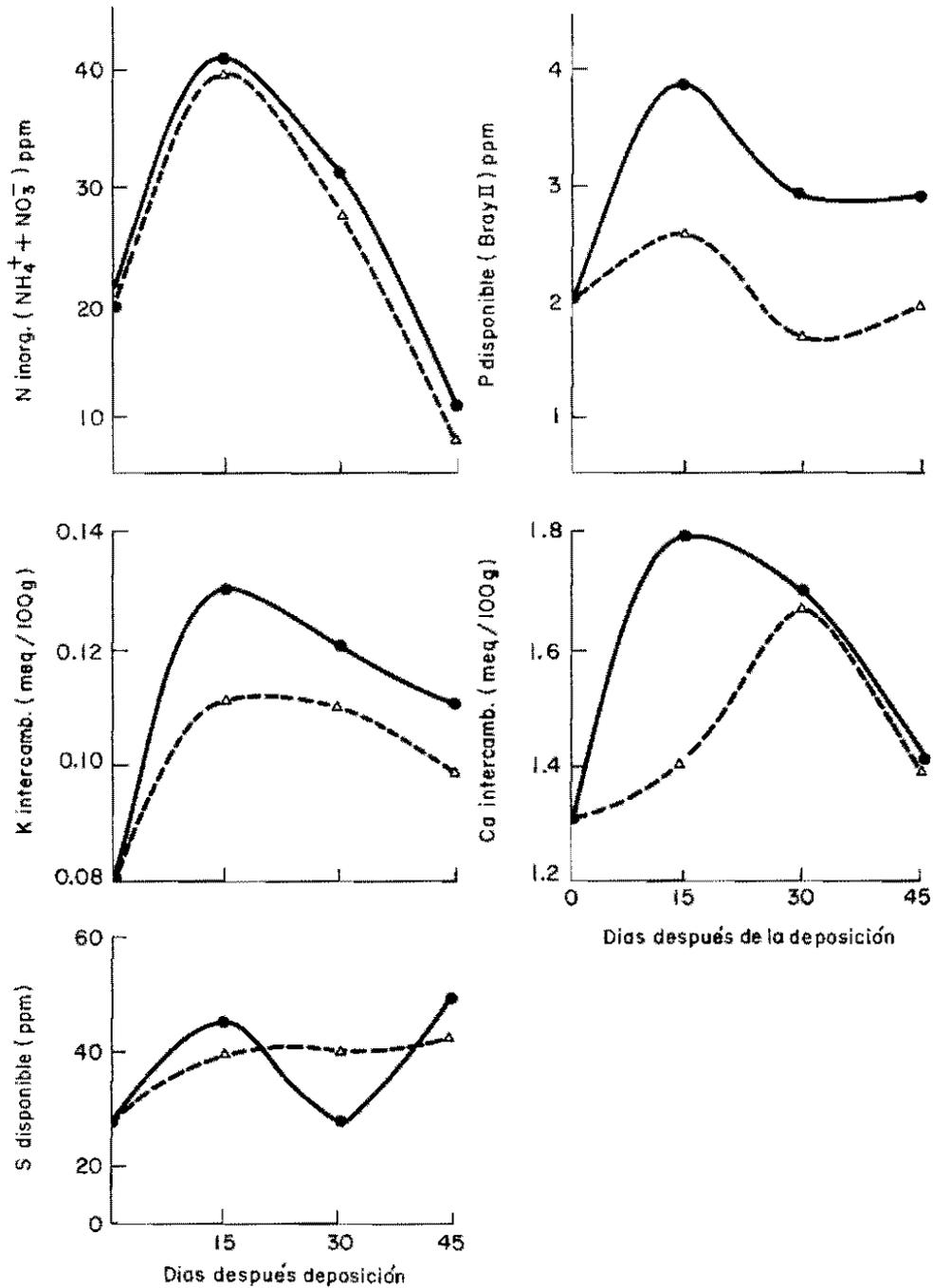


Figura 7. Reciclamiento de nutrientes en la capa arable de un Ultisol de Quilichao, Colombia, como resultado de las deposiciones del ganado en una pastura de *Brachiaria decumbens*.

Cuadro 11. Reciclamiento de nutrimentos en la capa arable de un Ultisol de Quilichao, Colombia, como resultado de las deposiciones de orina del ganado en una pastura de *Brachiaria decumbens*.

Tiempo después de la deposición de orina (días)	Distancia de la deposición (cm)	N-Inorgánico (NH ⁺⁴ + NO ⁻³) ppm	P-Disponible (Bray II) ppm	S-Disponible ppm	K-Intercambiable meq/100 g	Ca-Intercambiable meq/100 g
0	20	20	2.5	25	0.09	1.20
	100	21	3.0	26	0.10	1.24
15	20	65	2.0	36	0.19	1.39
	100	35	2.3	33	0.11	1.17
30	20	28	1.8	37	0.20	1.61
	100	27	1.8	38	0.11	1.61
45	20	13	2.1	42	0.22	1.59
	100	9	2.2	40	0.11	1.56

Desarrollo de Pasturas en Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)

Introducción

El período de 1980-81 ha sido de consolidación para la sección de Desarrollo de Pastos en Carimagua. El rol principal de la sección es el desarrollo de sistemas prácticos de establecimiento y manejo para especies de categorías avanzadas, aprovechando el conocimiento básico derivado de las actividades de otras secciones y de su propia experiencia previa. De esta manera, la sección sirve como puente entre las actividades relacionados con la recolección de germoplasma y su evaluación inicial y las actividades subsiguientes que se concentran en la evaluación de materiales promisorios en cuanto a persistencia y productividad bajo pastoreo y en la utilización de estos materiales en los sistemas de producción de ganado.

Resultados en 1980-81

Distribución espacial. Se ha manejado la asociación de B. decumbens y P. phaseoloides en un diseño triangular sistemático (Informes Anuales 1978, 79, 80) bajo pastoreo continuo desde 1979, con una carga de 2.5 animales/ha durante la estación lluviosa, y 1.25 animales/ha en la estación seca. El desarrollo de este ensayo se ha visto perjudicado en los últimos dos años por una infestación severa de mión que durante el presente año ha llegado a proporciones muy críticas. A pesar de este limitante el equilibrio entre especies sigue siendo satisfactorio, y el comportamiento de los animales ha sido bueno. Las ganancias diarias en peso vivo fluctuaron entre 545 y 685 g/día/animal durante la época lluviosa de 1981. Sin embargo, la leguminosa ha sido más dominante durante este año que en años anteriores debido en gran parte a la mayor severidad del ataque del mión. Este es un factor preocupante.

Con base en este ensayo, se estableció en 1980 otro experimento sobre distribución espacial y se inició el pastoreo a principios de la presente estación lluviosa. Se están estudiando los efectos de la proporción inicial de leguminosa y gramínea y el ancho de la franja en que se siembran por separado e intercalados los componentes indicados. Las tres proporciones y tres anchos de franjas utilizadas con dos asociaciones: B. humidicola con D. ovalifolium y con P. phaseoloides, se muestran en el Cuadro 1. Se presentaron dificultades en el ajuste de la presión de pastoreo de acuerdo a la disponibilidad de forraje y, como resultado, se dejaron acumular cantidades excesivas de gramínea sobre-madura en algunos tratamientos, requiriendo por lo tanto una guadañada. Las observaciones preliminares indican que existe una interacción entre proporción y ancho óptimo de la franja, y entre estos dos factores y la asociación. Parece que la asociación entre B. humidicola y P. phaseoloides es más sensible a ambos factores que la otra asociación, y al final de la primera estación lluviosa bajo pastoreo, esta leguminosa casi ha desaparecido en todos los tratamientos

Cuadro 1. Proporciones y anchos de franja de Brachiaria humidicola con P. phaseoloides y D. ovalifolium.

Proporción (%)		Ancho de franjas (m)		
Leguminosa - Gramínea				
1	2	1:2	2:4	4:8
1	2	1:1	2:2	4:4
2	1	2:1	4:2	8:4

salvo los de franjas intermedias y anchas en la proporción inicial de 2/3 leguminosa:1/3 gramínea.

Siembras ralas. Teniendo en cuenta la utilización de la labranza mínima y cero para siembras de baja densidad y con base en experiencias anteriores (Informe Anual, 1980) se inició un nuevo ensayo para probar la factibilidad de sustituir el control químico de la vegetación nativa por el control mecánico seguido por una siembra rala con preparación manual del sitio de siembra. La ubicación del ensayo, adyacente a una sabana grande que cae hacia el río Muco, con bajos y bosques de galería, ha resultado en alta depredación por parte de conejos y venados. Estos factores, junto con el problema de insectos, principalmente hormigas, han hecho casi imposible evaluar los tratamientos. Es posible que el problema no se presente en fincas pequeñas, donde este tipo de establecimiento sería más relevante.

Siembra mecanizada con material vegetativo. Varias de las gramíneas más promisorias producen poca semilla viable en los Llanos Orientales, pero son fáciles de sembrar mediante material vegetativo. Otras especies ofrecen la alternativa de sembrar con semilla o con material vegetativo. Se ha observado que en general los agricultores aceptan, y hasta prefieren, la propagación mediante el uso de material vegetativo para establecer pastos para reducir el riesgo de perder la siembra por mala calidad de semilla, factores climáticos, hormigas, etc. Sin embargo, la logística de la siembra convencional con material vegetativo es formidable. Dos científicos visitantes en el programa expresaron interés en el desarrollo de un sistema sencillo para mecanizar parcialmente la siembra de B. humidicola. Se usaron dos canecas de 55 galones, abriendo la lata verticalmente y formando una tolva para el material vegetativo; la tolva se montó delante de un pequeño tractor de 25 caballos. Una tabla se montó transversalmente frente a la tolva sirviendo de asiento para un hombre de cada lado. Estos van tirando las estacas en surcos previamente trazados a una distancia entre sí de 1.8 m, igual al ancho de las llantas traseras del tractor. Las estacas se tapan parcialmente con unas palas montadas en un porta-herramienta frente a las llantas traseras del tractor, las cuales compactan el suelo sobre las estacas dejándolas protegidas del sol y viento. Utilizando este sistema, el equipo pudo sembrar una

hectárea en 45 minutos, gastando 200 kg (peso fresco) de material vegetativo. La relación entre semillero y área sembrada es de aproximadamente 1 a 100. Es decir, de una hectárea de semillero se siembran más de 100 hectáreas. La cantidad relativamente pequeña de material requerido para la siembra simplifica la logística de ésta.

Experiencia a escala comercial con siembras ralas. Se han establecido varias pasturas de asociaciones en gran escala, utilizando el sistema de siembras ralas (Informe Anual, 1980). Estas pasturas se han desarrollado bien bajo pastoreo. La mayoría son de A. gayanus asociado con P. phaseoloides, y se están mostrando estables con buen balance entre leguminosa y gramínea.

Factores que influyen en el establecimiento con material vegetativo. Mediante la colaboración de los dos científicos visitantes, la sección estudió los efectos de varios factores en el establecimiento de B. decumbens y B. humidicola sembrados mediante estacas. Los efectos de la cobertura parcial (dejando por lo menos un nudo expuesto) y total y de la compactación se muestran en la Figura 1. Se puede observar que la cobertura completa de los estolones tuvo un efecto muy desventajoso en ambas especies. La compactación después de cubrir la semilla tuvo un efecto notable y positivo en el caso de B. humidicola pero tuvo poco efecto en B. decumbens. En otro ensayo se observó que el almacenamiento del material vegetativo después de cortado tuvo poco efecto en su viabilidad bajo las condiciones que se presentaron durante el período del ensayo. Las lluvias fueron frecuentes y los días frescos y nublados. El material vegetativo fue almacenado en montones de 50 cm cubiertos con costales.

Mantenimiento

Asociación por niveles de fósforo. Este ensayo ha cumplido tres años de pastoreo. Como se ha informado, los tratamientos con la asociación de P. maximum x P. phaseoloides fueron dominados casi completamente por las leguminosas al final del primer año de pastoreo. El pastoreo de este tratamiento fue descontinuado en el segundo año y los potreros fueron renovados sembrando las mismas especies. Estarán listos para reiniciar el pastoreo próximamente. Se presentaron otros problemas durante al año, incluyendo daños severos de hormigas en dos parcelas de Andropogon, poniendo de presente la susceptibilidad de la especie al ataque de hormiga, aun después de establecida. Las parcelas fueron resemebradas pero aún no están totalmente establecidas. Este ensayo ha resultado de difícil manejo, principalmente por los problemas de ajuste de la carga animal para lograr una presión de pastoreo adecuada para los diferentes tratamientos y con el resultado de que algunos de éstos fueron sobrecargados mientras que otros resultaron subpastoreados.

Las asociaciones de A. gayanus con P. phaseoloides y con S. capitata siguen siendo las más productivas y estables. Se ha presentado una buena persistencia de S. capitata asociado con A. gayanus bajo pastoreo rotacional en este ensayo, contrastando con la experiencia bajo

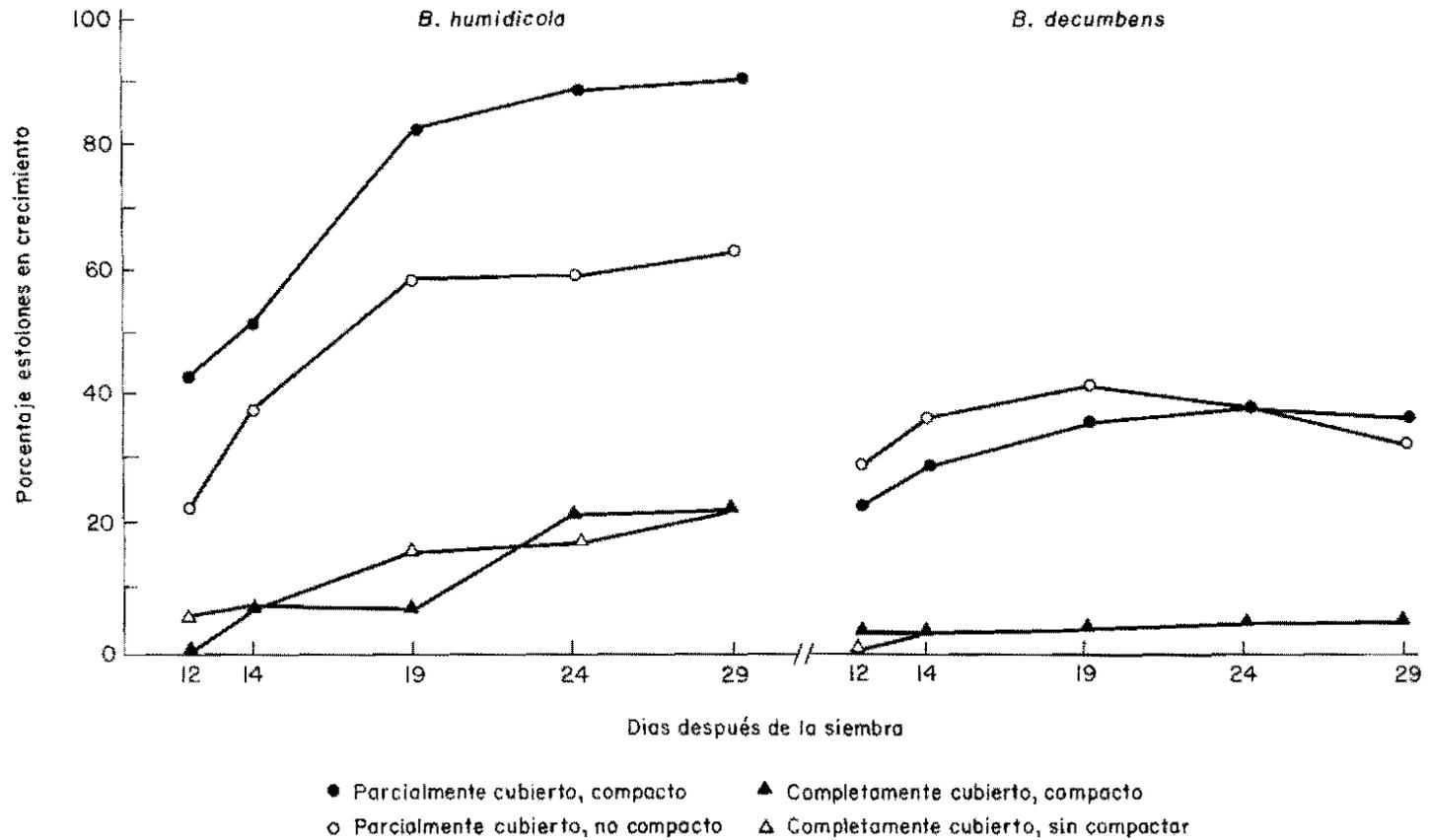


Figura 1. Efecto de la tapada y de la compactación de estacas en el establecimiento de *B. humidicola* y *B. decumbens*.

pastoreo continuo en el cual la persistencia de S. capitata ha sido muy regular. En forma similar, el balance de P. phaseoloides con A. gayanus bajo pastoreo rotacional contrasta con el desequilibrio estacional de la misma asociación bajo pastoreo continuo en potreros adyacentes. La interacción de fósforo por asociación se ha observado principalmente en la asociación P. maximum x S. capitata en la cual se reflejan los niveles crecientes de fósforo en términos de producción de forraje y mejor balance entre especies.

Vigor de plántulas de S. capitata. La falta de persistencia de S. capitata en asociación con A. gayanus es un limitante importante para la especie. Los resultados de estudios conducidos por un estudiante de posgrado no son definitivos aún, pero indican que uno de los factores más limitativos es la competencia de la gramínea por nutrimentos, despojando así a las plántulas del alimento que requieren para su normal desarrollo. En un ensayo hecho por colegas del ICA en Carimagua, iniciado en 1978, se ha observado que S. capitata se muestra compatible con M. minutiflora bajo pastoreo. El ensayo se ha pastoreado cada seis semanas desde su establecimiento hace tres años y las poblaciones y balances de especies son excelentes aún. El efecto de pastoreo continuo de tal asociación podría ser totalmente distinto, sin embargo. Al parecer, M. minutiflora es una gramínea menos agresiva y competitiva que A. gayanus y por lo tanto impone menos presión sobre las plántulas de S. capitata. Una experiencia similar se ha observado con S. capitata sembrada con sabana nativa. Bajo el mismo sistema de pastoreo, las especies nativas han desaparecido del potrero.

Reemplazo de sabana. Este ensayo está basado en conceptos relacionados con el establecimientos y mantenimiento derivados de investigaciones previas, especialmente en lo que concierne a la distribución espacial de especies, siembras ralas, sistemas de labranza, requerimiento de fertilizantes para el establecimiento y mantenimiento. La estrategia del ensayo se describió en el informe de 1980. El establecimiento de las franjas iniciales que cubren el 20% del área total fue exitoso, y los potreros fueron pastoreados levemente durante el último verano y la carga definitiva se estableció comenzando la presente estación lluviosa. Se está utilizando una carga de un animal/ha área total, o 5 animales/ha área sembrada, utilizando animales que entraron pesando aproximadamente 200 kg en mayo. Tanto D. ovalifolium como P. phaseoloides han invadido las franjas de sabana aun bajo pastoreo y han cubierto por lo menos un 20% adicional del área total con excepción de las franjas de 5 m de ambas especies en las cuales sería necesario un avance de 2.5 m a cada lado de la franja sembrada para alcanzar el 20% de cobertura adicional por año (Cuadro 2).

Se ha presentado una interacción fuerte entre especies y se refleja en el crecimiento muy distinto de B. humidicola en las dos asociaciones. D. ovalifolium ha formado una barrera densa y formidable al avance de B. humidicola desde el centro de la franja donde fue sembrada, y sólo ha logrado avanzar algo por debajo de la cobertura de la leguminosa. En la otra asociación el crecimiento más abierto y agresivo de P. phaseoloides, junto con las condiciones favorables de fertilidad de N en la franja, han estimulado el crecimiento de la gramínea hasta cubrir

toda la franja originalmente sembrada en detrimento de la leguminosa. El volumen de forraje de B. humidicola en esta asociación es mucho mayor que en la otra, y la gramínea está empezando a invadir la franja de sabana nativa. Como se muestra en el Cuadro 2, ambas leguminosas han cubierto por lo menos las dos terceras partes del área total en los tratamientos de franjas de 50 cm con franjas intermedias de sabana nativa de 2 m.

Los animales prefieren la gramínea sembrada, tanto A. gayanus como B. humidicola. Esta última se está pastoreando más fuertemente en asociación con D. ovalifolium que en la otra asociación debido al menor

Cuadro 2. Efecto de la especie asociada y el ancho de la franja sembrada en la invasión de la sabana nativa por dos leguminosas en un ensayo de reemplazo de sabana. (Sembrado en mayo, 1980; pastoreo iniciado en abril, 1981; medidas tomadas en noviembre, 1981.)

Asociación	Ancho de la franja sembrada ¹ (m)	Avance promedio de la franja original ² (m)	Cobertura adicional del área total ³ (%)
<u>B. humidicola</u> x <u>D. ovalifolium</u>	5	1.7	14
	2.5	2.75	44
	0.5	1.0	53
<u>B. humidicola</u> x <u>P. phaseoloides</u>	5	1.65	13
	2.5	2.6	42
	0.5	2.0	80
<u>A. gayanus</u> x <u>D. ovalifolium</u>	5	1.4	11
	2.5	1.75	28
	0.5	1.0	53
<u>A. gayanus</u> x <u>P. phaseoloides</u>	5	2.85	23
	2.5	2.8	44
	0.5	2.0	80

¹ La gramínea asociada se sembró en la tercera parte central de las franjas de 5 y 2.5 m. En las franjas de 0.50 m, se sembró cada tercera franja en gramínea.

² El avance promedio de la leguminosa sobre la sabana a cada lado de la franja sembrada, medido hasta donde la cobertura fue completa; algunos estolones se extienden mucho más en la sabana.

³ Cobertura adicional (%) = $\frac{2 \times \text{avance promedio}}{\text{distancia entre franjas, centro a centro}} \times 100$

volumen presente. El consumo de especies nativas está aumentando; los animales están consumiendo agresivamente sabana que no se ha quemado en 18 meses, indudablemente por la presencia de la leguminosa en la dieta. Se ha acumulado un volumen mayor de D. ovalifolium que de kudzú. El comportamiento de los animales ha variado de acuerdo con la asociación desde 200 hasta más de 400 g/animal/día de abril 22 a septiembre 17 en el siguiente orden: B.h. x P.p. > B.h. x D.o. > A.g. x P.p. > A.g. x D.o.

Planes Futuros

Fase de establecimiento. Es de alta prioridad el desarrollo de sistemas alternativos para la preparación de terrenos en suelos arenosos y/o de pendiente cuya estructura es muy débil y riesgo de erosión es alto. Se dará énfasis a la labranza mínima, y en caso necesario se combinará el control químico con escardillos o palas. Parece que algunas especies agresivas son capaces de establecerse después de la labranza mínima sin necesidad de mayor control de la vegetación.

Se necesita un sistema sencillo para la compactación del suelo sobre el surco en la siembra, factor éste que siempre ha sido importante en Carimagua.

Hay necesidad de sistemas alternos para la siembra de A. gayanus. Esta es una semilla difícil de manejar, y hasta el presente se ha sembrado con éxito solamente cuando se mezcla con algún fertilizante como roca fosfórica o escorias Tomas.

Es necesario perfeccionar sistemas mecanizados para la siembra de material vegetativo. Se piensa trabajar con base en la cultivadora de campo como portaherramienta para varios sistemas de siembra, incluyendo material vegetativo, siembra de leguminosa en potreros degradados y siembras convencionales de leguminosas y gramíneas en terrenos preparados en forma tradicional, además de la siembra de especies forrajeras en franjas o surcos en sabana nativa.

Se debe ampliar la investigación relacionada con el establecimiento de pastos en áreas bajas e inundables, incluyendo siembras ralas en "zurrales".

Fase de mantenimiento. Se debe enfocar mayor esfuerzo al área de renovación de pastos, especialmente en lo relacionado con la introducción de leguminosas en potreros de gramíneas degradadas.

El estudio de la falta de vigor de las plántulas de S. capitata bajo pastoreo se debe proseguir. Una posibilidad es asociar la especie con gramíneas más compatibles que A. gayanus.

Desarrollo de Pasturas en Sabanas Isotérmicas (Cerrado)

Los objetivos de la sección son: a) desarrollar métodos eficientes para el establecimiento de pasturas en el ecosistema del Cerrado y b) determinar los requerimientos de fertilización para el establecimiento y mantenimiento de las asociaciones de gramíneas y leguminosas más adecuadas para las condiciones de esa región. Existe una gama de alternativas disponibles para el establecimiento de pasturas dentro de los múltiples sistemas de producción del Cerrado. Los métodos de establecimiento de leguminosas en pasturas nativas o en pasturas de gramíneas en degradación han sido experimentados y los resultados fueron presentados en el Informe Anual de 1980. Este año fueron iniciados más trabajos en métodos de siembra convencional. Los resultados preliminares de estos experimentos y los obtenidos en experimentos de fertilización se presentan en este informe.

Deficiencias de Nutrimentos en el Suelo para el Establecimiento de Pasturas

Experimentos exploratorios de invernadero y de campo han mostrado que una vez que se ha corregido la deficiencia de P en el suelo, la disponibilidad de S, Ca, K y a veces Mg se vuelve limitativa en la mayor parte de los suelos del Cerrado. Lo mismo sucede con el molibdeno y el zinc en algunas condiciones. Estos resultados corresponden a suelos latosoles rojo oscuros (LVE) y latosoles rojo-amarillos (LVA). Existen otros suelos en el Cerrado que aunque son menos importantes en términos de área pueden tener importancia estratégica si se usan para el establecimiento de pasturas para uso especialmente durante la estación seca. Por esta razón se extendió el trabajo exploratorio relacionado con deficiencias de nutrimentos a los suelos glei humico y glei poco humico. En el suelo glei poco humico las limitaciones encontradas son similares a las de los latosoles rojo oscuros mostrando niveles extremadamente bajos en P y bajos en S, Ca y K. En el suelo glei humico se encontraron niveles extremadamente bajos de B, y los resultados preliminares indican que la aplicación de este elemento puede ser requerimiento esencial para el establecimiento de pasturas en estos suelos, además de S, Ca, Mg y K que a juzgar por la respuesta de las plantas también parecen limitativos.

Respuesta de las Pasturas al Fósforo en un Suelo Latosol Rojo-Amarillo

Una asociación de gramínea y leguminosa fue establecida en un suelo latosol rojo-amarillo tres años atrás para estudiar su respuesta a diferentes niveles iniciales de P y a aplicaciones anuales de 0, 13 y 26 kg P/ha. Se usaron tres fuentes de P. La cal dolomítica fue aplicada a niveles de 0 y 1 ton/ha para estudiar la respuesta a Ca y Mg en relación con fuentes y niveles de P.

El crecimiento y la productividad de la pastura en este experimento fue mucho mejor este año que en años anteriores. La producción de materia seca se triplicó. Este aumento se observó con todas las fuentes de P pero fue más notable con fosfato de Araxa y superfosfato triple, las fuentes menos efectivas en los años anteriores. Este cambio se debe probablemente a una precipitación menor que la normal y una sequía de 35 días durante la época lluviosa que resultaron en una capa freática más profunda que lo normal. Observaciones de campo han mostrado que el sitio experimental y otros de características similares a aquél presentan un nivel freático alto (< 1.00 m) durante el pico de precipitaciones en la estación de lluvia, en años normales. Experimentos realizados en el invernadero han mostrado que estas condiciones limitan severamente el crecimiento de las plantas en estos suelos.

Un resumen de los resultados obtenidos en este experimento se presenta en la Figura 1. El termofosfato Yoorin continúa siendo la mejor fuente a niveles de 26 y 52 kg P/ha aplicados inicialmente. La producción de materia seca a niveles de 105 kg P/ha fue similar a las obtenidas con superfosfato triple, cuando se aplicó cal. El efecto favorable de ésta fue muy claro a los niveles más bajos de fertilización con P cuando se aplicó superfosfato o termofosfato. Con fosfato natural Araxa no hubo ese efecto, según lo esperado.

Las aplicaciones anuales de 13 ó 26 kg P/ha tuvieron poco efecto en la producción de materia seca independientemente de los niveles iniciales. El único efecto significativo se observó con 26 kg P/ha aplicado como superfosfato o termofosfato, en ausencia de la cal. El Cuadro 1 resume estos resultados.

Respuesta de *Andropogon gayanus* a Niveles de Fósforo en un Latosol Rojo Oscuro

Un experimento de campo establecido en 1980 en un suelo latosol rojo oscuro mostró una respuesta lineal de *Andropogon gayanus* a niveles de P. La aplicación de cal a razón de 1 ton/ha aumentó la productividad a bajos niveles de P. El efecto residual de ambos, cal y fósforo, fue muy similar al observado el primer año mostrando que la aplicación de cal a razón de 1 ton/ha aumentó la eficiencia del superfosfato triple especialmente a bajos niveles de P (Figura 2). Los resultados sugieren que se debe aplicar cal a menos que se apliquen altos niveles de P. Las aplicaciones adicionales de 0, 13 y 26 kg P/ha durante el segundo año no resultaron en aumento de producción (Cuadro 2). Este experimento y otras investigaciones relacionadas serán continuadas a fin de desarrollar recomendaciones prácticas de fertilización para establecimiento de pasturas en suelos que no han recibido fertilizantes previamente. Al mismo tiempo se trata de obtener información que permita correlacionar la respuesta a P y el nivel de P disponible en el suelo o en la planta, para aquellas áreas que fueron fertilizadas anteriormente.

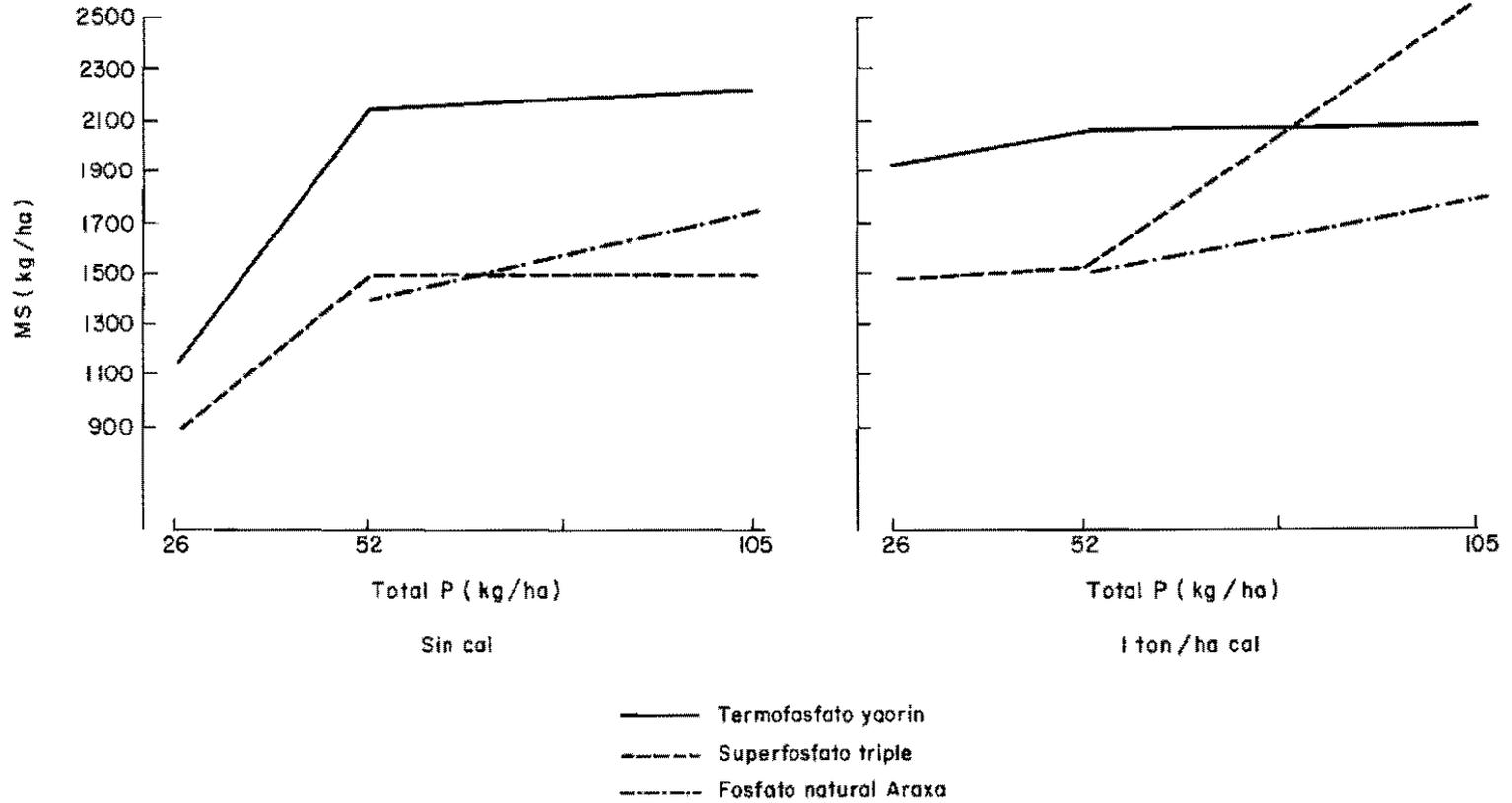


Figura 1. Respuesta de la pastura a niveles de P aplicados inicialmente en un suelo LVE (3ero año).

Cuadro 1. Respuesta de la pastura en el segundo y tercer año a aplicaciones anuales de P a dos niveles de cal y tres fuentes de P en suelo LVA.

Fuentes de P	Cal (ton/ha)	Año	Aplicación anual de P				
			0	13	26		
			MS kg/ha/año				
Araxa	0	2do	401	459	339	N.S*	
		3ero	1608	1659	1547	N.S.	
	1	2do	347	454	338	N.S.	
		3ero	1742	2010	1560	N.S.	
	Super	0	2do	275	383	347	N.S.
			3ero	1301	1551	1890**	
1		2do	418	369	501	N.S.	
		3ero	1878	1950	2011	N.S.	
Yoorín	0	2do	385	649	740**		
		3ero	1837	2192	2049	N.S.	
	1	2do	743	1187	990	N.S.	
		3ero	2058	2140	2455	N.S.	

* N.S.: Diferencias no significativas.

** Significativamente diferente del promedio del nivel 0 de cal.

D.M.S. = 299 (2do. año); D.M.S. = 428 (3ero año).

Respuesta de Pasturas a Otros Nutrientes

En trabajos anteriores se ha visto que además de P, otros nutrientes pueden ser limitativos en el Cerrado. En experimentos de invernadero se han observado respuestas a S, Ca, Mg y K. La importancia de la respuesta a S, Ca y Mg en un suelo latosol rojo-amarillo (LVA) ha sido confirmada en condiciones de campo y los resultados se presentan en la Figura 3. Las observaciones mostraron que los niveles de Ca y Mg requeridos pueden ser suministrados con bajos niveles de cal mientras que las necesidades de S pueden ser satisfechas usando superfosfato simple como fuente de P.

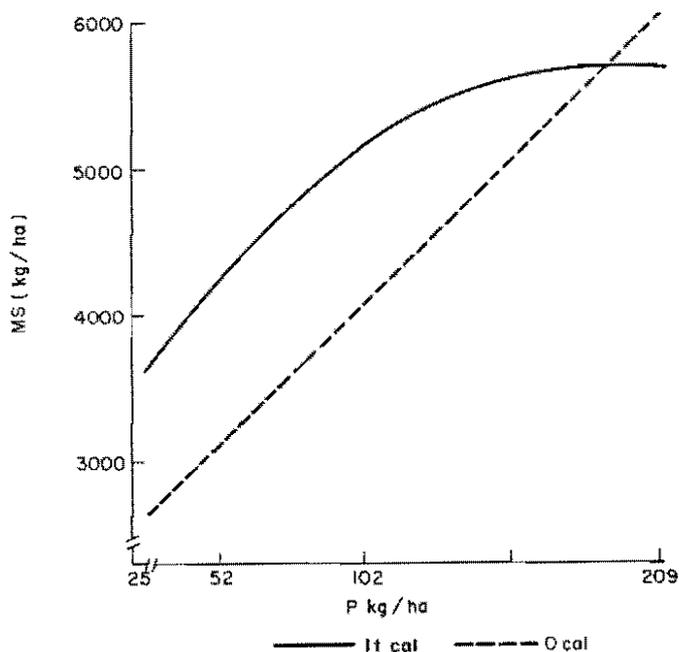


Figura 2. Respuesta de A. gayanus a niveles iniciales de P en suelo LVE (2do año).

Cuadro 2. Respuesta de Andropogon a P en el segundo año en suelo LVE, promedio de todos los niveles iniciales de P.

Cal (ton/ha)	Aplicación manual de P (P kg/ha)		
	0	13	26
	MS (kg/ha)		
0	3974	4336	4094
1	4683	5041	5801*

* Significativamente diferente del nivel 0 de P ($P \leq 0.05$).

Métodos de Establecimiento de Pasturas después de Cultivos

Es una práctica común en el Cerrado establecer pasturas después de unos años de cultivos. De este modo se reducen los costos de establecimiento ya que los gastos de desmonte, preparación del suelo y fertilización se distribuyen entre varios cultivos. También el rebrote de la vegetación nativa del Cerrado es mejor controlado de este modo. Sin embargo, las malezas anuales aumentan con los años de cultivo y

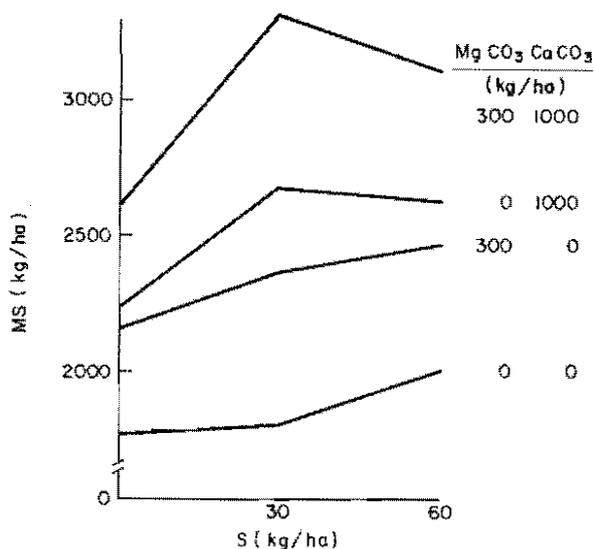


Figura 3. Efecto de S, MgCO₃ y CaCO₃ sobre producción de materia seca de Andropogon gayanus en un suelo LVA, 2do año, suma de dos cortes.

hacen más difícil el establecimiento de las pasturas. Se ha observado también que el Andropogon gayanus a veces falla en su establecimiento o se establece en forma dispareja en áreas que han sido preparadas para la siembra después de cultivos. Esto como resultado de la germinación dispareja o a pérdida de plántulas debido a condiciones de humedad del suelo desfavorables. Las malezas hacen el establecimiento aún más difícil. Con base en estas observaciones se sembró un experimento para probar técnicas de siembra más eficientes en condiciones de humedad subóptimas o en condiciones de alta población de malezas anuales. Una asociación de Andropogon gayanus CIAT 621 y Stylosanthes capitata CIAT 1405 fue sembrada en un área invadida por malezas anuales y Melinis minutiflora. Se experimentó la siembra en surcos y al voleo, con y sin compactación del suelo. En el caso de la siembra en surcos la compactación se hizo en los surcos sembrados únicamente, mientras que en la siembra al voleo se compactó antes y después de aquella.

Las condiciones del tiempo después de la siembra fueron muy favorables para la germinación, con lluvias diarias y cielo cubierto. En esas condiciones la germinación de ambas especies fue muy uniforme con todos los métodos. Las malezas también crecieron vigorosamente y dominaron las especies sembradas. Sin embargo, con dos cortes con desmalezadora las especies sembradas tomaron ventaja y durante el segundo año dominaron completamente a las malezas anuales. En las condiciones del experimento todos los métodos de siembra fueron satisfactorios. En condiciones climáticas menos favorables, las técnicas de siembra pueden tener un efecto muy importante en el establecimiento. Los resultados muestran también que tanto Andropogon como Stylosanthes una vez establecidos son capaces de competir con las malezas y dominarlas después de dos cortes.

Calidad de Pasturas y Nutrición

A partir de enero, 1981, entró a operar la sección Calidad de Pasturas y Nutrición como parte de la unidad de Evaluación de Pasturas del programa de Pastos Tropicales.

El objetivo general de la sección es evaluar la calidad del germoplasma promisorio; específicamente se concentra en:

- a) Identificar y caracterizar factores de calidad en el germoplasma que ayuden en el proceso de selección;
- b) estudiar factores de calidad en el germoplasma ensamblado en sistemas de pasturas y su relación con la producción animal;
- c) identificar usos alternativos del germoplasma en función de factores de calidad.

Desde un comienzo fue evidente para la sección la necesidad de integrarse con otras secciones del programa. Este esfuerzo se refleja en el desarrollo de proyectos colaborativos con las secciones de Germoplasma, Suelos y Nutrición de Plantas, Agronomía-Quilichao y Productividad y Manejo de Pasturas.

Caracterización de Factores de Calidad en Germoplasma

La evaluación inicial de factores de calidad en germoplasma de la Categoría III se lleva a cabo en el laboratorio de Palmira con material vegetal derivado de experimentos de corte en Quilichao y Carimagua. Además en Quilichao se realizan estudios con carneros en jaula metabólica para determinar consumo y digestibilidad de gramíneas y leguminosas solas o en mezcla y con bovinos en pastoreo para evaluar aceptabilidad relativa de estos materiales.

Gramíneas

Hojas de nueve gramíneas de 3, 6, 9, 12 y 15 semanas de rebrote derivadas en un ensayo de corte en Quilichao durante la época lluviosa se evaluaron en términos de digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), contenido de nitrógeno y sus respectivas disminuciones con edad de rebrote. Los resultados resumidos (Cuadro 1) indican que las mayores diferencias entre gramíneas fueron en DIVMS y no tanto en nitrógeno. Las cinco Brachiarias mostraron como grupo una DIVMS más alta y menor disminución en digestibilidad con edad de rebrote en comparación con las cuatro especies de hábito erecto evaluadas. Comparando las Brachiarias se vio que B. humidicola 6013 tuvo una disminución más rápida en DIVMS que B. decumbens 606 (-.81% vs -47% por semana). Esta diferencia podría explicar, tal como se sugirió el año pasado (CIAT, 1980), la mayor producción animal observada en B. decumbens en relación con B. humidicola, bajo las condiciones de Carimagua.

Cuadro 1. Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), contenido de nitrógeno y correspondientes tasas de disminución en hojas de gramíneas bajo corte (Quilichao).

Accesión	Tejido foliar ^a		Tasa de disminución	
	DIVMS (%)	N (%)	DIVMS (%)	N (%/semana)
<u>B. decumbens</u> 606	62.1	2.4	- .47	-.11
<u>B. decumbens</u> 6131	64.4	2.4	- .76	-.11
<u>B. ruziziensis</u> 655	62.1	2.3	LF ^c	-.12
<u>B. brizantha</u> 6013	62.6	2.3	- .68	-.12
<u>B. humidicola</u> 6013	63.5	1.9	- .81	-.11
<u>A. gayanus</u> 621	52.6	1.7	-1.16	-.10
<u>P. maximum</u> 604	52.5	2.3	-1.43	-.16
<u>P. plicatulum</u> 600	44.7	1.9	-1.49	-.10
<u>H. rufa</u> 601	48.1	1.6	- .85	-.10

^a Los valores reportados son el promedio de dos ciclos de corte durante la estación lluviosa, cada uno con cinco frecuencias (3, 6, 9, 12 y 15 semanas).

^b Modelo lineal ($y = a-bx$).

^c Modelo lineal no apropiado.

Recientemente se ha señalado como una ventaja de B. dictyoneura sobre B. humidicola su habilidad de producir semilla bajo las condiciones de Carimagua. Era de interés, por lo tanto, determinar si existía alguna diferencia en calidad entre las dos gramíneas. En un estudio preliminar, se ofreció a los carneros en jaula B. dictyoneura y B. humidicola tres meses después de su establecimiento en Quilichao. Los resultados en el Cuadro 2 muestran que no hubo diferencias entre las dos especies en consumo voluntario o digestibilidad. Con ambas gramíneas el consumo de nutrimentos digeribles (43.3 y 39.9 g/kg^{.75}/día) estuvo por encima del nivel de mantenimiento comúnmente citado para este tipo de animal (25 g/kg^{.75}/día). En futuros experimentos se compararán consumo y digestibilidad de las especies utilizando material cortado en tres edades de rebrote.

Leguminosas

Hojas de 12 leguminosas de 3, 6, 9, 12 y 15 semanas de rebrote durante la estación lluviosa en Quilichao se utilizaron para determinar DIVMS, nitrógeno total y su disminución con la edad de rebrote. Los resultados (Cuadro 3) muestran el alto valor nutritivo de la Zornia sp. 9648 relativo a Z. latifolia 728. La alta DIVMS y nitrógeno total de Zornia sp. 9648 y de las Zornias en general podrían hacerlas un forraje ideal para terneros de destete temprano, siempre y cuando tengan una buena aceptabilidad que asegure su alto consumo.

Cuadro 2. Evaluación preliminar con carneros en jaula de la calidad de B. dictyoneura en comparación con B. humidicola (Quilichao).

Medida ^a	<u>B. humidicola</u> ^b	<u>B. dictyoneura</u> ^b
Materia seca ofrecida (g/kg ^{.75} /día)	100.5 ± .73	101.4 ± 1.5
Materia seca rechazada (g/kg ^{.75} /día)	33.1 ± 8.8	35.9 ± 8.0
Consumo (MS) (g/kg ^{.75} /día)	67.4 ± 9.1	65.5 ± 8.0
Producción de heces (g/kg ^{.75} /día)	24.3 ± 3.0	25.6 ± 5.1
Digestibilidad de MS (%)	63.9	60.9
Consumo nutrimentos digeribles (g/kg ^{.75} /día)	43.1	39.9

^a Seis animales/especie.

^b Material suministrado: verde sin picar de tres meses de rebrote.

De las otras leguminosas evaluadas, las dos especies de Desmodium, S. scabra 1009, P. phaseoloides 9900 y Centrosema H 438 tuvieron DIVMS más bajos de los esperados para leguminosas. En el caso de D. ovalifolium 350, D. gyroides 3001 y S. scabra 1009, la baja DIVMS podría estar relacionada con contenido de taninos (ver pie de página en Cuadro 3). Sin embargo, debe mencionarse que el sistema in vitro subestima la digestibilidad de leguminosas con taninos como D. ovalifolium 350. Los valores de digestibilidad in vivo (\bar{x} 56.9%) en varios experimentos han sido consistentemente más altos que los correspondientes valores in vitro (\bar{x} 37.9%) (Cuadro 4). Hasta el momento no se sabe la razón de estas diferencias no encontradas en otras leguminosas.

Las diferencias entre leguminosas evaluadas también fueron aparentes en términos de disminución en DIVMS con la edad de rebrote (Cuadro 3). En el caso de Zornia sp. 9648, S. guianensis 184 y G. striata 964, con los valores más altos iniciales de DIVMS, la disminución en ésta fue de > 1%/semana. Con excepción de D. ovalifolium 350, el nitrógeno total de las leguminosas estudiadas estuvo dentro del rango esperado. Sin embargo, un análisis más detallado de la distribución de nitrógeno en las hojas y su correspondiente solubilidad revelaron diferencias interesantes entre leguminosas (Cuadro 5). Una

Cuadro 3. Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), contenido de nitrógeno y correspondientes tasas de disminución en hojas de leguminosas bajo corte (Quilichao).

Accesión	Tejido foliar ^a		Tasa de disminuc. ^b	
	DIVMS	N	DIVMS	N
	(%)		%/semana	
<u>Zornia</u> sp. 9648	71.5	5.1	-1.61	-.14
<u>Zornia latifolia</u> 728	65.5	4.3	-.71	-.08
<u>S. guianensis</u> 184	59.4	3.7	-1.04	-.11
<u>S. hamata</u> 147	64.5	3.7	-.61	-.14
<u>S. capitata</u> 1315	57.6	3.3	-.79	-.12
<u>S. scabra</u> 1009 ^c	55.8	3.4	-.63	-.11
<u>D. ovalifolium</u> 350 ^c	40.1	2.6	-.47	-.05
<u>D. gyroides</u> 3001 ^c	35.6	3.5	-.49	-.08
<u>G. striata</u> 964	59.0	4.4	-1.06	-.14
<u>A. histrix</u> 9690	68.4	4.8	-.37	-.13
<u>P. phaseoloides</u> 9900	52.8	4.4	LF ^d	-.09
<u>C. pubescens</u> 438	51.6	4.8	-.86	-.12

^a Los valores reportados son el promedio de dos ciclos de corte durante la estación lluviosa, cada uno con cinco frecuencias (3, 6, 9, 12 y 15 semanas).

^b Modelo lineal ($y = a - bx$).

^c Contenido de taninos (catequinos equivalentes) fue de 6.6, 19.1 y 8.9 para S. scabra 1009, D. ovalifolium 350, y D. gyroides 3001, respectivamente.

^d Modelo lineal no apropiado.

Cuadro 4. Resultados comparativos de digestibilidad in vitro^a e in vivo en D. ovalifolium 350.

Experimento ^b	Digestibilidad <u>D. ovalifolium</u> 350		
	<u>In vivo</u>	Experimento ^c	<u>In vitro</u> (hoja)
1 (carneros)	56.7 + 3.2	1 (Germoplasma)	31.6 + 3.4
2 (carneros)	60.9 + 2.1	2 (Curvas de crecimiento)	40.9 + 1.1
3 (carneros)	56.6 + 1.3	3 (Mezcla gramínea-leguminosa)	34.7 + 2.7
4 (carneros)	55.0 + 3.9	4 (Extrusa-Carimagua)	41.4 + 2.7
5 (carneros)	58.3 + 1.9	5 (Extrusa-Carimagua)	38.8 + 5.1
6 (carneros)	54.0 + 3.5	6 (Fertilización-Carimagua)	40.1 + 3.6
Promedio	56.9		37.9

^a Factores de corrección en sistema in vitro ($\frac{\% \text{ DIVMS estandar}}{\% \text{ Dig. in vivo estandar}}$)

son: 0.95 para estandar alto y 1.06 para estandar bajo.

^b Con carneros en jaula alimentados ad libitum con D. ovalifolium 350.

^c Digestibilidad in vitro de hoja derivada de varios experimentos.

Cuadro 5. Fracciones de nitrógeno y su solubilidad en 12 leguminosas bajo corte^a (Quilichao).

Accesión	Nitrógeno (%)			Solubilidad nitrógeno (%)		
	N-MS	N-FND	$\frac{N-FND}{N-MS} \times 100$	Buffer ^b N-MS	Pepsina ^c N-MS N-FND	
<i>Zornia</i> sp. 9648	5.0	2.9	58.0	26.4	79.9	61.0
<i>Zornia latifolia</i> 728	4.4	3.0	68.2	26.8	80.5	64.2
<i>S. guianensis</i> 184	3.7	2.7	73.0	18.4	61.9	64.6
<i>S. hamata</i> 147	3.7	2.6	70.3	18.1	77.9	67.6
<i>S. capitata</i> 1315	3.4	1.9	55.9	19.0	77.3	62.2
<i>S. scabra</i> 1009	3.3	2.0	60.6	15.3	61.4	62.9
<i>D. ovalifolium</i> 350	2.7	1.9	70.4	12.0	48.7	51.7
<i>D. gyroides</i> 3001	3.5	2.4	68.6	11.1	51.0	57.3
<i>G. striata</i> 964	4.5	3.4	75.5	23.7	75.2	63.4
<i>A. histrix</i> 9690	4.8	3.5	72.9	23.0	78.6	65.3
<i>P. phaseoloides</i> 9900	4.4	3.6	81.8	16.3	77.0	56.9
<i>Centrosema</i> sp. 438	4.6	3.9	84.9	18.0	73.0	54.8

^a Los valores reportados son el promedio de dos ciclos de corte durante la estación lluviosa, cada uno con cinco frecuencias (3, 6, 9, 12 y 15 semanas).

^b Nitrógeno de la materia seca total soluble en una solución buffer (Wohlt et al, 1973) por 1 hora.

^c Nitrógeno de la materia seca y fibra neutral detergente soluble en pepsina 0.2% en .125 N HCl (.3 g muestra/30 ml de solución de pepsina) por 48 horas de incubación.

gran proporción del nitrógeno total en el tejido de las 12 leguminosas estuvo asociada con la pared celular (N-FND); fue particularmente alta esta asociación en P. phaseoloides (81.8%) y Centrosema H 438 (84.8%). El efecto en calidad del alto nivel de N en la pared celular se desconoce, pero podría estar asociado con lignina y con la baja DIVMS de estas dos leguminosas (Cuadro 3). El nitrógeno soluble en buffer y pepsina fue considerablemente más bajo en D. ovalifolium 350, D. gyroides 3001, S. guianensis 184 y S. scabra 1009 en comparación con las otras leguminosas evaluadas. Esto sugiere que la digestibilidad aparente del nitrógeno de estas cuatro leguminosas es más bajo que el de las ocho restantes. Se ha encontrado una estrecha relación entre digestibilidad aparente de nitrógeno in vivo con solubilidad de nitrógeno en pepsina en dos leguminosas en las que se ha hecho la comparación (D. ovalifolium 350, 48% in vivo vs 51% N soluble; S. capitata 1315, 82.2% in vivo vs 77.3% N soluble).

La menor solubilidad del nitrógeno en los dos Desmodium y S. scabra 1009 está asociada con taninos ($r = -.49$) pero, tal como éstos se han medido (catequinos equivalentes), explican una proporción pequeña de la variabilidad encontrada. Es posible que más importante que la cantidad de catequinos equivalentes presentes en el tejido foliar sea el tipo de tanino o polifenol presente, tal como ha sido sugerido en la literatura.

Como complemento a la evaluación de factores de calidad en las nueve gramíneas y 12 leguminosas en Quilichao se intentó estudiar su aceptabilidad relativa para el bovino en pastoreo. Tanto a las gramíneas como a las leguminosas del ensayo de curvas de crecimiento se les dio un corte de uniformidad, y después de seis semanas de rebrote las cuatro repeticiones del ensayo se pastorearon en diferentes días con cuatro animales desde las 8 am hasta las 4 pm. Durante este tiempo se observó el comportamiento de los animales cada cinco minutos en el 3° y 4° día en dos de las repeticiones de 162 m² y 216 m² para gramíneas y leguminosas, respectivamente. En las parcelas de medición se estimó forraje disponible y composición de partes de la planta a las 8 am, 12 m y 4 pm.

Los resultados de aceptabilidad relativa de gramíneas obtenidas en el cuarto día (Cuadro 6) indican que de las Brachiarias incluídas en la prueba el B. humidicola 6013 tuvo la mayor aceptabilidad y B. ruziziensis 655 la menor, tanto en las observaciones de la mañana como en la tarde. Una preferencia similar se observó para dos accesiones de B. decumbens (606 y 6013) y B. brizantha 665. En el grupo erecto de gramíneas, A. gayanus 621 fue pastoreado más frecuentemente en la mañana y tarde que las otras tres gramíneas de hábito similar de crecimiento (H. rufa 601, P. maximum 604 y P. plicatulum 600). Parte de las diferencias en aceptabilidad relativa de gramíneas, tal como fueron medidas en este estudio, pudieron haber estado influenciadas por la experiencia previa de los animales con estas especies. Los animales experimentales habían pastoreado previamente B. humidicola 6013, B. decumbens 606, A. gayanus 621 y P. maximum 604. Con base en lo anterior se puede afirmar con cierto grado de confianza que en este estudio B. humidicola 6013 fue más apetecible que B. decumbens 606 y que A. gayanus 621 fue preferido sobre P. maximum 604.

Cuadro 6. Aceptabilidad relativa bajo pastoreo de nueve gramíneas de seis semanas de rebrote (Quilichao).

Gramíneas	Frecuencia tiempo pastoreando		Total (%)
	Mañana ^a (%)	Tarde ^b (%)	
<u>B. humidicola</u> 6013	11.2	7.0	18.2
<u>B. decumbens</u> 606	6.7	3.5	10.2
<u>B. brizantha</u> 665	5.1	5.1	10.2
<u>B. decumbens</u> 6131	4.8	4.8	9.6
<u>B. ruziziensis</u> 655	2.6	3.7	6.3
<u>A. gayanus</u> 621	8.9	9.2	18.1
<u>H. rufa</u> 601	8.0	2.2	10.2
<u>P. maximum</u> 604	5.7	2.9	8.6
<u>P. plicatulum</u> 600	5.4	3.2	8.6

^a Los valores reportados son el promedio de 183 observaciones realizadas de 8 am a 12 m a intervalos de 5 minutos en el cuarto día de pastoreo.

^b Los valores reportados son el promedio de 131 observaciones realizadas de 12 m a 4 pm a intervalos de 5 minutos en el cuarto día de pastoreo.

Con el fin de eliminar al máximo la experiencia previa de pastoreo, los experimentos futuros de aceptabilidad relativa permitirán más días de ajuste en cada material de prueba antes de entrar a la fase de medición.

En el caso de las 12 leguminosas incluídas en la evaluación de aceptabilidad relativa únicamente D. ovalifolium 350 había sido previamente pastoreado. Por lo tanto, la prueba de aceptabilidad relativa de las otras leguminosas se hizo bajo las mismas condiciones de la experiencia previa, que en este caso fue de tres días. Los resultados incluídos en el Cuadro 7 muestran claramente que los animales prefirieron S. capitata 1315, seguido por S. hamata 147, C. pubescens 438 y P. phaseoloides 9900. Fue interesante observar la poca aceptabilidad de S. scabra 1009, D. gyroides 3001 y las dos Zornias. En el caso de S. scabra 1009 y D. gyroides 3001, su poca aceptabilidad podría estar asociada con taninos presentes en las hojas (ver pie de página en Cuadro 3) y a la falta de experiencia previa en comparación con D. ovalifolium 350. Con las Zornias podría sospecharse que la poca actividad de pastoreo observada en ambas entradas estuvo influenciada por la escasa cantidad de hojas en el forraje disponible inicialmente (738 y 90 kg/ha para Z. latifolia 728 y Zornia sp. 9648, respectivamente) en comparación con otras leguminosas (disponibilidad de hoja >1400 kg/ha). Lo mismo pudo ocurrir con G. striata 964 (480 kg/ha de hojas) y A. hystrix 3690 (460 kg/ha de hojas) las cuales fueron de poca aceptabilidad en este estudio.

Cuadro 7. Aceptabilidad relativa bajo pastoreo de 12 leguminosas de seis semanas de rebrote (Quilichao).

Leguminosas	Frecuencia tiempo pastoreando		
	Mañana ^a (%)	Tarde ^b (%)	Total (%)
<u>S. capitata</u> 1315	11.8	10.9	22.7
<u>S. hamata</u> 147	9.5	5.3	14.8
<u>S. guianensis</u> 184	5.3	5.6	10.9
<u>S. scabra</u> 1009	0.3	0.7	1.0
<u>D. ovalifolium</u> 350	2.0	4.6	6.6
<u>D. gyroides</u> 3001	0.7	0.0	0.7
<u>Z. latifolia</u> 728	1.6	2.3	3.9
<u>Zornia</u> sp. 9648	0.3	0.7	1.0
<u>C. pubescens</u> H438	8.9	5.6	14.5
<u>P. phaseoloides</u> 9900	4.3	9.2	13.5
<u>G. striata</u> 964	4.0	2.4	6.4
<u>A. histrix</u> 9690	3.0	1.0	4.0

^a Los valores reportados son el promedio de 157 observaciones realizadas de 8 am a 12 m a intervalos de 5 minutos en el cuarto día de pastoreo.

^b Los valores reportados son el promedio de 147 observaciones realizadas de 12 m a 4 pm a intervalos de 5 minutos en el cuarto día de pastoreo.

Tal como se mencionó en el caso de las gramíneas, los estudios futuros diseñados para evaluar aceptabilidad relativa incluirán más días de ajuste en cada especie y, en cuanto sea posible, oferta de cantidades similares de forraje.

Factores de Calidad de Germoplasma en Pasturas

La evaluación de factores relacionados con calidad en germoplasma ensamblado en pasturas se realiza en asociaciones gramínea-leguminosa en pequeñas parcelas en Quilichao y en experimentos de pastoreo en Carimagua. El objetivo principal es el de relacionar atributos del forraje en oferta con los del forraje seleccionado por animales fistulados del esófago en función del manejo, tipo de asociación, época del año y tratamientos de fertilización. También se analizan las relaciones cuantitativas entre atributos del forraje disponible y seleccionado con la producción animal observada.

Estudios de pastoreo selectivo-Quilichao

En el Informe Anual del año pasado (CIAT, 1980), la sección de Utilización de Pastos informó que después de 11 meses de pastoreo continuo con cargas variables, la proporción de leguminosa en una mezcla de B. decumbens + D. ovalifolium 350 fue aumentando. Esto se interpretó como el resultado de mayor preferencia de los animales por la gramínea, particularmente en la época lluviosa. Esta mezcla después de 21 meses de pastoreo continuo ha permanecido muy productiva en términos de ganancia de peso (600 g/an/día) pero la cantidad de leguminosa ha disminuído, posiblemente como consecuencia de sobrepastoreo (Figura 1). En esta mezcla se continuó observando una mayor selección hacia la leguminosa en época seca (44.8%) en comparación con la época lluviosa (12.2%).

El efecto de tres frecuencias de pastoreo (4, 6 y 8 semanas) y dos presiones de pastoreo (4 y 8 kg MS/100 kg PV/día) se estudiaron en una mezcla de D. ovalifolium con tres gramíneas (A. gayanus + P. maximum + B. decumbens). Pequeñas parcelas (550 m²) que habían estado bajo los mismos tratamientos de pastoreo por más de dos años se pastorearon durante cinco días. Durante los días de pastoreo se tomaron muestras de forraje disponible (días 1, 3 y 5) para determinar la disponibilidad y composición botánica y química. Se tomaron diariamente muestras de forraje seleccionado utilizando fistulados del esófago para análisis de composición botánica y química de lo consumido. El efecto de pastoreos previos en la composición botánica de lo disponible se refleja en los valores del día 1 contenidos en el Cuadro 8. Una mayor proporción de leguminosa estuvo asociada con la frecuencia de cuatro semanas (33.5% L) en comparación con la frecuencia de ocho semanas. El efecto de la presión de pastoreo de los años previos fue menos evidente en términos de proporción de la leguminosa (23% L presión baja vs 16.3% L presión alta). La proporción de leguminosa seleccionada por fistulados del esófago no fue afectada por la presión de pastoreo pero sí por su frecuencia y por los días de ocupación (Figura 2). A medida que progresaron los días de ocupación, la proporción de leguminosa seleccionada aumentó, sobre todo en las frecuencias de 6 y 8 semanas. Esto estuvo asociado con una disminución en el contenido de proteína de la gramínea disponible. Como resultado de la selección de leguminosa, el contenido de proteína de la dieta seleccionada estuvo en la mayoría de los casos por encima de 7%, citado por muchos como el nivel crítico. Es interesante anotar que los animales en el tratamiento de ocho semanas de descanso con poca leguminosa disponible fueron capaces de seleccionar igual o mayor cantidad de leguminosa que los animales en los tratamientos de cuatro y seis semanas de descanso con mayor cantidad de leguminosas. Esto refleja la gran capacidad de selección del animal de pastoreo y pone en duda la necesidad de tener proporciones muy altas de leguminosa en las mezclas con gramínea, por lo menos en el caso de D. ovalifolium.

Estudios de pastoreo selectivo - Carimagua

Finalizó la evaluación de pasturas de A. gayanus solo y en mezcla con ecotipos de S. capitata (1405 y 1019 + 1315) y con P. phaseoloides.

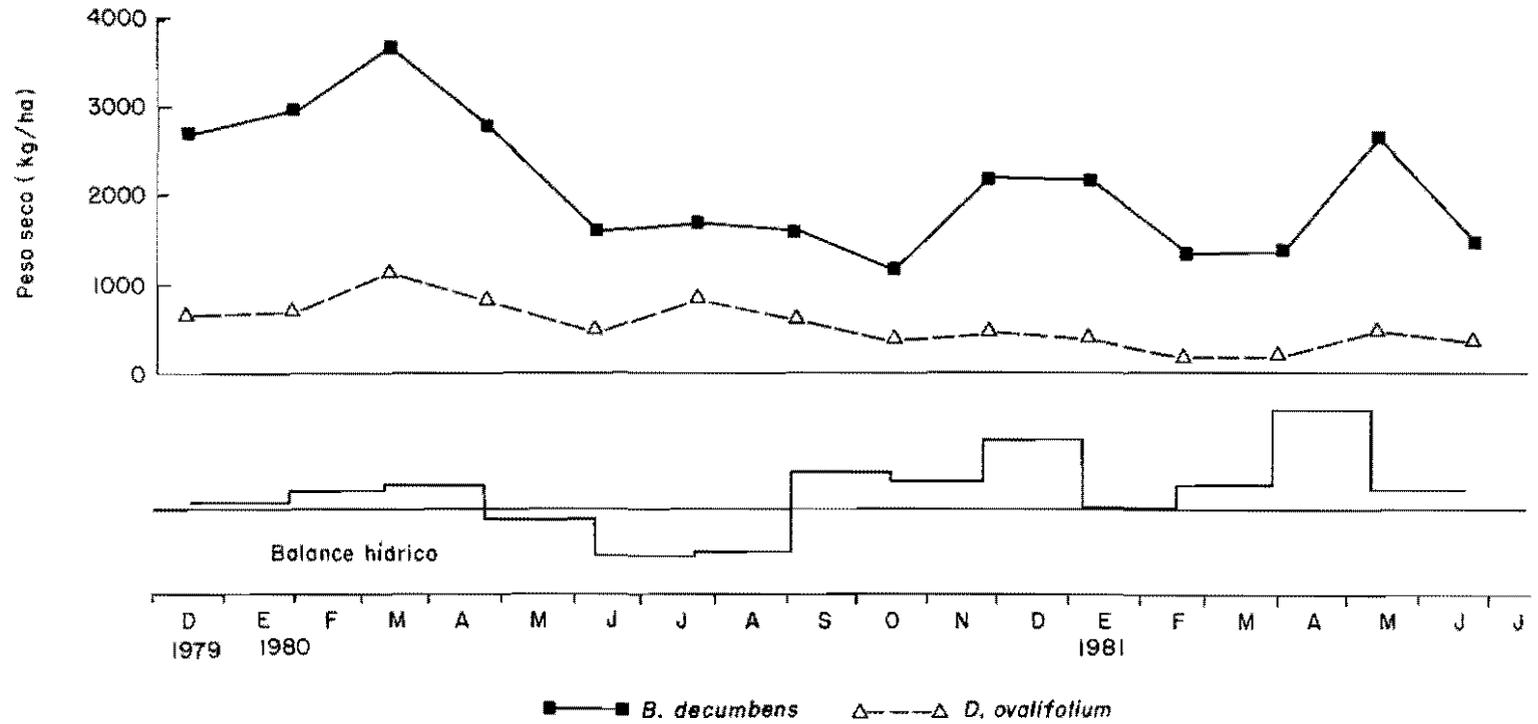


Figura 1. Forraje disponible de *B. decumbens* y *D. ovalifolium* en una mezcla bajo pastoreo continuo con cargas variables (Quilichao).

Cuadro 8. Cambios en la proporción de leguminosa en una asociación de D. ovalifolium 350 con A. gayanus + B. decumbens + P. maximum bajo diferentes frecuencias y presiones de pastoreo^a (Quilichao).

Frecuencia de pastoreo (semanas)	Presión de pastoreo (kg MS/100 kg/PV/día)	Días de ocupación			Promedio
		1	3	5	
4	8	38	26	51	38.5
	4	29	38	39	
6	8	22	33	25	26.5
	4	16	30	33	
8	8	9	12	13	8.5
	4	4	7	6	
Promedio	8	23.0	27.0	27.3	
	4	16.3	25.0	26.0	

^a Pequeñas parcelas (550 m²).

Durante dos estaciones secas y una estación completa de lluvia se tomó cada 2-3 meses muestras de forraje disponible y seleccionado por fistulados del esófago para estimar la composición botánica y el valor nutritivo.

Los cambios en tiempo en la proporción de leguminosa en la pastura disponible y seleccionada se presentan en la Figura 3. La proporción de S. capitata en el forraje disponible disminuyó considerablemente, como consecuencia de la muerte de las plantas madres y falta de vigor de las plántulas. Contrariamente, la proporción de P. phaseoloides en el forraje disponible varió con la época del año pero ha permanecido relativamente constante a través del año. Aun cuando la proporción de los ecotipos de S. capitata durante la época seca de 1981 era baja, los animales pudieron seleccionar leguminosa y ganar peso (ver Cuadro 4, Productividad y Manejo de Pasturas). Esto señala nuevamente que lo que el investigador pudiera considerar como cantidad insuficiente de leguminosa en el forraje disponible no es necesariamente el caso a los ojos del animal.

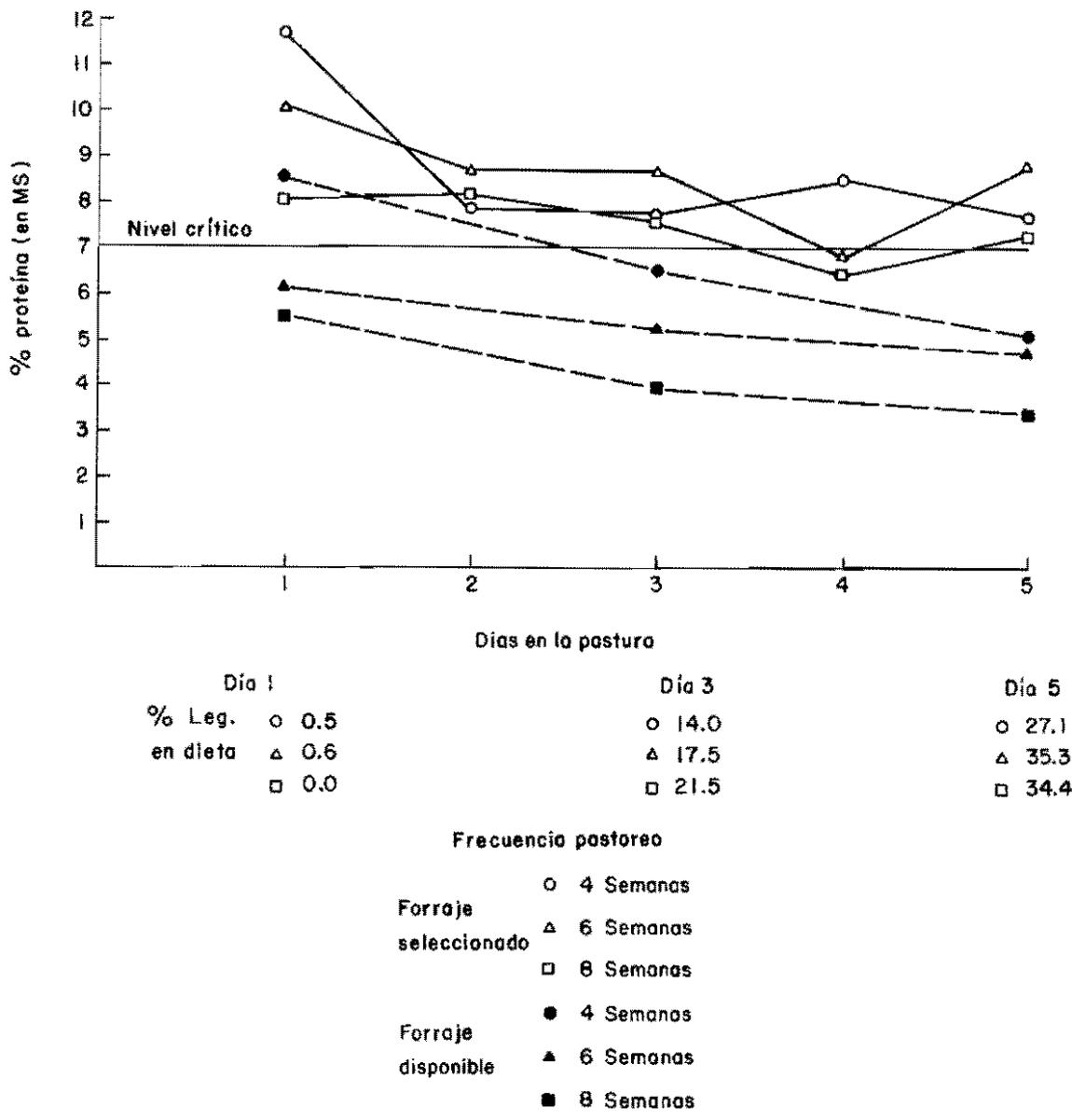


Figura 2. Leguminosa seleccionada y contenido de proteína en forraje disponible y seleccionado por fistulados del esófago en una asociación de *D. ovalifolium* con *A. gayanus* + *B. decumbens* + *P. maximum* bajo diferentes frecuencias de pastoreo (Quilichao).

En concordancia con observaciones hechas el año pasado, la leguminosa fue más seleccionada en las tres pasturas durante la época seca (Figura 4). Fue evidente, sin embargo, que la selección de leguminosa en la época lluviosa aumentó en función de la carga animal, como fue el caso en el mes de julio en *A. gayanus* + *S. capitata* 1019 + 1315 con 4 an/ha (Figura 4). La inflorescencia de *S. capitata* y las

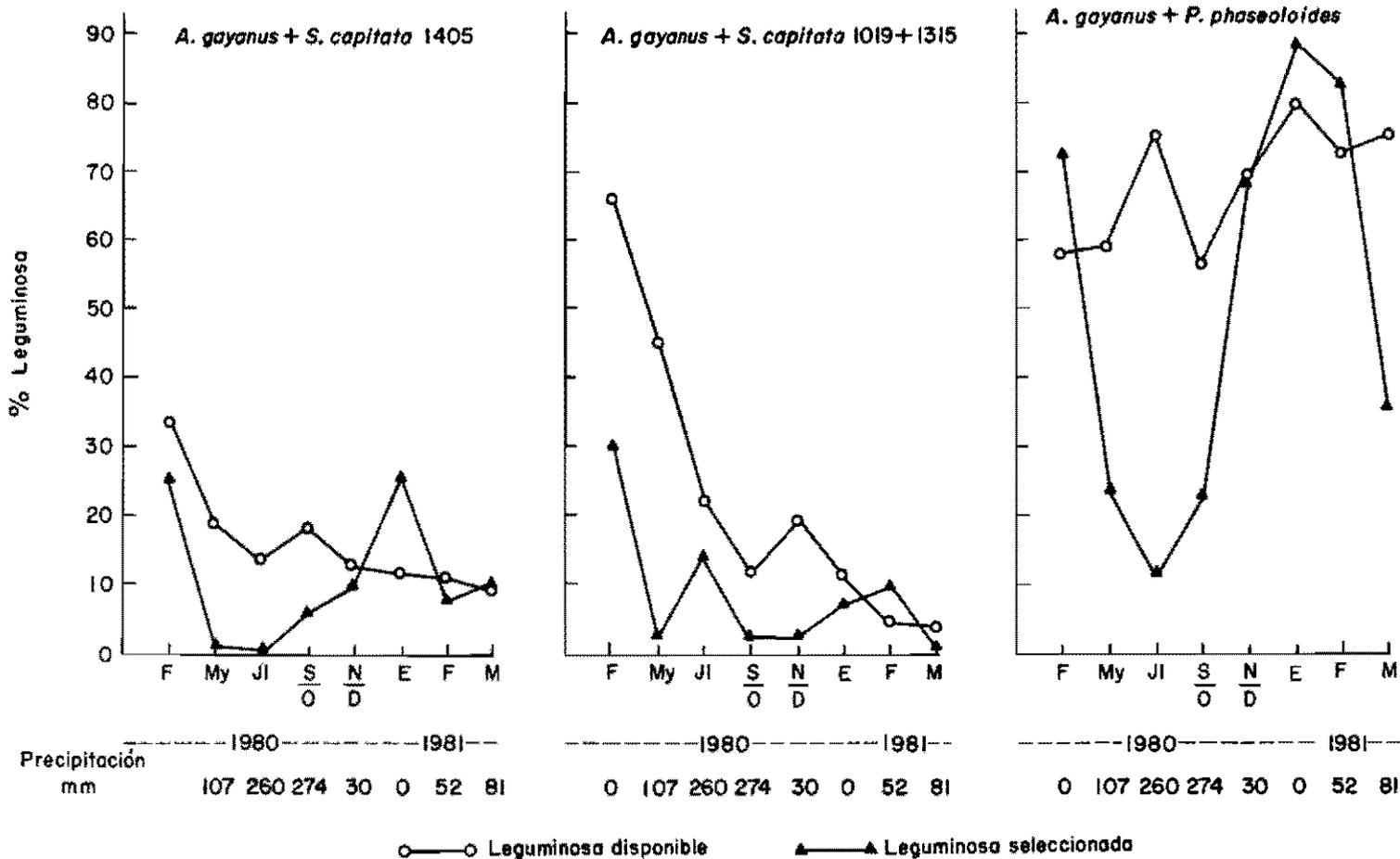


Figura 3. Dinámica de la leguminosa disponible y seleccionada por fistulados del esófago en mezclas de *A. gayanus* con ecotipos de *S. capitata* y *P. phaseoloides* (Carimagua).

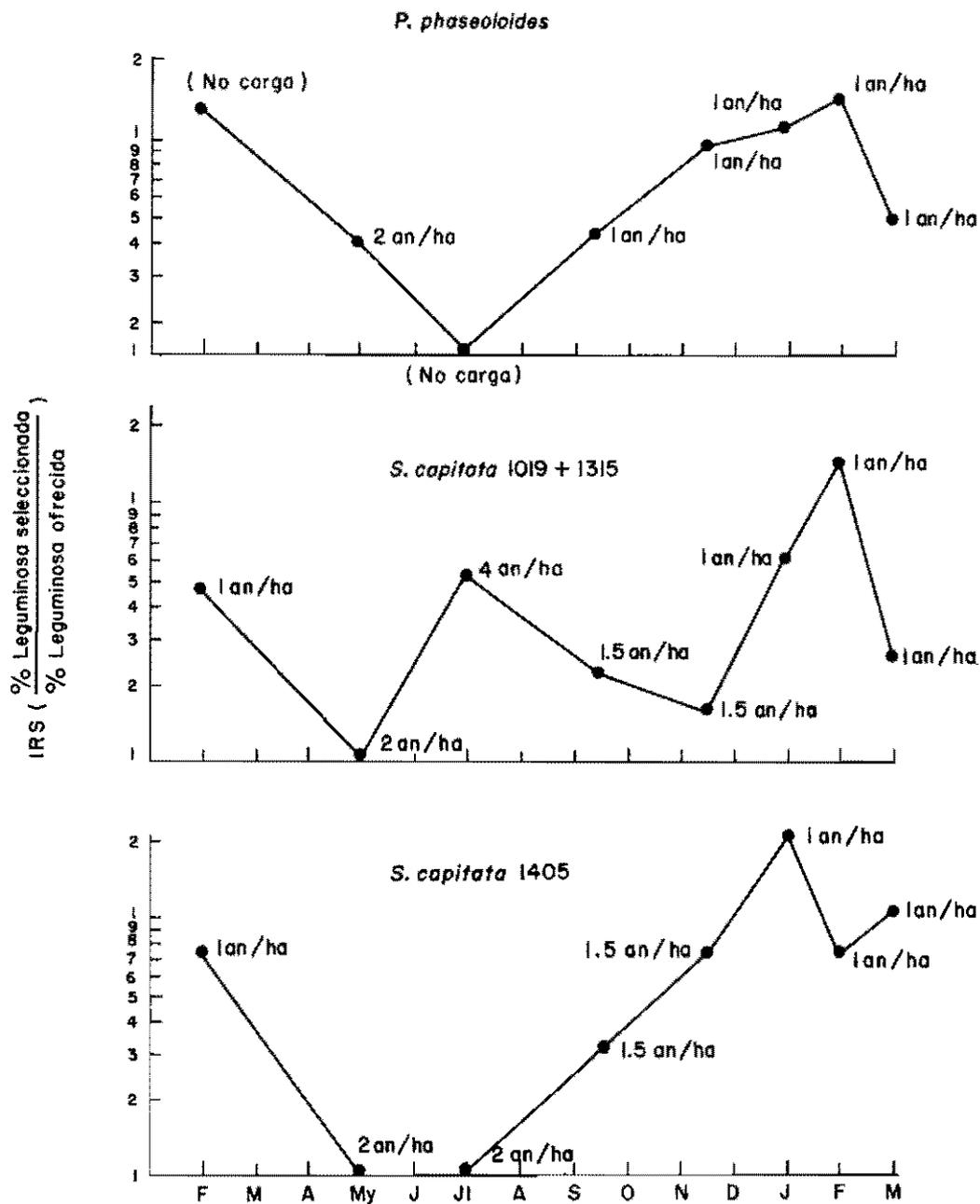


Figura 4. Índice relativo de selección (IRS) del componente leguminosa en asociación de *A. gayanus* con ecotipos de *S. capitata* y *P. phaseoloides* bajo pastoreo (Carimagua).

hojas de P. phaseoloides fueron las partes de leguminosa más seleccionadas en la época seca (Cuadro 9). El alto valor nutritivo de la inflorescencia de ecotipos de S. capitata y hojas de P. phaseoloides se refleja en su alto contenido de proteína cruda (Cuadro 10),¹⁰ particularmente en la época seca cuando la gramínea invariablemente es deficiente en proteína. La contribución de la leguminosa a la calidad del forraje en oferta también se reflejó en el contenido de proteína de las hojas de A. gayanus (Cuadro 11). Consistentemente, las hojas de la gramínea asociada con S. capitata 1405 y 1019 + 1315 y P. phaseoloides mostraron un mayor contenido de proteína que las hojas de A. gayanus no asociado en la época lluviosa y en menor grado en época seca. Este mayor contenido de proteína en la hoja de A. gayanus asociado puede deberse a transferencia de nitrógeno de la leguminosa y a una mayor proporción de tejido joven como consecuencia de una mayor utilización de la gramínea, particularmente en la pastura con P. phaseoloides.

La contribución de la leguminosa a la calidad de la dieta seleccionada por animales en pastoreo se resume en el Cuadro 12. Durante la época lluviosa la proteína en el forraje consumido en las asociaciones fue más alta que en el A. gayanus no asociado, muy posiblemente debido al mayor contenido de proteína en la hoja de la gramínea asociada y a consumo de leguminosa, particularmente en la pastura con P. phaseoloides. En la época seca la proteína en el forraje seleccionado en A. gayanus no asociado fue deficiente, marginal en las pasturas con S. capitata y por encima de los requerimientos en la asociación con P. phaseoloides. La diferencia en contenido de proteína en el forraje seleccionado en A. gayanus solo y con leguminosas pudiera explicar los cambios de peso vivo observados durante el período de evaluación de las cuatro pasturas, particularmente durante la época seca (Cuadro 13).

Una mezcla muy promisorio bajo pastoreo experimental en Carimagua es B. humidicola + D. ovalifolium 350. Desde febrero de este año dos potreros de 2 ha cada uno se han evaluado en términos de composición botánica del forraje en oferta y seleccionado por fistulados del esófago. Los resultados (Cuadro 14) indican que la selección hacia D. ovalifolium ha sido alta en todos los períodos de muestreo, independientemente del sistema de pastoreo utilizado. Es de anotar, sin embargo, que en la pastura con mayor proporción de leguminosa disponible (OH8), la selección de leguminosa ha sido más alta. Se piensa que la relativamente alta selección de D. ovalifolium durante la época lluviosa es la consecuencia de una alta carga y del sistema de pastoreo usado (alterno), lo cual podría estar influenciando negativamente la capacidad de selección del animal en pastoreo.

Efecto de fertilidad del suelo en la calidad de D. ovalifolium 350

En el Informe Anual 1980 se sugirió que la fertilidad del suelo podría ser un factor determinante de la calidad forrajera de D. ovalifolium 350. Con el fin de estudiar el efecto de la fertilización en la calidad de D. ovalifolium 350, se diseñó un experimento en Carimagua en colaboración con la sección de Suelos y Nutrición de Plantas. El experimento se montó en un área de 2 ha con un "stand" puro

Cuadro 9. Composición de partes de la planta de leguminosa disponible y seleccionada por fistulados del esófago en la época lluviosa y seca en asociaciones de A. gayanus con ecotipos de S. capitata y P. phaseoloides bajo pastoreo (Carimagua).

Pastura	Epoca del año	Leguminosa disponible				Leguminosa seleccionada			
		Hoja	Tallo	Infl. ^a (%)	MM ^a	Hoja	Tallo	Infl. ^a (%)	MM ^a
	Lluviosa ^b								
224 + <u>S. capitata</u> 1405		25.8	47.5	4.4	22.3	54.0	26.0	20.0	-
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		29.4	42.3	1.1	27.2	63.0	27.8	9.2	-
+ <u>P. phaseoloides</u>		36.4	41.6	0.0	22.0	86.3	13.7	-	-
	Seca ^c								
+ <u>S. capitata</u> 1405		8.6	50.3	17.6	23.5	17.0	30.2	51.8	1.0
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		9.3	39.3	9.8	41.6	22.5	26.3	43.5	7.7
+ <u>P. phaseoloides</u>		19.1	46.7	0.6	33.6	61.4	28.6	-	10.0

^a Infl. = inflorescencia; MM = materia muerta.

^b Muestréos: mayo, julio, septiembre-octubre, 1980 y marzo 1981.

^c Muestréos: febrero y noviembre-diciembre 1980 y enero y febrero 1981.

Cuadro 10. Contenido de proteína en partes de leguminosa disponible y en asociación con A. gayanus bajo pastoreo en época lluviosa y seca (Carimagua).

Pastura de <u>A. gayanus</u>	Epoca del año	Partes de leguminosa			
		Hoja	Tallo	Infl.	MM ^a
		(% proteína)			
Lluviosa ^b					
+ <u>S. capitata</u> 1405		18.1	7.9	15.7	4.8
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		17.1	10.0	14.8	8.7
+ <u>P. phaseoloides</u>		23.5	10.6	-	10.7
Seca ^c					
+ <u>S. capitata</u> 1405		12.2	7.1	14.2	3.5
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		12.4	7.8	13.3	7.7
+ <u>P. phaseoloides</u>		16.7	9.0	15.8	9.4

^a Infl. = inflorescencia; MM = material muerto.

^b Muestreos: mayo, julio, septiembre-octubre, 1980 y marzo 1981.

^c Muestreos: febrero y noviembre-diciembre, 1980 y enero y febrero 1981.

Cuadro 11. Contenido de proteína en partes de A. gayanus solo y asociado con leguminosas bajo pastoreo en época lluviosa y seca (Carimagua).

Pastura de <u>A. gayanus</u>	Epoca del año	Partes de <u>A. gayanus</u> disponible		
		Hoja	Tallo	MM ^a
		(% proteína)		
Lluviosa ^b				
Solo		6.4	3.2	2.7
+ <u>S. capitata</u> 1405		8.1	4.4	3.8
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		8.2	4.2	4.1
+ <u>P. phaseoloides</u>		11.0	6.0	5.1
Seca ^c				
Solo		4.7	2.3	2.2
+ <u>S. capitata</u> 1405		5.2	2.4	3.0
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		5.1	2.6	3.3
+ <u>P. phaseoloides</u>		7.7	2.8	3.6

^a MM = materia muerta.

^b Muestreos: mayo, julio, septiembre-octubre, 1980 y marzo 1981.

^c Muestreos: febrero, noviembre-diciembre, 1980 y enero y febrero 1981.

Cuadro 12. Contenido de proteína del forraje disponible y seleccionado por fistulados del esófago en A. gayanus solo y asociado con leguminosas durante la época lluviosa y seca (Carimagua).

Pastura de <u>A. gayanus</u>	Epoca del año	Gramínea disponible			Forraje seleccionado	
		Hoja	Tallo	MM ^a	Leguminosa	Proteína
		(%)			(%)	
	Lluviosa ^b					
Solo		6.4	3.2	2.7	-	8.5
+ <u>S. capitata</u> 1405		8.1	4.4	3.8	4.3	10.1
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		8.2	4.2	4.1	5.0	10.2
+ <u>P. phaseoloides</u>		11.0	6.0	5.1	23.8	13.1
	Seca ^c					
Solo		4.7	2.3	2.2	-	4.9
+ <u>S. capitata</u> 1405		5.2	2.4	3.0	17.1	6.3
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315		5.1	2.6	3.3	12.7	6.4
+ <u>P. phaseoloides</u>		7.7	2.8	3.6	77.5	12.0

^a MM = materia seca.

^b Muestreos: mayo, julio, septiembre-octubre, 1980 y marzo, 1981.

^c Muestreos: febrero y noviembre-diciembre, 1980 y enero y febrero, 1981.

Cuadro 13. Cambio de peso de novillos pastoreando A. gayanus solo y asociado con ecotipos de S. capitata y P. phaseoloides durante época seca y lluviosa (Carimagua).

Pastura de <u>A. gayanus</u>	Epoca del año	
	Lluviosa ^a	Seca ^b
	(g/an/día)	
Solo	454	- 36
+ <u>S. capitata</u> 1405	674	287
+ <u>S. capitata</u> 1019 + 1315	666	147
+ <u>P. phaseoloides</u>	708	570

^a Los valores dados son promedio de pesajes en mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre, diciembre, 1980 y marzo, 1981.

^b Los valores dados son promedio de pesajes en enero, febrero, 1980 y 1981.

Cuadro 14. Relación entre leguminosa en oferta y seleccionada por fistulados del esófago en mezcla de B. humidicola + D. ovalifolium 350 (Carimagua).

Fecha de muestreo (1981)	Pastura	Sistema de pastoreo/carga	Leguminosa		ISR ^a
			Disp.	Selec.	
Febrero	OH4 ^b	Continuo (3)	21	16	.76
Marzo		Continuo (3)	20	-	
Abril		Continuo (3)	15	19	1.27
Mayo		Alterno (3.5)	20	26	1.30
Julio		Alterno (3.5)	22	25	1.14
Febrero	OH8 ¹	Continuo (2.0)	43	36	.84
Marzo		Continuo (2.0)	46	37	.80
Abril		Continuo (2.0)	31	19	.61
Mayo		Alterno (3.5)	27	41	1.52
Junio		Alterno (3.5)	34	44	1.29

^a RSI = % leguminosa seleccionada \div % leguminosa en forraje disponible.

^b El sistema de pastoreo fue cambiado de continuo a alterno en mayo, comenzando por OH4.

de *D. ovalifolium* 350 que fue establecido en 1978 en mezcla con *B. decumbens* y fertilizado con: 46.2 kg P, 117 kg Ca, 36.52 kg K, 22 kg Mg y 44 kg S/ha. En un diseño completamente al azar con dos repeticiones se establecieron cuatro tratamientos: T1 (Control), (T2) + P + Ca, (T3) + P + Ca + K y (T4) + P + Ca + K + Mg + S. El nivel de cada elemento aplicado en agosto, 1980 fue: 26.4 kg P, 117 kg Ca, 36.52 kg K, 22 kg Mg y 44 kg S/ha. El efecto de los tratamientos de fertilización en el suelo se discute en la sección de Suelos y Nutrición de Plantas (ver Figura 2).

Durante la época seca (finales de noviembre, 1980 a finales de marzo, 1981) se realizaron muestreos de forraje disponible y se midió la calidad del forraje y comportamiento de pastoreo de cuatro animales pastoreando toda el área. Antes de iniciar el pastoreo experimental, se calculó el forraje en oferta; los resultados en el Cuadro 15 muestran que el rendimiento de *D. ovalifolium* 350 fue considerablemente mayor en el tratamiento de fertilización más completo (T4). Después de tres meses de pastoreo, las diferencias en forraje residual entre T4 y los otros tratamientos se redujo, como consecuencia de una mayor utilización por parte del animal. Con el inicio de las lluvias, que coincidió con la última medición de forraje disponible, el rebrote en T4 fue mayor que en T1, T2 o T3 aun habiendo sido sometido a una mayor defoliación. A finales de febrero la proporción de hojas en *D. ovalifolium* fue menor en T4 (11%) en comparación con T1 (20%), T2 (17%) y T3 (16%), lo cual indica nuevamente una mayor utilización del forraje en T4.

Muestras de hoja de madurez similar, obtenidas en áreas protegidas con jaulas, se tomaron mensualmente para análisis químico. Los resultados (Cuadro 16) indican que el contenido de taninos (catequinos

Cuadro 15. Forraje disponible en una pastura de *D. ovalifolium* 350 bajo diferentes tratamientos de fertilización y bajo pastoreo (Carimagua).

Fecha de muestreo	Tratamiento de fertilización			
	T1 (Control) ^a	T2 (+P+Ca) ^b	T3 (+P+Ca+K) ^b	T4 (+P+Ca+K+Mg+S) ^b
	(kg MS/ha)			
28-11-80 ^c	3.432	3.844	3.424	5.680
27-01-81	2.816	2.548	3.670	5.180
27-02-81	3.206	2.484	4.770	3.574
26-03-81	912	982	1.215	1.440

^a T1: fertilizante aplicado en el establecimiento: mayo, 1978 (46.20 kg P, 259 kg Ca, 43.16 kg K, 11 kg Mg y 22 kg S/ha).

^b T2, T3, T4, fertilizante aplicado en agosto, 1980 (26.40 kg P, 117 kg Ca, 36.52 kg K, 22 kg Mg y 44 kg S/ha).

^c Iniciación del pastoreo experimental.

Cuadro 16. Efecto de tratamientos de fertilización en la calidad de *D. ovalifolium* 350 bajo pastoreo (Carimagua).

Medida en hoja ^a	Tratamiento de fertilización			
	T1 (Control) ^b	T2 (+P+Ca) ^c	T3 (+P+Ca+K) ^c	T4 (+P+Ca+K+Mg+S) ^c
Catequinos equivalentes (%)				
(Vanilina - Hcl)	37.5 ^d	37.0 ^d	34.1 ^{d,e}	28.7 ^e
Nitrógeno (%)	1.99 ^d	2.01 ^d	2.09 ^{d,e}	2.59 ^e
Nitrógeno soluble (%)	39.5 ^d	39.8 ^d	43.4 ^e	49.4 ^f
Pepsina (48 hr)				
<u>Contenido mineral</u>				
S (%)	.094 ^d	.102 ^d	.121 ^e	.145 ^f
K (%)	.617 ^d	.643 ^e	.707 ^f	.740 ^g
P (%)	.118 ^d	.133 ^{d,e}	.130 ^{d,e}	.140 ^e
Ca (%)	1.05	1.13	1.08	1.03
Mg (%)	.245	.239	.232	.246

^a Los valores dados son el promedio de cuatro evaluaciones (20-10, 28-11, 1980 and 29-1 y 26-3, 1981).

^b T1: fertilizante aplicado en el establecimiento mayo, 1978 (46.20 kg P, 259 kg Ca, 43.16 kg K, 11 kg Mg y 22 kg S/ha).

^c T2, T3, T4: fertilizante aplicado en agosto, 1980 (26.40 kg P, 117 kg Ca, 36.52 kg K, 22 kg Mg y 44 kg S/ha).

^{d,e,f,g} Medias en la misma fila con letras diferentes son diferentes (P < .05).

equivalentes) fue menor ($P < .05$) en hojas de T4 en comparación con T1 y T2. En contraste, el contenido de nitrógeno y su correspondiente solubilidad en pepsina y el contenido de S y K fue mayor ($P < .05$) en hojas de T4. Todos los tratamientos que recibieron P (T2, T3, T4) dieron como resultado niveles similares de P en las hojas, aun cuando se observó una tendencia a que fueran mayores los niveles en T4.

Los animales que pastoreaban el área experimental fueron observados cada 1/2 hora de 8 am a 4 pm, dos veces por semana. Durante ese tiempo se tomaron datos sobre donde comían, rumiaban o descansaban. Los resultados resumidos de su comportamiento en función de los tratamientos se presentan en la Figura 5. Es claro que los animales permanecieron más tiempo pastoreando el tratamiento de fertilización más completo (T4). Sin embargo, a medida que la disponibilidad de hojas en T4 se redujo, los animales aumentaron el tiempo de pastoreo en T3. El tiempo anotado de pastoreo en T1 y T2 fue el resultado de pequeñas áreas dentro de estos tratamientos con un nivel alto de fertilidad residual en el suelo, tal como se indicó en el Informe Anual del año pasado (CIAT, 1980). No se observó un patrón claro para las otras dos actividades animales anotadas.

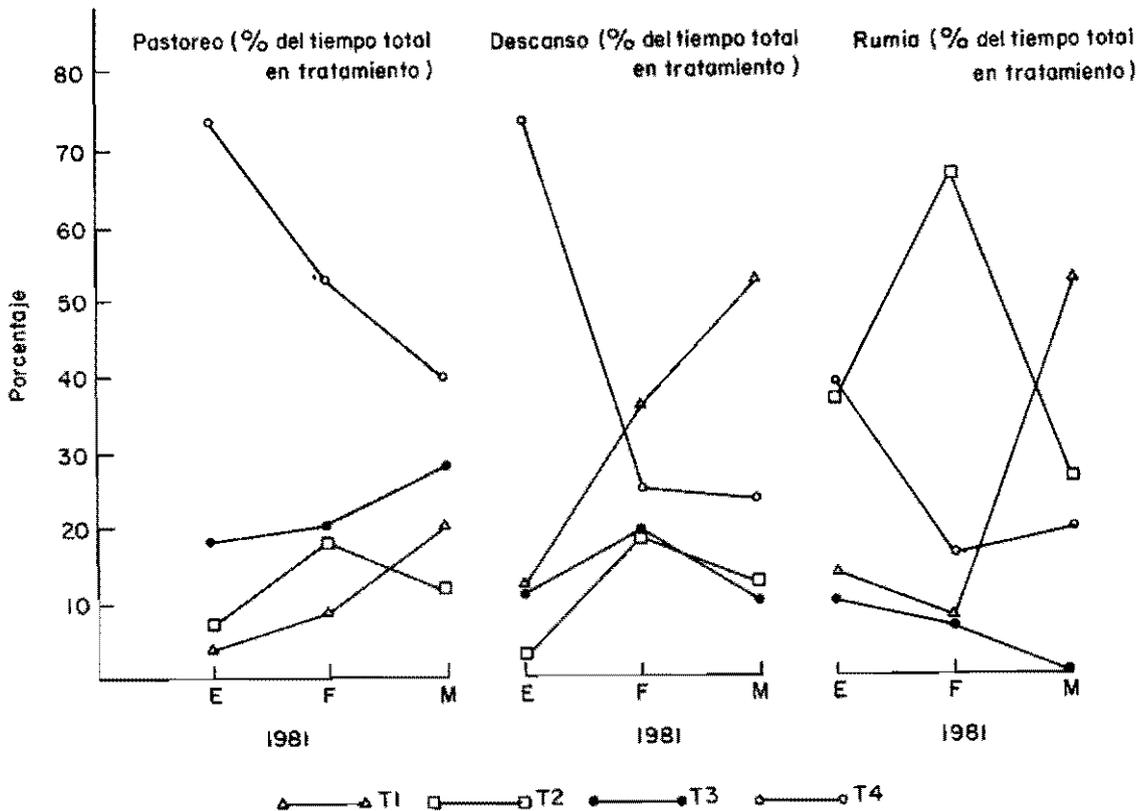


Figura 5. Distribución de actividades de los animales pastoreando *D. ovalifolium* 350 bajo diferentes tratamientos de fertilización (T1 control, T2 + P + Ca, T3 + P + Ca + K y T4 + P + Ca + K = Mg + S), Carimagua.

En general, los resultados de este experimento indican que la aplicación de Mg y S además de P, Ca y K en D. ovalifolium 350 ya establecido resulta en (1) aumento en forraje disponible, (2) aumento en calidad de forraje, (3) aumento en la utilización de la leguminosa por el animal.

La mayor calidad forrajera de D. ovalifolium como resultado de la fertilización también fue observada con carneros en jaula en Quilichao. D. ovalifolium 350 fertilizado (44 kg P, 20 kg Mg y 60 kg S/ha) y no fertilizado se suministró a los carneros ad libitum. Los resultados (Cuadro 17) indican que el D. ovalifolium fertilizado tuvo un contenido menor de taninos y más proteína cruda que el material no fertilizado. El mayor contenido de proteína resultó en una proporción mayor de nitrógeno aparentemente digerido y en consecuencia en más proteína digestible/100 g MS. No se observó el efecto de la fertilización en el consumo voluntario.

Cuadro 17. Resultados obtenidos con D. ovalifolium 350 fertilizado y no fertilizado ofrecido a carneros en jaula (Quilichao).

Medida	D. ovalifolium 350 ofrecido	
	No fertilizado	Fertilizado ^a
Catequinos equivalentes (%)		
Vanilina - Hcl	29.8	23.8*
Proteína (N x 6.25) (%)		
Hoja	14.7	17.1*
Tallo	7.3	7.9
Consumo (y) vs nivel de oferta (x)	y=22.8 + .4687x	y=23.7 + .4612x
Nitrógeno consumido/100 g MS		
consumida (g)	21.6	25.0*
Digestibilidad aparente de nitrógeno (%)	57.6	65.4*
Proteína digerible/100 g MS (%)	6.9	9.0*

^a Fertilizado con 44 kg P, 20 kg Mg, 60 kg S/ha.

* Significativo (P < .05).

Después de analizar los resultados de los experimentos mencionados, quedó el interrogante de si la respuesta de D. ovalifolium 350 a la fertilización era debida a un elemento específico o una combinación de ellos. En un intento por contestar esta pregunta se montó un segundo ensayo en Carimagua, nuevamente en colaboración con la sección de Suelos y Nutrición de Plantas. En la misma área utilizada en el primer experimento en Carimagua se montaron siete tratamientos de fertilización con dos repeticiones. Los tratamientos aplicados en mayo, 1981, en el mismo nivel del primer experimento fueron: (T1) + K + Mg + S, (T2) + Mg + S, (T3) + P + K + Ca + Mg, (T4) + P + Ca + Mg + S, (T5) + P + Ca + K + S, (T6) + P + K + Ca y (T7) previamente (T4) + P + Ca + Mg + S. Para organizar estos tratamientos en el área experimental únicamente algunos elementos se aplicaron en mayo, 1981, tal como se indica en el Cuadro

18. Se asumió y luego confirmó por análisis de tejido que los elementos aplicados en mayo, 1980, tuvieron un efecto residual. Resultados preliminares de la composición química de las hojas (Cuadro 18) indican mayores valores de nitrógeno y correspondiente solubilidad en los tratamientos que recibieron S (T1, T2, T4, T5 y T7). Asociado con la aplicación de S se encontró un mayor nivel de S en hojas, una reducción en contenido de taninos y una mayor producción de biomasa. Las observaciones de actividad de pastoreo indican, hasta ahora, mayor preferencia por el T5.

Con base en la evidencia presentada y lo que se conoce sobre el efecto de S en la calidad de los forrajes, se considera razonable asumir que el S es el elemento que principalmente afecta el valor forrajero de D. ovalifolium ya establecido bajo las condiciones de Carimagua.

Usos Alternativos de Germoplasma

Es un hecho aceptado que las leguminosas producen una considerable mejora en la calidad del forraje en oferta y, como consecuencia, en la producción animal. Como estrategia para aumentar la producción animal en suelos ácidos e infértiles, se puede pensar en introducir gramíneas asociadas con leguminosas en una cierta proporción de la explotación. Sin embargo, es conveniente que en las primeras etapas de desarrollo de las explotaciones ganaderas en estas áreas se puedan introducir y utilizar leguminosas apropiadas como siembras puras o bancos de proteína para suplementar los pastos nativos, particularmente en época seca.

Resultados obtenidos por la sección de Productividad y Manejo de Pasturas en Carimagua indican que la producción por animal puede aumentar en pastos nativos con el uso de un bloque de P. phaseoloides como banco de proteína (ver Cuadro 2). Sin embargo, para mejor definir un manejo apropiado de un sistema de sabana nativa-banco de proteína uno debe estudiar algunos de los factores que pueden influir en la utilización por el animal del componente gramínea y leguminosa. Se sugiere que las variaciones estacionales en la proteína y energía digerible de la gramínea nativa afectan considerablemente la utilización de la leguminosa en el banco de proteína. En otras palabras, a medida que la calidad de la gramínea se reduce, particularmente en época seca, el consumo de la leguminosa aumenta hasta un punto en que puede haber substitución de gramínea por leguminosa, tal como se ha observado en Carimagua. Obviamente que tal substitución iría en contra del objetivo de un banco de proteína.

Otros factores que pueden afectar la productividad de un sistema de sabana nativa-banco de proteína son la agresividad, grado de defoliación en la época seca y calidad de la leguminosa utilizada. Los dos primeros factores son de naturaleza agronómica y deberán tener un peso considerable en la selección de una leguminosa para un banco de proteína. Obviamente la calidad de la leguminosa a utilizar es un factor importante, especialmente en términos de contenido de nitrógeno y disponibilidad de éste para el animal.

Cuadro 18. Caracterización inicial de tejido foliar de *D. ovalifolium* 350 bajo diferentes tratamientos de fertilización (Carimagua).

Medida	Tratamiento de fertilización ^a						
	1 (K+Mg+S)	2 (Mg+S)	3 (<u>P</u> +K+Ca+Mg) ^b	4 (<u>P</u> +Ca+Mg+S) ^b	5 (<u>P</u> +Ca+K+S) ^b	6 (<u>P</u> +K+Ca) ^b	7 (<u>P</u> +K+Ca+Mg+S) ^b
N-total (%)	2.56	2.57	1.71	2.62	2.61	1.86	2.43
N-soluble (%)	36.02	35.83	23.29	37.00	39.06	22.56	30.65
S (%)	0.14	0.13	0.09	0.17	0.16	0.10	0.14
Catequinos equivalentes (%)	5.60	4.90	18.90	4.80	6.50	13.40	8.50
P (%)	0.10	0.11	0.11	0.14	0.12	0.12	0.11
K	0.59	0.50	0.53	0.64	0.76	0.59	0.52
Ca (%)	1.07	1.22	1.17	1.17	1.17	1.19	1.28
Mg (%)	0.24	0.23	0.25	0.23	0.20	0.20	0.22

^a Fertilización: 26.40 kg P/ha; K = 36.52 kg K/ha; Ca = 117 kg Ca/ha; Mg = 22 Mg/ha; S = 44 kg S/ha.

^b El elemento subrayado fue aplicado en agosto, 1980, y otros elementos aplicados en mayo, 1981.

Algunas de las hipótesis aquí planteadas serán examinadas en Carimagua en trabajos colaborativos con la sección Productividad y Manejo de Pasturas. Específicamente, se harán mediciones de la actividad de pastoreo, el forraje disponible y su calidad en un experimento en que se utiliza D. ovalifolium como banco de proteína en diferentes proporciones del área, para suplementar sabana bajo diferentes cargas animales y tratamientos de quema.

Este año se hicieron trabajos preliminares con carneros en jaula en Quilichao en un intento por medir el efecto suplementario o substitutivo de los niveles y la calidad de la gramínea y leguminosa ofrecidos en mezcla. Se reconoce que la extrapolación de resultados obtenidos con carneros en jaula al animal en pastoreo es peligrosa. Sin embargo, los estudios con carneros en jaula ofrecen una forma rápida y poco costosa de estudiar algunos de los principios que pudieran estar afectando la utilización de la leguminosa como suplemento de gramíneas de baja calidad.

Los resultados del consumo de carneros en jaula a los cuales se ofrecieron diferentes proporciones de D. ovalifolium 350 y S. capitata 1315 en combinación con sabana nativa y A. gayanus en estado maduro se presentan en el Cuadro 19. En todos los casos al nivel de 10% de

Cuadro 19. Consumo voluntario de gramínea y materia seca total por carneros en jaula con oferta de diferentes niveles de leguminosa en mezcla con gramíneas (Quilichao).

Tratamiento (% leguminosa en lo ofrecido)	Consumo	Sabana ^a	<u>A. gayanus</u> ^b	<u>A. gayanus</u> ^c
		+ <u>D.</u> <u>ovalifolium</u> 350	+ <u>D.</u> <u>ovalifolium</u> 350	+ <u>S.</u> <u>capitata</u> 1315
		(g MS/kg ^{0.75} /día)		
0% L	Gramínea	30.0	45.4	50.5
5% L		34.0	-	-
10% L		32.4	45.4	45.9
20% L		18.9	32.5	41.2
30% L		1.8	28.3	41.2
Materia seca total				
0% L		30.0	45.4	50.5
5% L		40.0	-	-
10% L		45.4	53.7	58.7
20% L		45.0	50.9	64.4
30% L		40.0	53.2	80.8

^a 2.2% proteína en gramínea y 10% en leguminosa.

^b 4.7% proteína en gramínea y 10% proteína en leguminosa.

^c 4.7% proteína en gramínea y 14.2% proteína en leguminosa.

leguminosa en la mezcla ofrecida, los animales no substituyeron la gramínea por leguminosa, y como resultado el consumo total de materia seca aumentó. Contrariamente, a los niveles de 20 y 30% de leguminosa se observó substitución de gramínea por leguminosa, particularmente en la combinación sabana + D. ovalifolium 350. La menor substitución observada con A. gayanus como gramínea o S. capitata como leguminosa podría estar relacionada con su mayor calidad como se refleja en los valores de consumo y digestibilidad, presentados en los Cuadros 19 y 20. La digestibilidad aparente del nitrógeno, más baja en D. ovalifolium 350 (48%) en comparación con S. capitata 1315 (82.2%), podría deberse al contenido de taninos del Desmodium, como se ha indicado anteriormente.

De los resultados con carneros en jaula resulta claro que el grado de substitución de gramínea por leguminosa estuvo afectado por la proporción de leguminosa en oferta y por la calidad tanto de la gramínea como de la leguminosa ofrecidas. Esto sugeriría que para asegurar un efecto suplementario de la leguminosa para la sabana nativa, se debería controlar el acceso de los animales al banco o alternativamente mantener cierta calidad de las gramíneas por medio de quemas estratégicas. Además, pareciera que en términos de calidad, S. capitata 1315 es mejor leguminosa para un banco de proteína que el D. ovalifolium.

Cuadro 20. Efecto de diferentes proporciones de leguminosas en mezclas con A. gayanus en digestibilidad de materia seca, pared celular (FND) y nitrógeno en carneros en jaula (Quilichao).

Tratamiento (% leguminosa en lo ofrecido)	Digestibilidad aparente	A. gayanus maduro +	
		<u>D. ovalifolium</u> ^a	+ <u>S. capitata</u> ^a (%)
0% L	Materia seca	40.4	42.0
10% L		44.3	51.3
20% L		47.2	55.8
30% L		47.4	56.6
100% L		56.1 ← Δ31.2% →	73.6
0% L		Pared celular (FND)	45.7
10% L	45.1		55.7
20% L	45.6		58.1
30% L	47.0		55.5
100% L	52.9 ← Δ26.3% →		66.8
0% L	Nitrógeno		38.2
10% L		41.3	51.7
20% L		43.0	61.2
30% L		41.4 ^b	63.5
100% L		48.0 ^b ← Δ71.2% →	82.2 ^c

^a El consumo de leguminosa al nivel de 100% leguminosa fue de 60.9 y 108 g MS/kg^{0.75}/día para D. ovalifolium 350 y S. capitata 1315, respectivamente.

^b 10% proteína en forraje ofrecido.

^c 14.2 proteína en forraje ofrecido.

Productividad y Manejo de Praderas

Esta sección se separó en 1981 de la anterior sección de Utilización de Pasturas para enfatizar el estudio de los efectos del manejo del pastoreo sobre los componentes de la pradera. Su investigación está estrechamente relacionada con el trabajo de la sección Calidad de Pasturas y Nutrición con el fin de poder entender los procesos de selectividad animal que interactúan con el manejo del pastoreo.

Los principales objetivos son determinar el potencial en cuanto a producción animal del germoplasma promisorio en pruebas de pastoreo, y determinar el manejo apropiado para la persistencia y estabilidad de los componentes de las praderas.

Praderas de Gramíneas

Brachiaria humidicola. Los resultados durante la estación lluviosa de este año en el Cuadro 1 son inferiores a los del año pasado, aunque las praderas se dejaron en descanso durante la estación seca y fueron guadañadas al comienzo de la estación lluviosa para eliminar el material muerto acumulado durante los tratamientos anteriores. Durante la segunda parte de la estación lluviosa hubo un mejoramiento significativo en el comportamiento de los animales después de una fertilización de mantenimiento con 18, 11 y 22 kg/ha de K, Mg y S, respectivamente, lo cual resultó en una mayor producción de hojas en todas las cargas (Figura 1) pero no suficiente para sostener la productividad animal.

La productividad animal con esta gramínea en las condiciones de Carimagua es menor que la de las otras gramíneas, Brachiaria decumbens y Andropogon gayanus, y está relacionada con la menor proporción de hojas comparada con el rendimiento total de materia seca en las diferentes cargas (Figura 1). En la carga baja el pasto pareciera madurar muy rápidamente afectando el consumo de materia seca que, a su vez, está relacionado con la producción de hojas, y al mismo tiempo con una reducción significativa de la digestibilidad comparado con B. decumbens, tal como lo indica el Cuadro 1 de la sección Calidad de Pasturas y Nutrición.

Praderas con Leguminosas

Bancos de proteínas con leguminosas. Una alternativa para utilizar las leguminosas, particularmente aquellas especies que son muy agresivas y tolerantes en pastoreos estacionales fuertes, es establecer franjas o bloques en cultivo puro dentro de una pastura de gramínea. Se provee así forraje alto en proteína para la suplementación durante la estación seca o durante la estación de crecimiento cuando el contenido de proteína cruda de la gramínea podría estar limitando el consumo de forraje, y por lo tanto el consumo de energía y productividad animal.

Cuadro 1. Ganancias de peso vivo de novillos en B. humidicola en pastoreo continuo durante la estación lluviosa* con diferentes cargas animales en Carimagua, 1981.

Carga animal (an/ha)	Estación lluviosa		
	202 días		
	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/ha)
2.4	194	39	94
3.4	215	43	147
4.4	138	28	123

* Después de guadañar y descansar por 15 días.

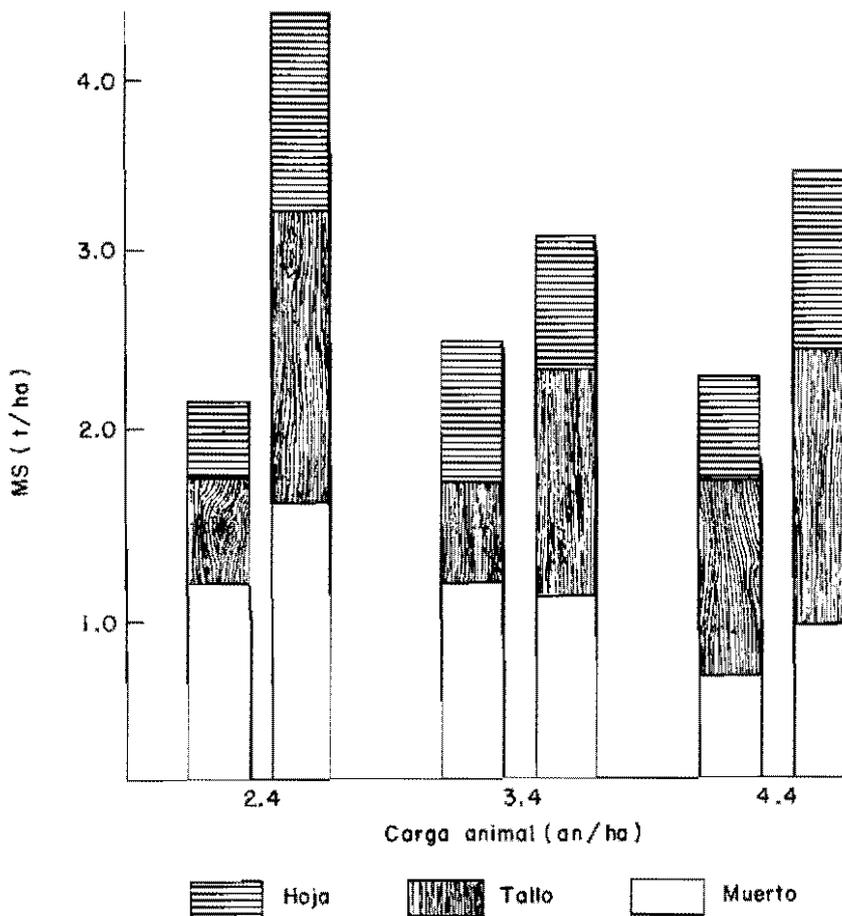


Figura 1. Efectos de la carga animal en la disponibilidad de forraje y composición de partes de la planta de B. humidicola en la estación lluviosa en Carimagua antes y después de una fertilización de mantenimiento con 18, 11 y 22 kg/ha de K, Mg y S, respectivamente.

Este concepto ha sido evaluado con Pueraria phaseoloides en los últimos tres años en bloques con sabana incluyendo quema estacional y con la gramínea mejorada Brachiaria decumbens en franjas y bloques.

El Cuadro 2 muestra los resultados del tercer año con sabana. La productividad animal con la carga baja fue mayor que el año pasado y similar al primer año de evaluación. En la carga alta la productividad animal fue un poco menor debido a que el acceso al banco fue más limitado este año para permitir que la leguminosa se recuperara del pastoreo fuerte durante la estación seca y después de una fertilización de mantenimiento con 18, 11 y 22 kg/ha de K, Mg y S, respectivamente, durante la estación lluviosa. Solamente se quemó la tercera parte del área total de sabana, una vez al final de la estación seca y una tercera parte al final de la estación lluviosa. Esto pudo haber tenido algunos efectos en el comportamiento animal asociado con las cargas tal como se indica en la Figura 2 en la cual se nota que con la carga baja el acceso de los animales al banco de leguminosas fue aún alto al comienzo de la estación lluviosa después de la quema comparado con la carga alta. Estos resultados también indican una fuerte interacción durante la mayor parte de la estación lluviosa cuando el acceso al banco fue limitado y la selectividad por calidad de forraje en la sabana sin quemar fue más restringida en las cargas altas. Después de tres años no existe un efecto aparente de las cargas en la estructura de la pradera tal como lo indica un estudio preliminar realizado este año sobre la sucesión de la vegetación.

Cuadro 2. Ganancias de peso vivo de novillos en sabana suplementada con P. phaseoloides en bloques¹ en Carimagua, 1981.

Carga animal an/ha	Estación seca 111 días		Estación lluviosa 255 días		Total 366 días	
	g/an/día	kg/an	g/an/día	kg/an	kg/an	kg/ha
0.25	117	14	423	108	122	31
0.50	96	10	215	55	65	32

¹ 0.2 ha/an. El acceso al banco estuvo restringido por 186 días en la estación lluviosa para permitir recuperación de la leguminosa después de la fertilización de mantenimiento.

El Cuadro 3 muestra los resultados con B. decumbens en 1981. Después de tres años el comportamiento animal en los tratamientos con bancos no fue significativamente diferente del tratamiento con solo gramínea, excepto durante la primera parte de la estación seca. La productividad animal en la gramínea fue mucho mayor que lo anticipado, debido a las lluvias que ocurrieron en la segunda parte de la estación seca. Durante la estación lluviosa la producción de hojas de la

gramínea aumenta rápidamente tal como se muestra en la Figura 3, y como este paso no tiene ninguna limitación seria en consumo debido a calidad de forraje durante la estación de crecimiento, los animales seleccionan en contra del kudzú según la estación progresa (Figura 4); el comportamiento animal está más relacionado con los rendimientos de la gramínea. Después de tres años de pastoreo las franjas de kudzú han invadido el área de gramíneas y la pradera ha evolucionado hacia una asociación con leguminosas explicando, quizás de este modo, el mejor comportamiento de los animales comparado con el tratamiento en bloques.

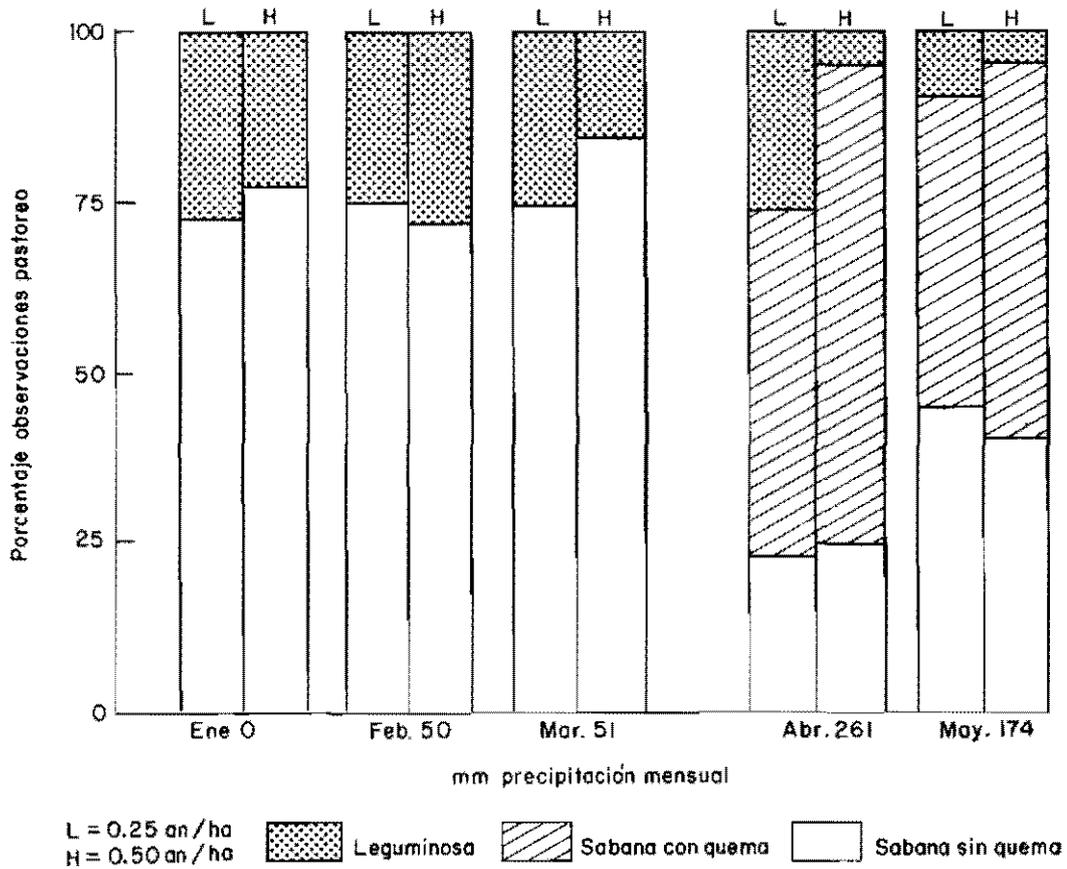


Figura 2. Efectos de la carga animal antes y después de la quema al final de la estación seca sobre el comportamiento de novillos en pastoreo en sabana suplementada con *P. phaseoloides* en bloques, Carimagua, 1981.

Los efectos beneficiosos de los bancos de leguminosas durante la estación seca para mejorar el consumo de materia seca y el comportamiento animal han sido documentados en estos estudios. Sin embargo, todavía necesitamos aprender más acerca de la proporción del banco de leguminosa con la carga animal que se requiere para ofrecer una suplementación a la calidad de la gramínea para mejorar el consumo.

Cuadro 3. Ganancias de peso vivo de novillos en B. decumbens suplementado con P. phaseoloides en franjas¹ y bloques¹ en Carimagua, 1981.

Tratamiento	Carga ₂ animal an/ha	Estación seca				Estación lluviosa		Total	
		49 días ³		63 días ³		254 días		366 días	
		(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)
Gramínea	1.0/1.8	265	13	619	39	512	130	182	291
Gramínea + fran- jas leguminosa	1.0/1.8	551	27	526	33	567	144	204	335
Gramínea + blo- ques leguminosa	1.0/1.8	439	21	333	21	500	127	169	294

¹ 0.30 y 0.15 ha/an para las estaciones seca/lluviosa, respectivamente.

² Estaciones seca/lluviosa, respectivamente.

³ 0 y 100 mm lluvias, respectivamente.

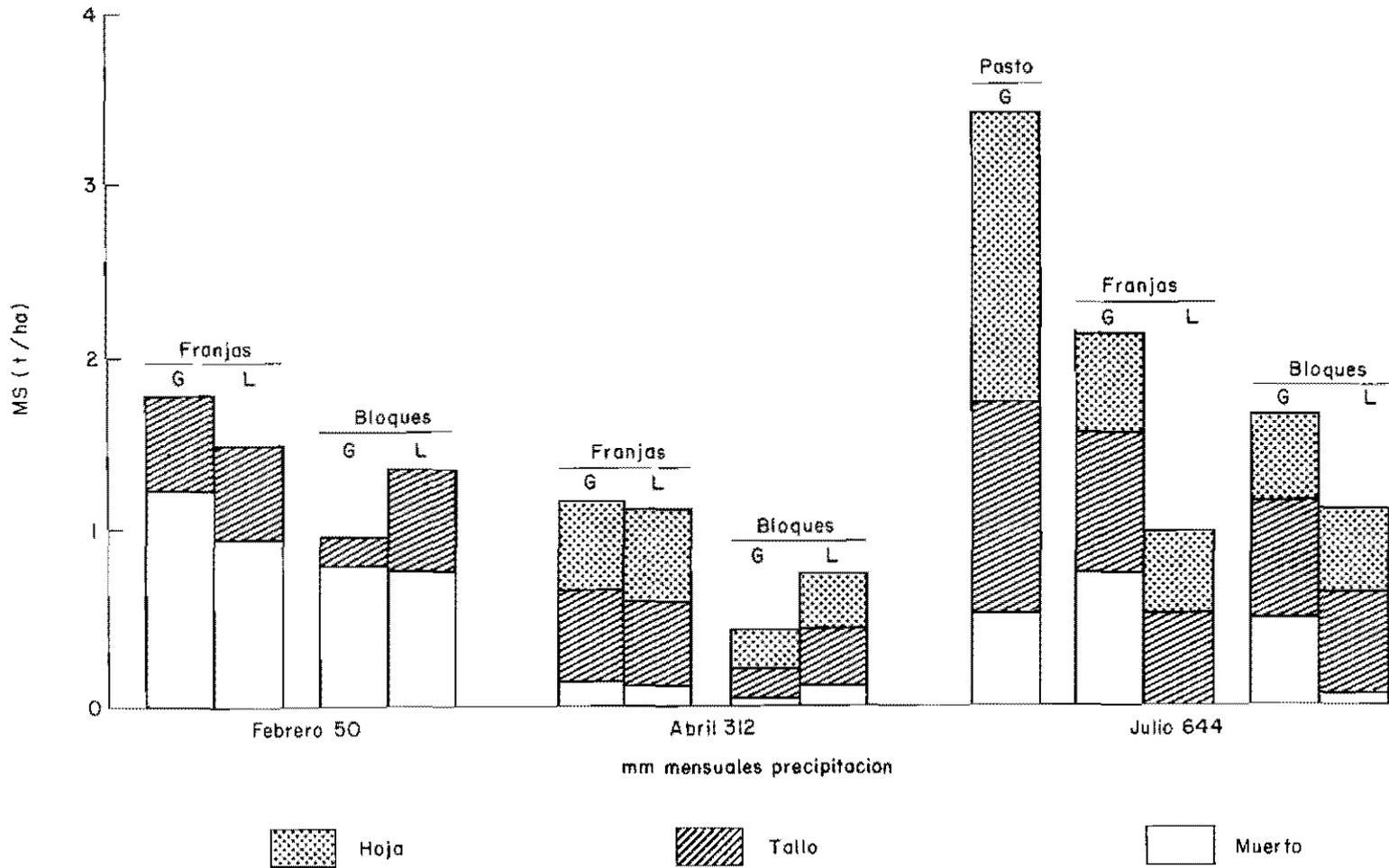


Figura 3. Disponibilidad de forraje y composición de partes de la planta durante la estación seca y lluviosa en *B. decumbens* suplementado con *P. phaseoloides* en franjas y bloques en Carimagua, 1981.

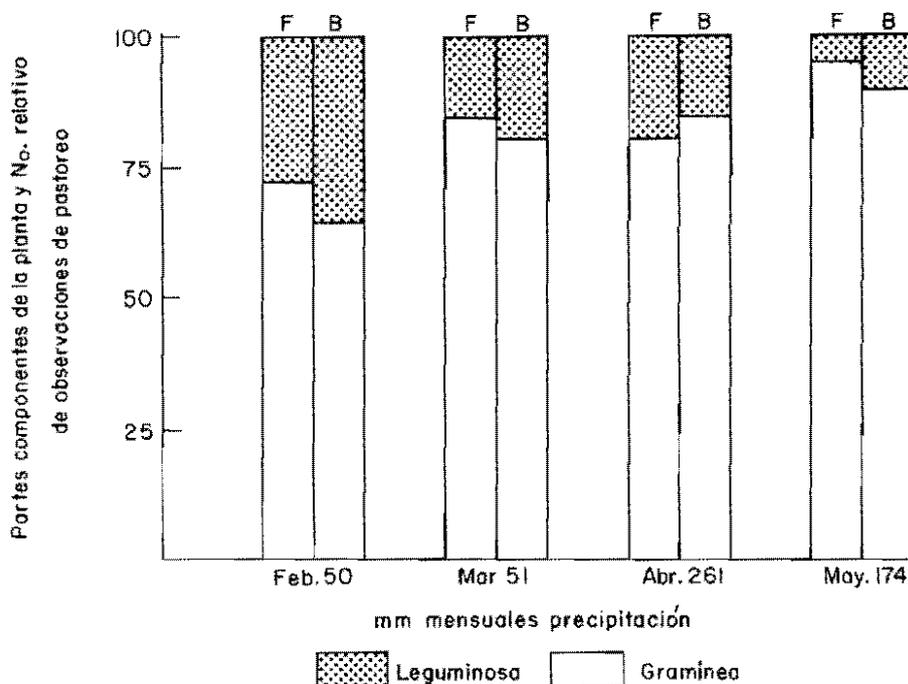


Figura 4. Porcentaje de componentes de partes de la planta en la dieta y porcentaje del número de observaciones de pastoreo en B. decumbens suplementado con P. phaseoloides en franjas (F) y bloques (B), respectivamente, en Carimagua, 1981.

Esto con el fin de no sustituir el consumo de materia seca y energía de la gramínea, especialmente con especies mejoradas tales como B. decumbens que no tiene limitaciones cualitativas durante la estación lluviosa. La forma de establecimiento de los bancos también requiere evaluación adicional con otras leguminosas, especialmente las más agresivas con habilidad para invadir áreas adyacentes en praderas nativas o cultivadas y así facilitar el establecimiento con un mínimo de labranza y costos de preparación de la tierra.

Asociaciones de Gramíneas y Leguminosas

Asociaciones de Andropogon gayanus - leguminosas. Continuó la evaluación de las asociaciones de A. gayanus con Stylosanthes capitata, Zornia latifolia y Pueraria phaseoloides kudzú en pastoreo continuo por el tercer año con manejo similar al año anterior. El comportamiento animal este año (Cuadro 4) fue similar o mejor al año anterior para ambas estaciones seca y lluviosa, aunque el rendimiento y composición botánica de las leguminosas ha disminuído significativamente, especialmente en la estación lluviosa, excepto en el tratamiento con kudzú, Cuadro 5. De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 3, Calidad de Pasturas y Nutrición, los animales son capaces de seleccionar leguminosas en su dieta aun a bajos niveles de oferta, lo cual podría explicar el comportamiento este año. Además, la

Cuadro 4. Ganancias de peso vivo de novillos en asociaciones de A. gayanus-leguminosas en Carimagua, 1981.

Tratamiento	Carga ¹ animal an/ha	Estación seca 96 días		Estación lluviosa 269 días		Total 365 días	
		(g/an/día)	(kg/an)	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)
<u>S. capitata</u> 1405	1.0/1.8	125	12	598	161	173	291
<u>S. capitata</u> (1019 + 1315)	1.0/1.8	166	16	684	184	200	349
<u>Z. latifolia</u>	1.0/1.0	135	13	420	113	126	126
<u>P. phaseoloides</u> ²	1.0/1.8	531	51	520	140	191	310

¹ Estaciones seca/lluviosa, respectivamente.

² Descanso por 71 días en 1980.

Cuadro 5. Forraje ofrecido en A. gayanus en cultivo puro y asociado con leguminosas en pastoreo continuo en las estaciones lluviosa y seca en Carimagua, 1981.

Praderas de <u>A. gayanus</u>	Estación	Forraje ofrecido	
		Gramínea (ton/ha)	Leguminosa (ton/ha)
	Lluviosa ¹		
Cultivo puro		10.00	-
+ <u>S. capitata</u> 1405		6.95	1.33
+ <u>S. capitata</u> (1019 + 1315)		7.26	1.83
+ <u>P. phaseoloides</u>		2.86	4.66
	Seca ²		
Cultivo puro		6.96	-
+ <u>S. capitata</u> 1405		5.35	1.17
+ <u>S. capitata</u> (1019 + 1315)		5.45	1.56
+ <u>P. phaseoloides</u>		1.89	4.58

¹ Muestreos en mayo, julio, septiembre-diciembre, 1980 y marzo, 1981.

² Muestreos en febrero, noviembre-diciembre, 1980 y enero-febrero, 1981.

productividad de la gramínea en la asociación con S. capitata, tal como se muestra en el Cuadro 5, fue tan alta como con la gramínea, pero el contenido de proteína fue mayor, especialmente durante la estación lluviosa (Cuadro 11, Calidad de Pasturas y Nutrición). En el tratamiento con kudzú, la leguminosa se ha vuelto dominante y el rendimiento de A. gayanus es menor comparado con solamente la gramínea, pero el contenido de proteína es mucho mayor en ambas estaciones seca y lluviosa. La menor producción animal durante la estación seca podría ser explicada por la menor cantidad de gramínea presente para un balance apropiado de la dieta de los animales en pastoreo.

Los resultados de la productividad animal en praderas de A. gayanus - S. capitata quemadas en 1980 son comparados con tratamientos sin quema en el Cuadro 6. No se presentó un efecto significativo de la quema sobre la producción animal. En ambos tratamientos la productividad de las asociaciones con leguminosas disminuyó significativamente en relación con el año anterior debido a la falta de persistencia bajo estas condiciones. El comportamiento de S. capitata 1315 parece ser algo mejor que el de S. capitata 1019, especialmente en el tratamiento sin quema. Sin embargo, la producción animal fue menor este año comparada con la asociación con A. gayanus que incluye ambos ecotipos, y similar a S. capitata 1405 (Cuadro 4). La quema no parece mejorar el comportamiento animal en esta asociación y podría haber contribuido a disminuir la persistencia de la leguminosa; por lo tanto no es recomendable.

Cuadro 6. Ganancias de peso vivo de novillos en asociaciones de A. gayanus-S. capitata sin quemar y quemadas en Carimagua, 1981.

Tratamiento	Carga animal ¹ an/ha	Estación seca 110 días		Estación lluviosa 254 días		Total 364 días		
		(g/an/día)	kg/an	(g/an/día)	(kg/an)	(kg/an)	(kg/ha)	
<u>Sin quemar</u>								
Gramínea	1.0/1.8	118	13	527	134	147	248	
Gramínea-S. <u>capitata</u> 1019	1.0/1.8	145	16	456	116	132	229	
Gramínea-S. <u>capitata</u> 1315	1.0/1.8	445	49	492	125	174	301	
Promedio	1.0/1.8	236	26	492	125	151	259	
<u>Quemada</u>								
Gramínea	1.0/1.8	127	14	504	128	142	237	
Gramínea-S. <u>capitata</u> 1019	1.0/1.8	236	26	480	122	148	248	
Gramínea-S. <u>capitata</u> 1315	1.0/1.8	436	48	464	118	166	273	
Promedio	1.0/1.8	266	29	483	123	152	252	

¹ Estaciones seca/lluviosa, respectivamente.

Asociación de Brachiaria humidicola-Desmodium ovalifolium. La evaluación de esta asociación comenzó este año en dos praderas establecidas en 1980. La experiencia previa con D. ovalifolium en Carimagua indicaba que la selección de la gramínea acompañante y el manejo del pastoreo de la asociación para estimular el consumo de leguminosa son muy importantes para mantener el balance de los componentes de la pradera para un mejor comportamiento animal. El principal objetivo de la evaluación el primer año, con el apoyo de la sección Calidad de Pasturas y Nutrición, ha sido estudiar la dinámica de los componentes de la asociación con B. humidicola, una gramínea vigorosa, según es afectada por el animal en pastoreo, y para aprender cómo los cambios en el manejo de la pradera pueden contribuir a una mejor utilización de la leguminosa, previniendo su dominio durante el pastoreo inicial.

La Figura 5 muestra la dinámica de los componentes de las dos praderas, desde el comienzo de la evaluación durante la estación seca. Una combinación de cargas diferentes ajustadas de acuerdo con la cantidad de materia seca ofrecida y cambios en el método de pastoreo al comienzo de la estación lluviosa han resultado en una asociación mejor balanceada en esta etapa crítica de evaluación. Este balance podría ser explicado por los resultados preliminares en el Cuadro 14, Calidad de Pasturas y Nutrición, que muestran un aumento significativo en el consumo de leguminosa al comienzo de la estación lluviosa que podría estar asociado con cambios en el manejo del pastoreo. El comportamiento animal hasta ahora, con un promedio de 450 g/animal/día al final del primer año en pastoreo, es muy prometededor considerando la carga de 3.5 animales/ha en pastoreo alterno.

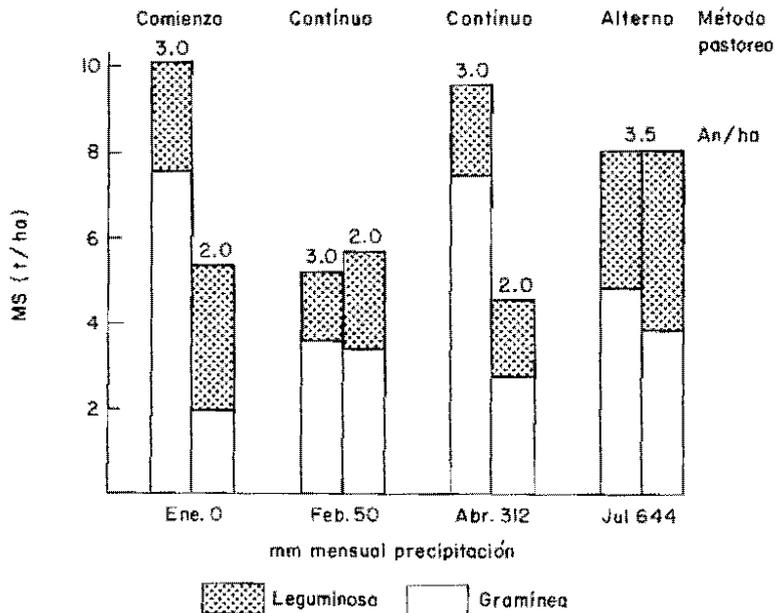


Figura 5. Efectos del manejo del pastoreo sobre la disponibilidad de componentes de la pradera en dos praderas de B. humidicola D. ovalifolium en Carimagua, 1981.

Sistemas de Producción de Ganado

Los objetivos de la sección son: (a) Identificación y cuantificación de los principales factores limitativos que afectan los sistemas de producción de ganado existentes en el área de influencia del Programa. (2) Integración de las nuevas tecnologías generadas por el programa de Pastos Tropicales a sistemas de producción económicos. (3) Evaluación del impacto de las pasturas mejoradas y tecnologías asociadas sobre la producción animal en el contexto de sistemas reales y/o factibles.

Para alcanzar estos objetivos, se siguen varias líneas de investigación en cooperación con la sección de Economía y otras del programa de Pastos Tropicales. Un significativo esfuerzo está dirigido a la identificación y cuantificación de los problemas existentes en los sistemas de producción de ganado en áreas de suelos ácidos y de baja fertilidad en el trópico americano. Estas actividades están concentradas en dos ecosistemas mayores: el "Cerrado" de Brasil y las sabanas ("Llanos") de Colombia y Venezuela (Proyecto ETES).

Otra línea prioritaria de investigación consiste en la evaluación del uso estratégico de pequeñas áreas de pastos mejorados para la suplementación de hatos de cría que pastorean sabana nativa en las condiciones extensivas prevalentes en los Llanos de Colombia (Experimento Hatos Experimentales de Cría).

La validación de la tecnología mejorada basada en pasturas de gramíneas/leguminosas o leguminosas solas como bancos está siendo desarrollada al nivel de las fincas que fueron evaluadas previamente en el Proyecto ETES (esta actividad se denomina Proyecto ETES II).

Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado (ETES)

Este esquema internacional de descripción de sistemas prevalentes de producción de ganado involucra varias instituciones nacionales tales como el Instituto de Producción Animal de la Universidad de Berlín, la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), el Centro de Investigación de los Cerrados (CPAC), de EMBRAPA en Planaltina, Brasil, el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Nororiental (CIARNO) de FONAIAP, en Maturín, Venezuela, y está siendo coordinado por las secciones de Economía, Salud Animal y Sistemas de Producción de Ganado del CIAT. El estado actual de estos proyectos es como sigue:

ETES Colombia. La descripción y discusión de los resultados fueron presentados en informes anuales anteriores, y el informe final está siendo preparado.

ETES Brasil. La recolección final de los datos se completó en noviembre de 1980, y la información obtenida fue codificada y analizada. La información técnica y económica fue tomada en un total de 12 fincas,

7 de ellas localizadas en el estado de Goiás (distritos de Gurupi y Porto Nacional) y las 5 restantes en Mato Grosso (distritos de Tesouro y Guiratinga). Aunque ambas regiones pertenecen al ecosistema de Cerrado, existen grandes diferencias. El promedio anual de precipitaciones es de 1800 mm pero la estación lluviosa se extiende de octubre a abril en Goiás y de septiembre a mayo en Mato Grosso (Cuadro 1). Una diferencia importante está también presente en las características fisiográficas que afectan el uso de la tierra. En efecto, la mayor proporción de "sierra" en Mato Grosso (Cuadro 2) impone restricciones a la mecanización agrícola. El área de arroz disponible junto con la siembra de *Brachiaria* (Cuadro 3) tuvo siempre una correlación significativa con la producción de carne por hectárea, demostrando cómo las diferencias fisiográficas están asociadas con diferencias en productividad. Las gramíneas mejoradas representaban en 1980 un promedio del 30% del área de las fincas. Durante el período 1978-1981 se incrementaron notablemente las áreas en *Brachiaria* (*B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruziziensis*) mientras las áreas en *Hyparrhenia rufa* permanecieron estables o aumentaron muy poco.

Cuadro 1. Parámetros climáticos en dos regiones de ETES Brasil.

Parámetro	Goiás	Mato Grosso
Altura, m	237	720
Precipitación, mm	1813	1798
Temperatura media, °C	25.6	21.3
Temperatura media, °C en:		
mes más frío (julio)	24.3	16.9
mes más caliente (septiembre)	35.0	24.0

Cuadro 2. Características fisiográficas de fincas muestreadas en Brasil.

	Goiás	Mato Grosso
Total, ha	2212	3002
Cerrado, %	65	51
Sierra, %	20	48
Mata*, %	15	1

* Sabana cerrada con árboles altos y densos.

Los sistemas existentes de producción animal están centrados en la actividad de cría, solamente una de las fincas evaluadas ceba novillos, otras venden los terneros al destete (4 fincas) o levantan los terneros hasta los 24 meses de edad (7 fincas). Algunos índices de producción animal se muestran en el Cuadro 4. Estos están caracterizados por un

intervalo relativamente más corto entre partos cuando se comparan con los datos de ETES-Colombia, pero baja ganancia de peso post-destete. No es sorprendente entonces que el 37% del inventario animal corresponde a hembras no aptas aún (terneras y novillas mayores de 4 años de edad). Así como en el caso de Colombia (Informe Anual 1980), la correlación entre la tasa de nacimiento de años sucesivos fue negativa ($r = -0.08$) indicando que son inadecuados los datos basados en un solo año; ésto es consecuencia natural del largo intervalo entre partos (> 12 meses). Las vacas de cría empiezan su fase reproductiva a edad avanzada; la edad en promedio en la primera concepción es de 41 meses y el peso corporal (ajustado a la condición fisiológica) continúa aumentando hasta los nueve años de edad.

Cuadro 3. Recursos forrajeros de fincas muestreadas en ETES Brasil (porcentaje área total de 1980).

Area	Goías (%)	Mato Grosso (%)
Cerrado	34	10
Sierra	19	48
Arroz	6	5
Gramíneas mejoradas	26	36
Mata	15	1

Cuadro 4. Índices de productividad animal en el Cerrado de Brasil.

	Promedio		SE
Tasa destete, %	61.1	±	2.9
Intervalo entre parto, meses	19.6	±	0.8
Ganancia peso*, kg	75.4	±	4.8
Ganancia peso, kg/ha/año	16.7	±	2.6

* Ganancia de terneras desde el destete hasta los 24 meses de edad.

ETES Venezuela. La toma de datos continuó durante 1981 y la cuarta y última visita de recolección de datos en las fincas fue realizada en Octubre 1981. En 13 fincas se inició la toma de datos, de las cuales ocho están localizadas en el estado de Monagas y las restantes en el estado de Anzoátegui. La descripción preliminar de las fincas fue hecha en el Informe Anual 1980, y mostró que al contrario de lo observado en el Cerrado de Brasil y los Llanos de Colombia, la lechería extensiva es practicada en los Llanos de Venezuela. En efecto, el 32% de las vacas evaluadas durante la tercera visita a las fincas (julio 1981) estaban siendo ordeñadas y solamente dos de las fincas no tenían ordeño. El

número de vacas en ordeño en esta visita varió desde 0 a 96 (0 a 71%). Del número total de vacas, solamente el 5% eran lactantes-preñadas, 57% lactantes vacías y el 38% restante secas.

De las novillas entre 2 y 4 años de edad, 58% estaban preñadas. Su peso promedio fue de 304 ± 4 kg y su edad promedio fue de 45 ± 1 meses; las novillas no preñadas fueron 40 kg más livianas y tres meses más jóvenes. Comparando los pesos corporales, las vacas con 8-10 años son solamente un poco más pesadas y tienden a estabilizarse en 320 kg; esto es similar a lo observado en Brasil.

Sistemas de Manejo de Hatos de Cría

Este experimento se inició en 1977 y está programado para terminar en diciembre de 1981; el análisis completo no está aún disponible. El experimento fue diseñado para determinar el efecto del uso estratégico de pasturas mejoradas sobre la eficiencia productiva de hatos de cría manejados en las condiciones extensivas en los Llanos Orientales de Colombia. La monta estacional fue también comparada con la monta continua. Las pasturas mejoradas fueron basadas principalmente, mas no exclusivamente, en Brachiaria decumbens (Cuadro 5). La persistencia de las leguminosas fue el mayor problema durante la primera mitad del experimento, lo cual explica la pequeña diferencia relativa observada en el comportamiento reproductivo entre los tratamientos sabana sola y sabana + pastura mejorada (Cuadro 6). Esta tendencia es reforzada por los datos presentados en el Cuadro 7, el cual muestra la tasa de concepción de vacas lactantes en ambos tratamientos relacionada con la leguminosa disponible. Sin embargo, en el período de tres años (1978-1980) el peso promedio de vacas lactantes a la concepción fue el mismo (345 kg). Como consecuencia de los porcentajes similares de natalidad (Cuadro 6) y la tasa de crecimiento de los terneros, el nivel de producción de destetes fue siempre similar entre tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 5. Disponibilidad de pastos mejorados en los hatos experimentales de cría.

Especie	Disponibilidad (ha/vaca) durante			
	1978	1979	1980	1981
<u>B. decumbens</u>	0.8	0.8	0.6	0.6
<u>A. gayanus</u>	-	0.2	0.2	0.2
<u>B. decumbens</u> + leguminosas*	-	-	0.2	0.2
<u>S. guianensis</u>	0.2	-	-	-

* P. phaseoloides, D. ovalifolium y S. capitata.

Cuadro 6. Tasa de natalidad en hatos experimentales de cría 1979-1981 (terneros nacidos/100 vacas de cría).

Estación de monta	Sabana sola	Sabana + pastos	Promedio
Monta continua	73	78	75.5
Junio/septiembre (120 días)	61	61	61.0
Mayo/julio (90 días)	59	69	64.0
Promedio	64.3	69.3	66.8

Cuadro 7. Porcentaje de concepción de vacas lactantes, 1978-1980.

Tratamiento	1978	1979	1980	Promedio
Sabana sola	23.5	22.0	28.0	24.5
Sabana + pastos	64.4	25.4	41.7	43.8
Leguminosa disponible, m ² /vaca	2000	-	700	-

Cuadro 8. Peso del ternero al destete por vaca en hatos experimentales de cría, 1978-80 (kg destete/vaca, año).

Estación de monta	Sabana sola	Sabana + pastos	Promedio
Continua	107.5	117.8	112.7
Junio/septiembre	90.3	91.1	90.7
Mayo/julio	90.8	105.9	98.4
Promedio	96.2	104.9	100.6

Sin embargo, en términos de eficiencia reproductiva y producción de carne al destete (Cuadros 6 y 8), hay una tendencia consistente a la mejor producción en hatos con acceso estratégico a pastura mejorada cuando la estación de monta es corta (90 días) y se inicia al principio de la estación de lluvias. Sin embargo, debe notarse que el porcentaje de natalidad y producción de carne en los tratamientos de sabana sola de este experimento han sido consistentemente mayores que el promedio obtenido por el Proyecto ETES para los Llanos (Informe Anual 1979). Este mejor comportamiento es probable que se deba a una combinación de factores tales como una suplementación mineral consistente, eliminación de hembras improductivas, quemadas consecutivas de la sabana y continua y mejor supervisión de los hatos. Un "control" más real podrá ser

obtenido probablemente de la confrontación de los resultados observados en ETES-Colombia con los obtenidos en ETES II.

ETES II Colombia

Este estudio está localizado en siete fincas que estuvieron incluidas en la primera fase de ETES. Su objetivo es evaluar técnica y económicamente el efecto de la introducción de un paquete tecnológico basado en pasturas mejoradas de gramínea-leguminosa con inclusión de suplementación mineral, restricción de la monta, destete sistemático y esquema sanitario básico (Informe Anual 1980). Las pasturas introducidas son más que todo asociaciones Brachiaria decumbens/Desmodium ovalifolium y Andropogon gayanus/Stylosanthes capitata, también pequeños bancos de proteína (Pueraria phaseoloides y Stylosanthes capitata) y una mezcla de Brachiaria humidicola/Desmodium ovalifolium. La mayor parte de las pasturas fueron establecidas en 1980-1981, resumidas en el Cuadro 9. Registros completos se empezaron a tomar en estas fincas tanto de la utilización de praderas como de la producción animal. La condición reproductiva de las vacas es registrada dos veces por año por palpación rectal. El peso corporal también es tomado.

Un segundo aspecto complementario de este proyecto consiste en una serie de experimentos a nivel de finca, en cuatro fincas, destinados a evaluar pasturas mejoradas en comparación con sabana nativa en el levante de novillas. Como se anotó antes, las novillas alcanzan la condición reproductiva a edad avanzada bajo las condiciones extensivas que prevalecen en los Llanos. Agregado a esto, después del primer parto estos animales pasan un largo período antes de reconcebir. Los objetivos de esta línea de investigación son evaluar la edad al primer parto y el primer intervalo entre partos en novillas levantadas en pastura mejorada.

Cuadro 9. Pastos mejorados establecidos en fincas participantes en ETES II.

Finca*	Area sembrada	
	ha	% del total
04	170	6
07	45	1
08	8	2
13	98	7
15	160	5
17	145	6
+	80	3
Total	706	-

* Los números son los mismos usados en ETES-Colombia.

+ Finca no incluida en ETES I.

Sistemas de Producción de Ganado-Cerrado

Esta sección es responsable por la evaluación del material de la Categoría IV en experimentos de pastoreo, que constituyen la etapa final de evaluación de persistencia y desempeño animal previo a su incorporación a la Categoría V. A partir de ésta la sección tiene la responsabilidad del diseño y ejecución de experimentos con el objetivo de determinar cómo el nuevo germoplasma puede ser utilizado a nivel de la finca para aumentar la producción del Cerrado.

Evaluación Bajo Pastoreo

Actualmente están en ejecución dos experimentos de pastoreo con germoplasma de la Categoría IV. La comparación de Brachiaria ruziziensis fertilizada con 40 kg N/ha, con B. ruziziensis en asociación con Calopogonium mucunoides lleva dos años bajo pastoreo. Las ganancias de peso en el segundo año fueron inferiores a las del primer año, lo cual se explica por la mayor disponibilidad de materia seca al comienzo del experimento. Al igual que en el primer año los animales ganaron más peso en el tratamiento fertilizado que en la asociación, en la carga baja, Cuadro 1. Las ganancias fueron menores en la carga alta que en la baja y las diferencias entre tratamientos fueron también menores. La pastura fertilizada con N produjo 50 kg/ha más de peso por año que la asociación con leguminosa en la carga baja, y 100 kg/ha/año más en la alta.

Como fuera mencionado en el informe anual anterior, las cargas iniciales fueron demasiado altas, razón por la cual fueron reducidas al cabo del primer año. La carga alta resultó en una severa reducción de la disponibilidad de materia seca de la gramínea, acompañada de un marcado aumento de la leguminosa. El efecto de la disminución de la carga provocó el retorno al dominio de la gramínea (Figura 1) en la estación lluviosa del segundo año, en tanto que el Calopogonium representó 30% de la materia seca disponible al final de la estación húmeda.

Cuadro 1. Ganancia de peso de novillos en pastoreo en Brachiaria ruziziensis fertilizada con nitrógeno o asociada con Calopogonium mucunoides (Experimento 391).

Estación	UA/ha	<u>Brachiaria</u> + N ₂		<u>Brachiaria</u> + <u>Calopogonium</u>	
		ha	Animal (kg)	ha	Animal (kg)
Seca	.8	97	48	50	25
Lluviosa	1.1	186	93	140	70
	1.8	224	56	222	56
Año	1.0	254	141	204	95
	1.4	350	104	258	81

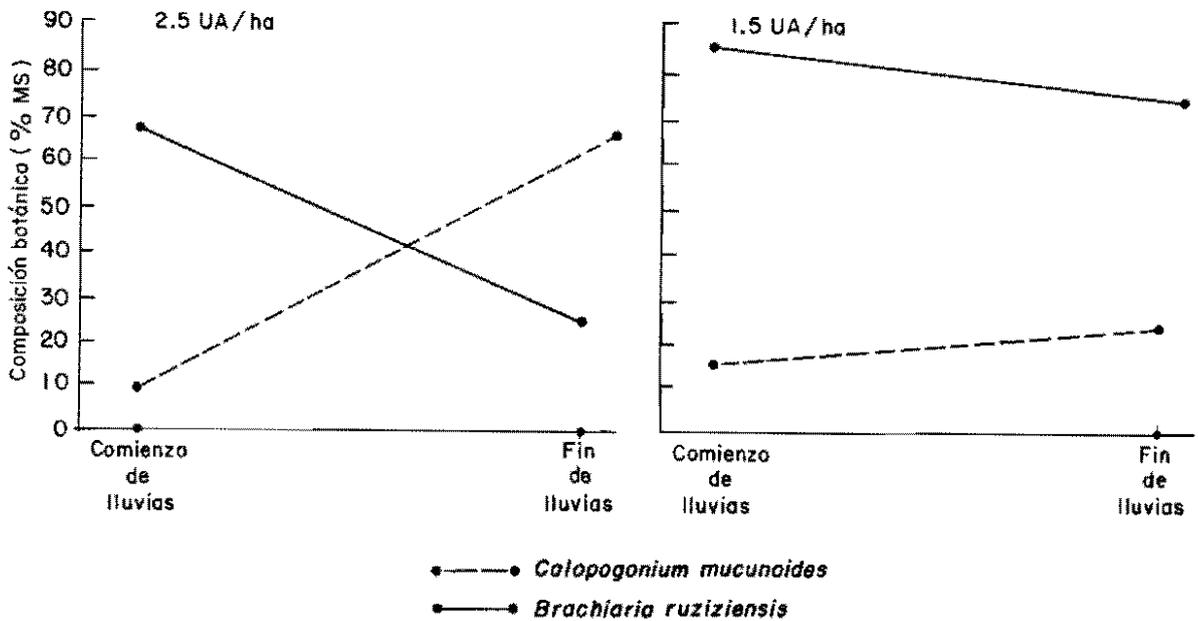


Figura 1. Resultados de la reducción de la carga luego del primer año en la composición botánica de la asociación Brachiaria ruziziensis + Calopogonium mucunoides durante la estación lluviosa.

Si bien el Calopogonium no es consumido con facilidad, aparentemente hace una contribución significativa a través de la fijación de nitrógeno y mayor utilización de la gramínea por los animales. El contenido de proteína de la Brachiaria en el segundo año fue mayor tanto al principio como al final de las lluvias, cuando estuvo asociada con Calopogonium que cuando fue fertilizada con 40 kg N/ha/año (Cuadro 2). El nitrógeno fue aplicado a mediados de la estación lluviosa, lo que explica el menor contenido proteico al comienzo de dicha época. La mayor concentración de proteína en la gramínea asociada con Calopogonium se debe probablemente a la lenta y continua mineralización de los residuos acumulados de la leguminosa durante la estación anterior de crecimiento, así como a una proporción de rebrote nuevo debido a mayor defoliación. Si bien el contenido proteico de la gramínea en la asociación fue mayor que en la pastura fertilizada, la disponibilidad de materia seca fue mayor en esta última. La Figura 2 muestra que en ambas cargas, y a excepción de marzo, la pastura fertilizada proveyó más materia seca que la combinación Brachiaria - Calopogonium. Las mayores ganancias de peso en la gramínea pura son debidas principalmente a mayor disponibilidad de materia seca en dichos potreros y la escasa aceptación de la leguminosa por los animales en la respectiva pastura. Sin embargo, se espera que el efecto de la contribución del nitrógeno por la leguminosa se haga sentir en el tercer año, produciendo ganancias de peso semejantes a las del pasto fertilizado.

Cuadro 2. Porcentaje de proteína de Brachiaria ruzizinesis fertilizada con nitrógeno o en mezcla con Calopogonium mucunoides (Experimento 391).

Epoca de corte	<u>B. ruziziensis</u> + N ₂	<u>B. ruziziensis</u> + <u>C. mucunoides</u>	<u>C. mucunoides</u>
Comienzo de las lluvias (1/12/80)	8.2	13.9	21.5
Fin de las lluvias (30/03/81)	5.5	7.7	13.4

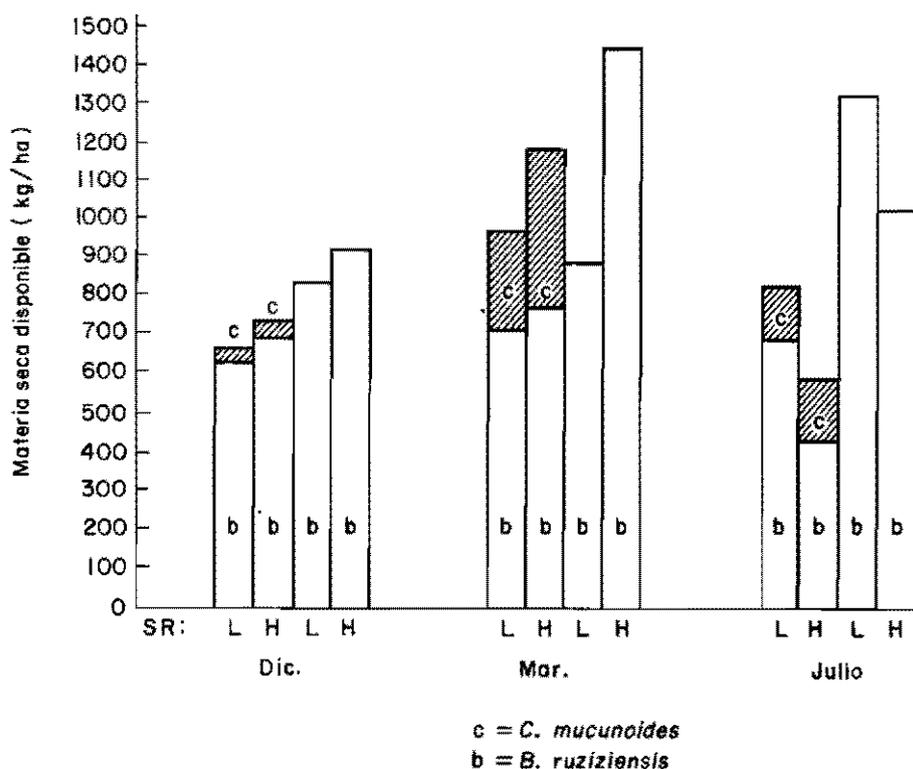


Figura 2. Disponibilidad estacional de materia seca en Brachiaria ruziziensis fertilizada con nitrógeno o asociada con Calopogonium mucunoides.

Durante el año pasado se inició el primer experimento de pastoreo en grande escala con Andropogon gayanus asociado con leguminosas (Stylosanthes scabra cv. Seca). Los datos corresponden a los resultados obtenidos en la estación lluviosa del primer año. Debido a la abundancia de forraje al inicio del mismo, no se observaron diferencias entre tratamientos (Cuadro 3). Sin embargo, la carga alta tuvo una

producción por hectárea tres veces mayor que la baja. Las Figuras 3, 4 y 5 muestran el efecto de la carga en la composición botánica y desempeño animal durante la estación lluviosa. En general, la gramínea disminuyó con el aumento de carga, la cual favoreció un aumento en el porcentaje de malezas. El Andropogon representó 50% o más de la materia seca disponible durante el período lluvioso, a excepción de los últimos dos meses en la carga alta. La leguminosa contribuyó entre 20 y 30% del total en las cargas media y alta, pero menos del 20% en la baja.

En la Figura 6 puede observarse que se produjo una cantidad excesiva de gramínea que no fue utilizada por el animal, resultando en una reducción de la leguminosa. Debido al subpastoreo, el Andropogon creció a gran altura forzando al Stylosanthes a desarrollarse en altura en lugar de formar matas con mayor porcentaje de hojas que tallos, lo cual resultaría en mayor producción de materia seca. Después de una temporada de pastoreo parecería que la carga media de 1.4 UA/ha se aproxima a la requerida para mantener el Andropogon bajo control y en asociación estable con leguminosas en el Cerrado.

Cuadro 3. Efecto de la carga en el crecimiento de novillos en Andropogon gayanus + Stylosanthes scabra cv. Seca durante 153 días de estación lluviosa.

Carga* UA/ha	Tamaño de potrero (ha)	Ganancia de peso, kg		
		Diaria	Total	ha
0.7	2.14	.451	69	97
1.4	1.07	.425	70	196
2.1	.71	.425	65	273

* 400 kg peso vivo = 1 UA.

Utilización de Pastos y Manejo Animal

El objetivo último del desarrollo de nuevo germoplasma para el mejoramiento de pasturas es aumentar la producción de carne. Simultáneamente con el desarrollo de nuevas especies, es necesario determinar dónde utilizar los nuevos materiales dentro del contexto del sistema de producción. La región del Cerrado es una zona de cría principalmente, ya que sólo el 5% de los animales producidos en ella son cebados. Por lo tanto, el mayor problema de las fincas de la región consiste en aumentar el número de animales jóvenes disponibles anualmente para la venta. El Centro del Cerrado responde a esta necesidad investigando las formas en que las pasturas nativas y mejoradas pueden ser utilizadas para aumentar la reproducción.

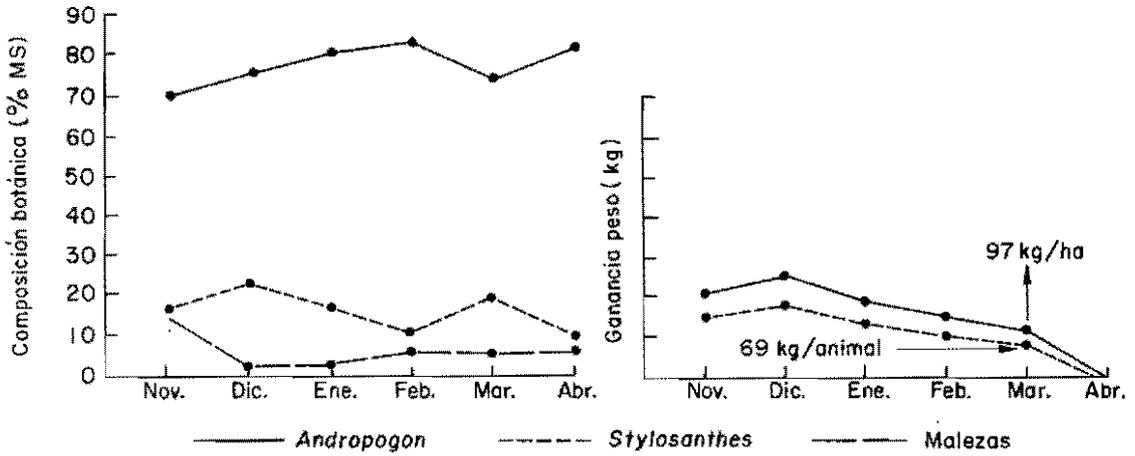


Figura 3. Composición botánica y ganancia de peso en la carga baja (0.7 UA/ha) durante la estación lluviosa.

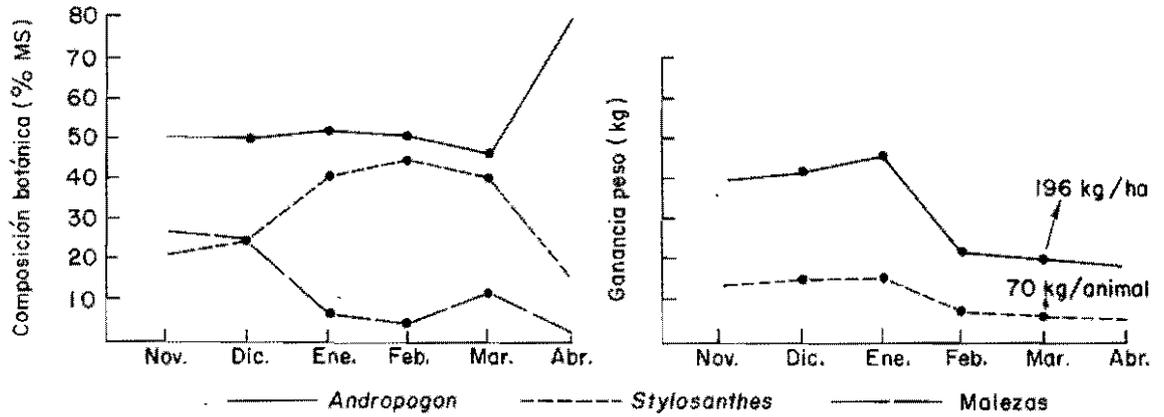


Figura 4. Composición botánica y ganancia de peso en la carga media (1.4 UA/ha) durante la estación lluviosa.

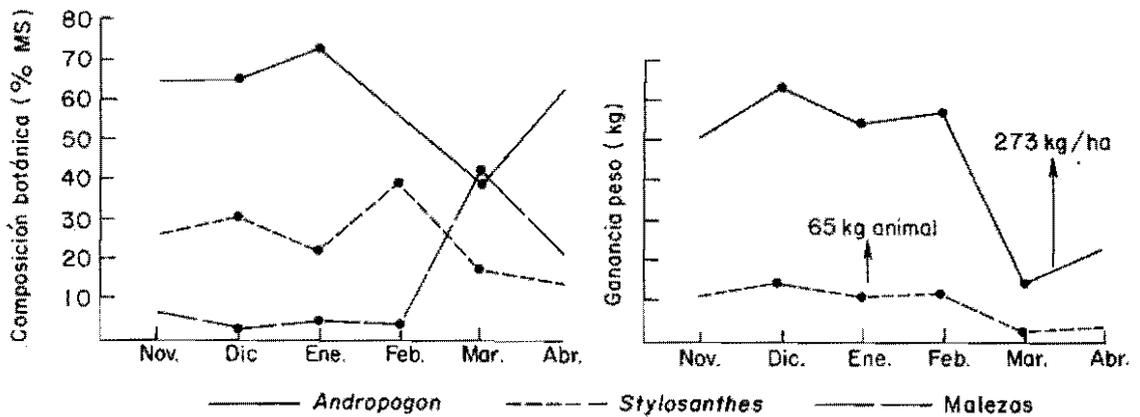


Figura 5. Composición botánica y ganancia de peso en la carga alta (2.1 UA/ha) durante la estación lluviosa.

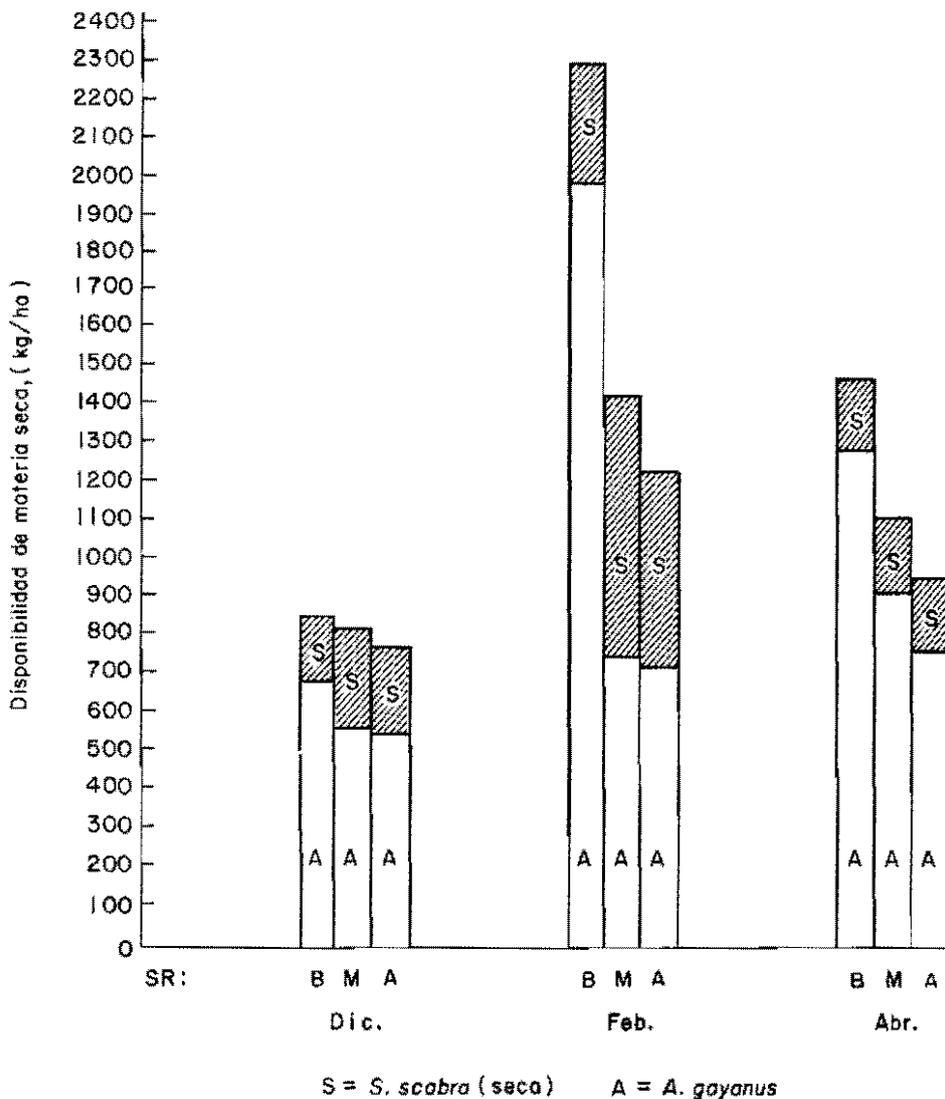


Figura 6. Efecto de la carga en la disponibilidad de materia seca al comienzo, mediados y fin de la estación lluviosa en el Cerrado.

En 1977 comenzó un experimento sobre manejo de hatos, de largo plazo (ver Informe Anual 1980) para estudiar el efecto de los pastos mejorados durante la estación de monta, y comparar dos estaciones de monta por año versus una y destete a los 3 ó 5 meses de edad. Un resumen de los resultados se presenta en el Cuadro 4. La carga durante los 90 días de la estación de monta fue de 2 vacas/ha en la pradera sembrada vs 5 vacas/ha en la pradera nativa. El promedio de tres años muestra que las vacas sometidas a monta en pasto mejorado tuvieron un porcentaje de natalidad 7% mayor que aquellas en pastos nativos. Esto sugiere que la pastura nativa con carga adecuada es sólo ligeramente

Cuadro 4. Efectos del uso de pasturas durante la estación de monta y destete precoz en el porcentaje de parición de vacas cebú. (Experimento 394).

261

Tratamiento Edad destete (meses)	1978/79		1979/80		1980/81		Promedio		Total (3 años)
	3	5	3	5	3	5	3	5	
	----- % -----								
A Monta de 90 días en pasto mejorado	92	65	80	61	81	76	84	67	75
B Monta de 45 + 45 días en pasto cultivado	88	84	73	58	77	80	79	74	76
C Monta de 45 + 45 días en pasto nativo	76	84	65	76	88	42	76	67	71

inferior a la sembrada durante la estación lluviosa para vacas con destete temprano. Una ventaja de 10% en reproducción se observó cuando los terneros se destetaron a los cinco meses de edad.

Dado que los grupos A y B tuvieron monta en pasto mejorado, es posible comparar el efecto de una versus dos montas anuales y la aparente interacción con destete precoz. Si se usa monta de 90 días durante el comienzo de la estación lluviosa, hay un aumento de 25% (84 versus 67%) en natalidad cuando se desteta a los tres meses vs cinco meses de edad, respectivamente. Si se usa una monta de 45 días al comienzo de las lluvias y otra al final, la ventaja a favor del destete precoz es solamente es 7%. La respuesta a dicho destete en pasto nativo con dos estaciones de monta de 45 días (grupo C) es aproximadamente el doble de la observada en pastos mejorados (grupo B) ya que dicha respuesta fue marcadamente influenciada por el destete precoz observado en el tercer año. Debido al efecto de los años el experimento continuará por lo menos dos años más. No obstante, los resultados obtenidos hasta ahora sugieren que el uso de pastos mejorados, destete precoz y montas estacionales permiten mantener una tasa de natalidad de 75% en forma constante.

Dado que el tamaño adulto del ganado cebú encontrado en el trópico es altamente variable, la relación de los cambios de peso con la condición reproductiva de la vaca no constituye una herramienta confiable para predecir el desempeño reproductivo del hato. Por ello durante el año pasado se comenzó a evaluar como parámetro adicional la condición corporal. Al comienzo de la estación de monta y al parto se determina la condición de cada animal como una estimación subjetiva del grado de gordura en una escala de 1 a 10. El Cuadro 5 muestra los promedios de peso y condición en varios estados reproductivos. Las vacas fueron agrupadas de acuerdo a la edad del becerro, al destete y en la época de parición (estación seca septiembre/octubre, estación lluviosa enero/febrero). A pesar de que se mostró anteriormente un aumento de la fertilidad debido al destete temprano (Cuadro 5), no se observan diferencias reales en condición o peso corporal que puedan ser atribuidas a la edad de destete. Por el contrario, la estación tiene un efecto marcado en ambos parámetros. Las vacas que paren en la estación lluviosa tienen mejor condición y peso al parto que las vacas que paren en la época seca. Las mismas vacas son también más pesadas a la concepción. En los tres períodos mencionados, las vacas que paren en enero-febrero fueron consistentemente más pesadas, con diferencias de 22, 21 y 15 kg a favor en la concepción, parto y destete, respectivamente, indicando que las vacas que paren a mediados de la estación lluviosa son más pesadas y pierden menos peso en la lactancia. La explicación obvia es la disponibilidad de forraje de mejor calidad durante dicha estación, y que coincide con las etapas reproductivas que demandan mayor nutrimento para la vaca, (gestación avanzada y lactancia temprana).

El desempeño de los becerros en este experimento fue controlado a partir de su nacimiento. El Cuadro 6 resume tres años de los pesos al nacimiento y destete en todos los tratamientos. La edad de destete no tiene influencia en el peso al nacimiento. Los pesos al destete fueron afectados por los tratamientos. Como era de esperar, los pesos de los

Cuadro 5. Efecto de la estación de parto en el peso y condición corporal de vacas cebú. (Experimento 394, 1978-80).

Tratamiento Edad de destete (meses)	Condición corporal*				Peso		Peso		Peso	
	Post-parto		Durante estación monta		Concepción		post-parto		al destete	
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
Vacas con parto en sept./oct.	3.8	3.7	4.3	4.8	330	325	332	334	324	327
Vacas con parto en enero/feb.	5.2	5.1	3.3	2.8	357	342	352	356	343	339

* El número alto indica mejor condición.

Cuadro 6. Efecto de tres sistemas de manejo del hato sobre el peso del becerro al nacimiento y destete. (Experimento 394).

Tratamiento Edad de destete (meses)	Peso al nacimiento (kg)					
	A		B		C	
	3	5	3	5	3	5
1978	21.3	22.8	23.0	24.0	21.8	23.6
1979	21.3	22.6	23.7	23.0	22.1	22.8
1980	21.5	22.6	24.0	23.0	22.0	22.4
	Peso al destete (kg)					
1978	83	122	84	112	77	109
1979	83	120	82	115	75	101
1980	86	120	86	118	76	105

terneros destetados a los cinco meses son mayores que los de tres meses (113 vs 81 kg). Los becerros nacidos de vacas que concibieron en pasto mejorado son 10% más pesados a los tres meses. La diferencia entre pesos al destete está relacionada al tiempo que la vaca pasó en pasto mejorado previo al destete. Los becerros del tratamiento control pesaron 105 kg al destete, contra 115 kg y 121 kg de los becerros que pasaron 45 y 90 días, respectivamente, en pasto mejorado con sus madres.

Las dos estaciones de parición en cada año permiten también estudiar el efecto de las mismas en el desarrollo del ternero (Cuadro 7). La estación de nacimiento influye en el peso del becerro al nacimiento y destete. Los becerros del grupo B nacidos en la época lluviosa (enero-febrero) fueron 34% más pesados (7.2 kg) que los nacidos en la estación seca (septiembre-octubre). Esta diferencia de 7 kg fue mantenida durante la lactancia y hasta el destete. En el grupo C, con vacas permanentemente en pasto nativo, la diferencia en peso fue menor al nacimiento aunque los terneros nacidos en la estación húmeda fueron 20% (4.1 kg) más pesados y esta diferencia fue también mantenida hasta el destete.

Los becerros destetados a los tres meses son aún más livianos que los de cinco meses al año de edad. En 1979 la diferencia fue 12 kg entre los dos grupos al año de edad; sin embargo, a los 18 meses esta diferencia había prácticamente desaparecido (Figura 7). En 1980 hubo una gran diferencia en el peso a los 12 meses, resultando de un más lento crecimiento pos-destete en los terneros destetados a los tres meses de edad. Estos resultados señalan la gran importancia de la nutrición, manejo y sanidad en el ternero destetado y a la necesidad de mayor investigación en estos temas para asegurar tasas de crecimiento aceptables.

Cuadro 7. Efecto de la estación en el peso al nacimiento y al destete.
(Experimento 394, 1980/81).

Tratamiento	A		B		C	
	3	5	3	5	3	5
Peso al nacimiento (kg)	21.5	22.6	24.0	23.3	22.0	22.4
Nto. en sept./oct. enero/feb.	21.5	22.6	22.5	19.8	20.9	20.0
			29.9	27.0	24.9	24.2
Peso al destete (kg)	85.6	119.8	86.5	117.7	76.2	105
Destete en dic./enero mayo/junio	85.6	119.8	82.1	115.7	74.7	100.6
			92.0	121.6	80.0	108.1

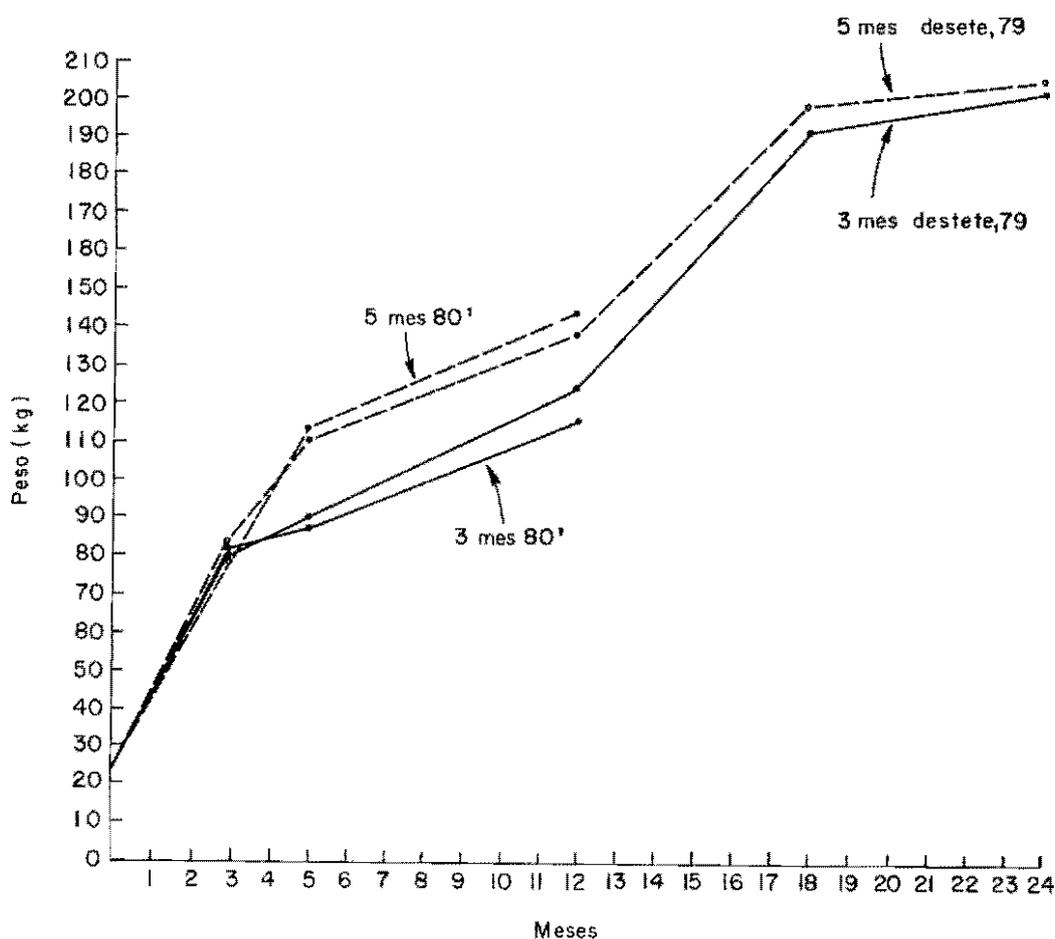


Figura 7. Efecto de la edad de destete en el crecimiento de becerros Gir nacidos en 1979 y 1980. (Experimento 394, 1981).

Comentarios*

En todas las evaluaciones de Categoría IV en suelo virgen han sido hechas las mismas aplicaciones de fertilizantes. Es difícil hacer comparaciones entre experimentos (Cuadro 8 y 9) dado que tienen diferente grado de desarrollo. Es sorprendente observar que la carga no tuvo un efecto marcado en el desempeño animal en el experimento con Andropogon/Stylosanthes ni en la época seca ni en la lluviosa, aunque la disponibilidad de MS (especialmente de Andropogon) fue muy diferente. Actualmente, luego de tres semanas de lluvias, todas las pasturas están creciendo rápidamente y con abundancia de plántulas de ambas especies. El Stylosanthes cv. Seca tiene tres generaciones de plantas: plantas "madre" de dos años, plantas de un año que no alcanzaron a madurar el último año, y plántulas que germinaron de semilla caída en la última estación seca. Sin hacer recuentos, la carga alta parece tener la mayor densidad de plántulas y debería ser la mejor pastura en un mes, ya que no sobró material seco de baja calidad al final de la estación seca.

Cuadro 8. Ganancia anual de peso en diferentes pastos sembrados.

Pasto	Carga (UA/ha)	Ganancia de peso (kg)	
		Animal	Ha
<u>B. ruziziensis</u> +	1.0	141	254
N ₂	1.4	104	350
<u>B. ruziziensis</u> +	1.0	95	204
<u>Calopogonium mucunoides</u>	1.4	81	258
<u>Andropogon gayanus</u> +	0.7	69	97
<u>Stylosanthes scabra</u>	1.4	70	196
(Seca)	2.1	65	273

* No hacen parte del Informe Anual.

Cuadro 9. Desempeño animal en pastos sembrados durante la estación seca en 1981 (mayo 27 a octubre 4).

Pasto	Carga (UA/ha)		Ganancia de peso (kg)	Años en pastoreo
	Estación lluviosa anterior	Estación seca		
<u>B. ruziziensis</u> +	1.1	.77	- 2	3
<u>N₂</u>	1.8	.77	3	3
<u>B. ruziziensis</u> +	1.1	.77	-17	3
<u>C. mucunoides</u>	1.8	.77	-11	3
<u>Andropogon gayanus</u> +	0.8	.47	-16.1	1
<u>Stylosanthes scabra</u>	1.4	.91	-23.8	1
(Seca)	2.0	1.30	-19.6	1
<u>Andropogon gayanus</u> +				
<u>Zornia latifolia</u>	1.5	0.7	9.6	0.6

Fertilizante aplicado:

Cal: 2.0 t; Supersimple: 35.20 kg P/ha; KCl: 49.80 kg K/ha; Sulfato de zinc: 20 kg/ha; Molibdato de amonio: 0.5 kg/ha.

Salud Animal

El objetivo de la sección es estudiar y desarrollar esquemas preventivos adaptados a los sistemas de pastos y de manejo desarrollados por el Programa. La estrategia para alcanzar este objetivo se explicó en detalle antes (CIAT, Informe Anual 1979, Programa de Pastos Tropicales).

Inventario de Enfermedades Animales

La lista de enfermedades descrita en el informe anual del año pasado con clasificación por prioridades para el programa de Pastos Tropicales ha sido confirmada por hallazgos en Brasil y Venezuela.

ETES Brasil. Encuestas en hatos en la vecindad de Brasilia revelaron que las fincas con vacas de leche en sistemas de producción intensivos tienen un mayor número de medidas de control para garrapatas, hemoparásitos y parásitos gástrico-intestinales que los hatos de ganado de carne. Algunas de estas fincas han instalado sistemas preventivos con baños contra garrapatas cada 15 días. En contraste, los hatos de ganado de carne no utilizan sistemas de control contra garrapatas. Parece que la mayoría del ganado de carne tipo cebú es un poco más resistente a las garrapatas y, de otra parte, la densidad animal es más baja en ganado de carne que en los hatos lecheros, 0.5 UA/ha vs. 1 UA/ha, respectivamente.

La falta de vacunación contra la brucelosis es probablemente una de las razones para la alta prevalencia de la infección por Brucela abortus en ganado de carne en condiciones extensivas en el norte de Mato Grosso. En relación con nemátodos, la mayoría de las fincas desparasita una vez al año. Sin embargo, tratan más a menudo adultos que animales jóvenes. Esta práctica no está de acuerdo con la mayoría de las recomendaciones, ya que estudios a nivel de campo han revelado que los animales más jóvenes son más susceptibles a los gusanos redondos que los adultos y que es más importante remover los parásitos de los animales en crecimiento. En relación con fotosensibilización, tres de siete fincas informaron sobre casos en animales entre 10 y 12 meses de edad.

ETES Venezuela. Algunas de las fincas del Proyecto ETES en Venezuela dieron cuenta de problemas similares. Algunas incluyeron las garrapatas como un problema que está aumentando en los últimos años. Los granjeros creen que tienen los mayores problemas hacia el comienzo de la época seca. También creen que la mosca Dermatobia hominis "nuche" está aumentando rápidamente. Una de las posibles razones para ello es el aumento del bosque que está invadiendo la sabana, y que provee el ambiente adecuado para la persistencia de la mosca y de los vectores. El bosque se está expandiendo como consecuencia de la falta de quema de la sabana que está prohibida en Venezuela.

También es de interés que algunos granjeros que tienen crédito para operaciones de leche experimentan problemas de mortalidad de terneros,

probablemente debida a parásitos internos y hemoprotozoarios; también se están viendo forzados a controlar garrapatas cada 21 días para prevenir pérdidas y mantener la producción de leche. Algunos granjeros de bajo nivel técnico no tratan los animales contra parásitos internos a menos que los estén perdiendo por alta infestación y anemia.

En algunas fincas de Venezuela hay informes de otras dos condiciones, una es "sequita" que es probablemente similar a la "secadera" de los Llanos de Colombia y a la "peste de seca" del Cerrado del Brasil. Se cree que la "sequita" ocurre en animales de cualquier edad incluyendo animales jóvenes; los tratamientos con antibióticos y estimulantes no tienen mucho éxito. También hay casos de botulismo que puede deberse a una deficiencia mineral que induce a los animales a consumir osamentas, ingiriendo así la toxina del Clostridium botulinum. Los granjeros están comenzando a vacunar contra botulismo.

Proyecto ETES

Este proyecto se lleva a cabo con la cooperación de las secciones de Sistemas de Producción, Economía y Salud Animal. Su descripción completa aparece en Sistemas de Producción. La información de Salud Animal se obtuvo de encuestas de fincas y del examen de muestras de animales en cada finca. El análisis de los datos de fincas de Colombia y Brasil se presentó en el Informe Anual de 1980, y para las fincas del Proyecto ETES Venezuela se están completando los datos de campo que se analizarán próximamente.

Vigilancia Epidemiológica en Carimagua

La mortalidad total de Carimagua ha descendido en los últimos cuatro años. Al presente es de 2% que es un nivel bastante razonable (Cuadro 1). Como se dijo el año pasado, esto es un reflejo de la mejor nutrición de todos los hatos y de un manejo más efectivo de los animales. La mortalidad de terneros se estabilizó este año y fue del 6.2% de 550 nacimientos registrados (Cuadro 2). Los principales factores que contribuyen a la mortalidad de terneros en Carimagua son secuelas de infección umbilical que inducen a la poliartrosis y a los abscesos. Esto se debe a dificultades en manejo que impiden que los terneros sean tratados pronto después del nacimiento.

Relación nutrición-enfermedad. La monitoría de varios hatos en Carimagua mostró la utilidad de dos pruebas para estudiar las relaciones nutrición-enfermedad. En el Cuadro 3 se muestra una comparación de parámetros sanguíneos de un grupo de animales con malnutrición clínica, otro grupo aparentemente normal, más un grupo con lesiones externas de fotosensibilización. Los animales con malnutrición clínica tienen niveles de proteína sérica significativamente más bajos que los novillos en la asociación gramínea-leguminosa ($P < 0.10$). En los animales con fotosensibilidad la proteína sanguínea está a niveles normales y la enzima G.G.T. es significativamente más alta que en los otros dos grupos ($P < 0.10$) indicando una lesión hepática de algún efecto tóxico. Los animales sin lesiones aparentes (en asociaciones gramínea-leguminosa) tienen ambos proteína total y enzima G.G.T. a niveles normales.

Cuadro 1. Vigilancia de mortalidad bovina en Carimagua.

Causa	1980 ¹	1981 ¹
Enterramiento	17	8
Desnutrición	19	20
Fracturas	8	10
Fotosensibilidad hepatotóxica	1	7
Mordedura de serpiente	2	1
Miscelanea	14	17
Sin diagnosticar	25	18
Total	87	81
Población bovina	<u>3500</u>	<u>4000</u>
Porcentaje de mortalidad (%)	<u>2.5</u>	<u>2.0</u>

¹ Hasta septiembre 31.

Cuadro 2. Vigilancia de mortalidad de terneros en Carimagua.

	1980		1981	
	No. nacimientos	Mortalidad (%)	No. nacimientos	Mortalidad (%)
Hatos de sistemas de manejo	190	6.3	263	6.1
Hatos para pruebas	202	4.4	182	4.9
Otros	261	7.6	105	5.7
Total	653	6.3	550	6.2

Bioecología del Boophilus microplus. La garrapata, Boophilus microplus, es el parásito externo más importante en el área de actuación del programa de Pastos Tropicales. Es una de las prioridades para análisis de fondo y es uno de los factores que se ha estado modificando por cambios en el manejo animal debido a la introducción de pastos. Se diseñó un proyecto para estudiar la dinámica de población de las garrapatas en las condiciones de los Llanos colombianos. Su principal objetivo es estudiar el efecto de los factores ecológicos en los niveles de infestación de los animales con garrapatas adultas. Especialmente se busca ver las variaciones estacionales en los niveles de garrapatas en los pastos y en los animales en esta área.

Cuadro 3. Comparación de casos de desnutrición clínica y fotosensibilización en Carimagua.

Hato	No. animales	Proteína sérica total ¹		Enzima G.G.T.	
		Rango	Promedio	Rango	Promedio
Novillos en sabana nativa con desnutrición clínica	5	4.2- 8.0	5.9 ^{a2}	5.4- 17.4	10.0 ^a
Novillos en asociaciones gramíneas/leguminosas	12	6.8- 8.0	7.5 ^b	6.4- 19.3	11.1 ^a
Novillos en <u>B. decumbens</u> con signos externos de fotosensibilización	16	4.0-10.0	7.6 ^b	10.3-122.0	59.0 ^b

¹ DMS proteína sérica 1.39, DMS G.G.T. 24.78.

² Letras diferentes muestran diferencia significativa a nivel 0.1.

Se está haciendo una evaluación de las condiciones ecológicas que proveen el Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens, Melinis minutiflora y sabana nativa en siembras puras para mantener poblaciones de garrapatas en dos estaciones lluviosas y secas. Los animales están en pastoreo continuo y carga animal óptima como se describió en el Informe Anual de 1980. Cada potrero se infestó parejamente con 500 garrapatas por animal, los cuales no recibieron acaricidas en ningún momento. Se evalúan la altura y cobertura del pasto en cada potrero para definir las condiciones en las cuales se concentran las poblaciones de larvas y adultos. La evaluación de larvas se están haciendo en las pasturas cada dos semanas y la de población de garrapatas adultas en los animales cada semana. Las poblaciones de larvas están en un proceso de estabilización. Después de los primeros 13 muestreos, el pasto Melinis minutiflora tuvo los conteos más bajos, seguido de sabana nativa, Brachiaria decumbens y Andropogon gayanus; sin embargo los recuentos en Brachiaria decumbens han aumentado hacia el final de la época lluviosa.

Los niveles de parásitos adultos en los animales son tal vez un mejor reflejo de la influencia del ambiente en la población de garrapatas. Las novillas en los potreros de Brachiaria decumbens y Andropogon gayanus tienen los niveles más altos de infestación en los primeros seis meses durante la época lluviosa (Figura 1). En Brachiaria decumbens los niveles de infestación han aumentado gradualmente desde niveles bajos de 20 garrapatas adultas/animal/día a niveles por encima de 100 garrapatas por animal que se consideran altos. Para los animales en A. gayanus los niveles son de intensidad media, entre 20 y 30 garrapatas adultas en promedio. Para los animales en M. minutiflora y en sabana nativa los niveles de garrapatas adultas son similares y bajos

(5-10 garrapatas en promedio). En la primera estación lluviosa B. decumbens y A. gayanus constituyeron un mejor ambiente para la persistencia de las larvas que terminan como adultos en los animales. La cobertura del pasto puede ser uno de los factores que ayuda a explicar las diferencias en los niveles de garrapatas. En el muestreo de agosto (Cuadro 4) A. gayanus tenía aproximadamente la mitad del cubrimiento de B. decumbens, y el promedio de garrapatas en los animales era mucho más bajo en el A. gayanus (20-30 garrapatas por animal) comparado con el grupo en Brachiaria que tenía 100 a 120 garrapatas/animal (Figura 1).

Los recuentos de garrapatas adultas en los animales son bastante paralelas a las observaciones en pastos en materas. Las larvas de Boophilus microplus se ven fácilmente en las hojas de B. decumbens y A. gayanus y aun en las hojas de pasto nativo. Sin embargo, las larvas no suben fácilmente a las hojas de M. minutiflora a excepción de hojas secas y muertas. Esta es probablemente una razón por la cual los animales en pastoreo en Melinis tienen recuentos más bajos de garrapatas. Esto confirma observaciones previas en el sentido de que el pasto Melinis tiene algún efecto repelente sobre las garrapatas.

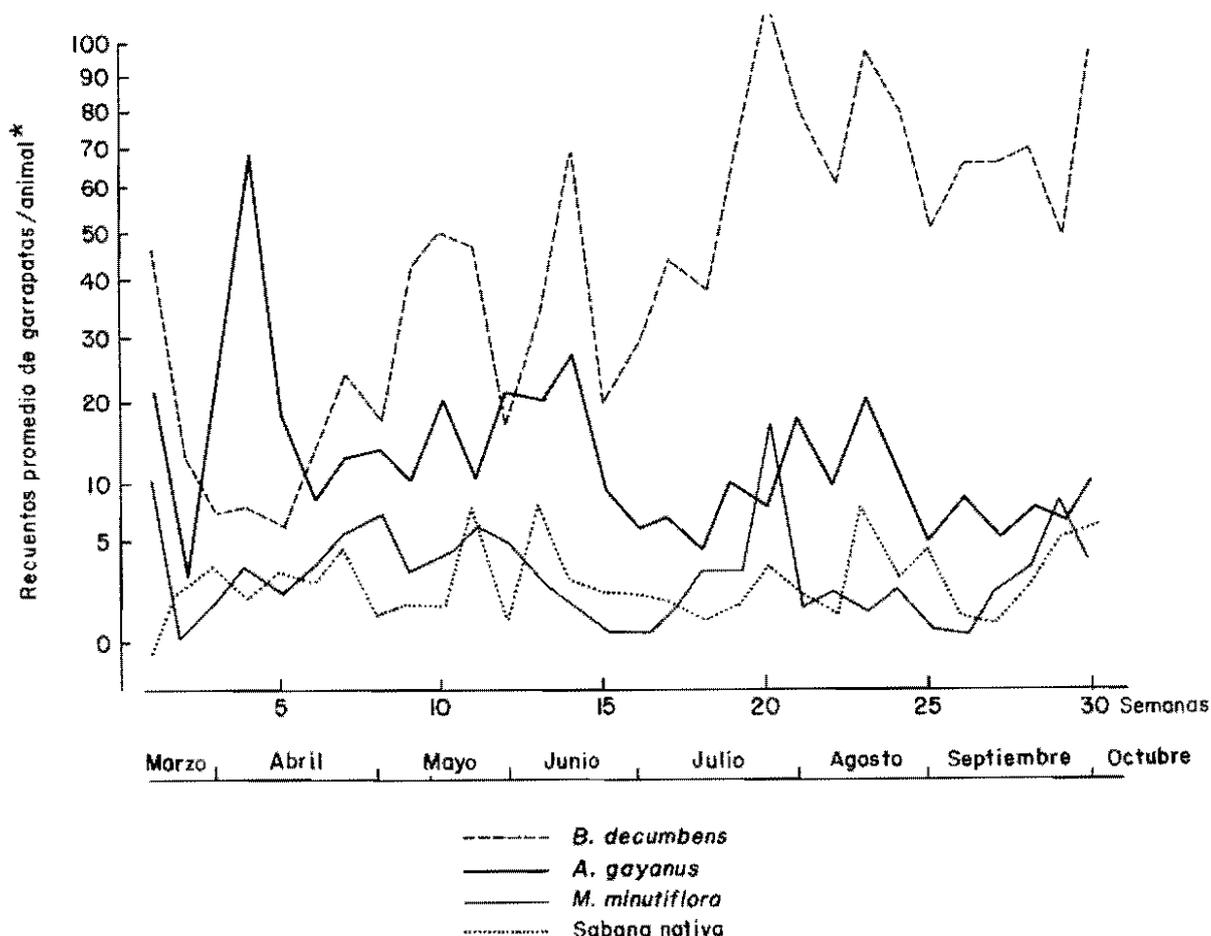
Los niveles de hemoparásitos en las novillas también se están midiendo. Se está poniendo de presente según la Figura 2 que los animales que pastorearon B. decumbens y A. gayanus tienen un aumento de la reacción contra hemoparásitos comparados con los animales en pastoreo en M. minutiflora y sabana nativa. Esta reacción coincide con los recuentos de parásitos adultos, excepto en las novillas en A. gayanus. A pesar de que estos son resultados preliminares en una sola estación lluviosa, hay una tendencia en Melinis y en el pasto nativo a tener menores recuentos de garrapatas en el pasto, menores recuentos de adultos en los animales y menos reacción de éstos contra hemoparásitos.

Se ha logrado una población aparentemente estable de garrapatas en los pastos, y las variaciones observadas en los recuentos de larvas y adultos comienzan a reflejar diferencias en el medio ambiente que proveen los pastos para la multiplicación y persistencia de la garrapata. La información obtenida de la próxima estación seca y lluviosa va a ser muy útil para un mejor conocimiento de la ecología de las garrapatas que se pueda utilizar en el diseño de medidas de control.

Fotosensibilización en bovinos pastoreando B. decumbens. La fotosensibilización en animales jóvenes en pastoreo de Brachiaria decumbens es un factor limitativo para el uso de este pasto en el área de actuación del Programa. El trabajo continuó para la determinación de los principales factores epidemiológicos involucrados en la presentación del síndrome y posibles medidas de control. Este síndrome tiene una similitud al de la fotosensibilización observada en Nueva Zelandia descrita en bovinos y ovinos. No existe evidencia de una estacionalidad de la condición; sin embargo, sumando los casos clínicos de los últimos cuatro años hay una tendencia de los casos clínicos a aparecer hacia la mitad y el final de la época lluviosa (Figura 3). La edad es un factor determinante; la mayoría de los casos ocurre en bovinos entre los 9 y 24 meses de edad.

Cuadro 4. Cubrimiento de pastos en los potreros de evaluación de dinámica de población de garrapatas.

Pastura	Diciembre 80		Febrero 81		Abril 81		Agosto 81	
	Cobertura (%)	Altura (cm)						
<u>Andropogon gayanus</u>	47	60	34	68	35	44	33	51
<u>Brachiaria decumbens</u>	40	30	33	27	36	26	58	30
<u>Melinis minutiflora</u>	66	27	51	32	50	31	64	24
Sabana nativa	43	24	55	29	54	44	65	51



* Recuentos transformados por la expresión estadística $\sqrt{X+1/2}$, donde X es el número de garrapatos/cabeza.

Figura 1. Recuentos de garrapatas Boophilus microplus en novillos en cuatro praderas en Carimagua.

Los casos en 1981 tuvieron dos manifestaciones clínicas comunes (Cuadro 5). Una es la forma edematosa en la cual los animales desarrollan edemas en la parte baja del cuello y orejas. Esta forma es más aguda y usualmente termina en la muerte de los animales afectados (7/7 animales en 1981). Se observa que el hígado está involucrado obviamente por las lesiones macro y microscópicas, y los altos niveles enzimáticos G.G.T. y S.G.O.T. En la forma de necrosis cutánea, los animales desarrollan necrosis severa en área extensas de la piel, pero más frecuentemente en la región perineal, el abdomen y la parte baja del cuello. Los animales con esta forma generalmente se recobran y los niveles de G.G.T. y S.G.O.T. también son elevados como un reflejo de la lesión hepática. También desarrollan ictericia generalizada y aumento en el tamaño del hígado. Las lesiones patológicas y clínicas son manifestaciones del daño hepático.

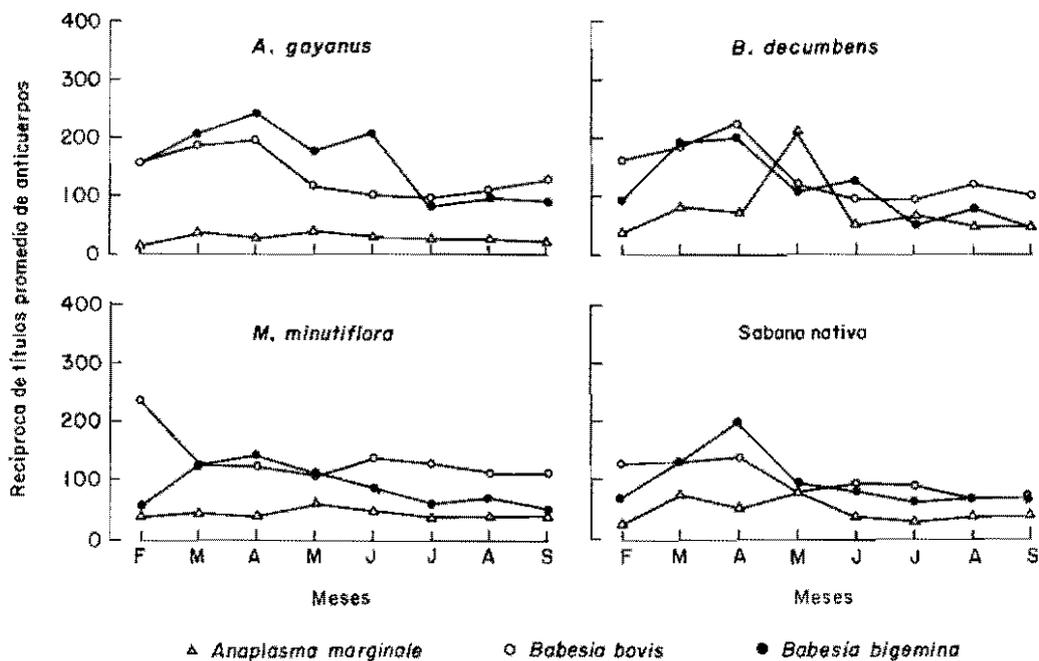


Figura 2. Bioecología de la garrapata Boophilus microplus en Carimagua. Reacción serológica para hemoparásitos en novillas pastoreando cuatro praderas.

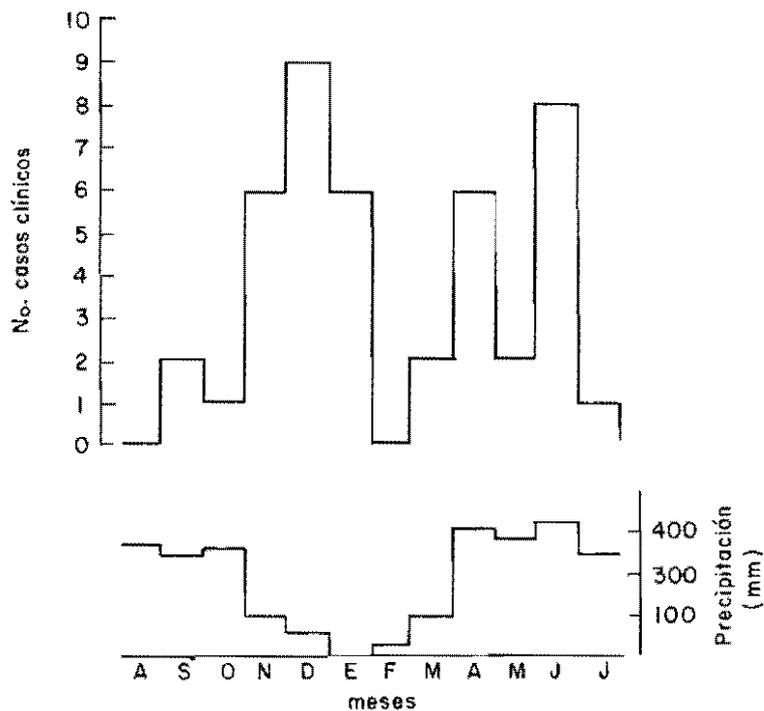


Figura 3. Fotosensibilidad hepatotóxica en animales pastoreando B. decumbens. Incidencia acumulada en cuatro años, por mes de presentación, en relación con regimen de lluvias.

Cuadro 5. Caracterización de casos clínicos de fotosensibilización en Carimagua en 1981.

Manifestación clínica	No. animales	No. muertos	Enzima G.G.T.	Enzima S.G.O.T. Rangos		Proteína total
Edematosa	7	7	10.3- 82.3	178-330		7.0-10.0
Necrosis cutánea	9	0	12.9-122.0	42-380		4.0-10.0
Total promedios	16	7	(59.0)	(183)		(7.6)

Se hizo un seguimiento a 41 novillos en pastoreo de B. decumbens por peso y pruebas de función hepática desde el final de la época seca hasta mediados de la época lluviosa. Este seguimiento se hizo en cooperación con la sección de Productividad y Manejo de Pasturas. Las pérdidas de peso en los animales afectados se evaluaron asumiendo ganancias de 100 gramos por cabeza/día para la época seca (diciembre-marzo), 300 gramos para marzo a mayo y 500 gramos para mayo a julio, como mínimo para animales en pastoreo de B. decumbens. La comparación de los animales con daño hepático y cambios de peso revelaron una relación significativa en el muestreo de marzo ($P = 0.10$). Para el segundo muestreo en mayo la relación fué altamente significativa ($P < 0.01$) y para el muestreo de julio no existió relación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de cambios de peso y daño hepático en novillos pastoreando potreros de B. decumbens donde se presentaron casos clínicos de fotosensibilización.

Fecha muestreo	No. animales	Peso afectado		Daño hepático medido por niveles de enzima G.G.T.	
		No. animales	Rango	No. animales	Rango
I (Marzo 10)	41	34	-41.2, +12 ^(a)	20	3.2, +145 ^(b)
II (Mayo 9)	40	8	-1, +53 ^(c)	13	3.8, 60 ^(d)
III (Julio 1)	28	28	-9, +19 ^(e)	2	4.8, 32.3 ^(f)

Correlación significativa entre: (a) y (b) $P < 0.01$, (c) y (d) $P < 0.05$, (d) y (e) $P < 0.05$.

Parece que en los estados iniciales del daño hepático, las alteraciones correspondientes de peso no son muy significativas. Sin embargo, a medida que el daño hepático se hace más pronunciado, el peso se altera más. Esta segunda etapa coincide con la aparición de animales con lesiones externas de fotosensibilidad. Hacia el final del período de observación la mayoría de los animales se habían recobrado del daño hepático; sin embargo, los animales convalescientes no estaban ganando peso como se esperaba. Es evidente que cuando se induce un daño hepático en animales en pastoreo de B. decumbens, una proporción significativa pierde peso antes del desarrollo de lesiones externas de fotosensibilidad.

Se hizo una evaluación de la relación de los niveles de enzimas G.G.T. y de lesiones hepáticas en animales con la enfermedad clínica. Los niveles promedios altos se observan al comienzo de la enfermedad clínica (Figura 4). Luego bajan y llegan a niveles normales 30 días después de la primera aparición de signos clínicos.

Una hipótesis para la etiología de la fotosensibilización es que el hongo Pithomyces chartarum está involucrado en su aparición. Sin embargo, es esencial encontrar un sistema para reproducir los signos clínicos y estudiar mejor el síndrome. Se aisló una cepa de P. chartarum de un potrero de Carimagua, el hongo se cultivó en el laboratorio, se multiplicó extensivamente y se retornó al mismo potrero en una concentración alta. Se distribuyó una suspensión de esporas de 2.7×10^{11} en un potrero de B. decumbens de 5 ha. Quince novillas de 18 meses se hicieron pastorear en el pasto inoculado. Un mes después de la introducción de las esporas en el pasto, un animal mostró lesiones clínicas de fotosensibilización y se encontraron cuatro más con afección sub-clínica (daño hepático).

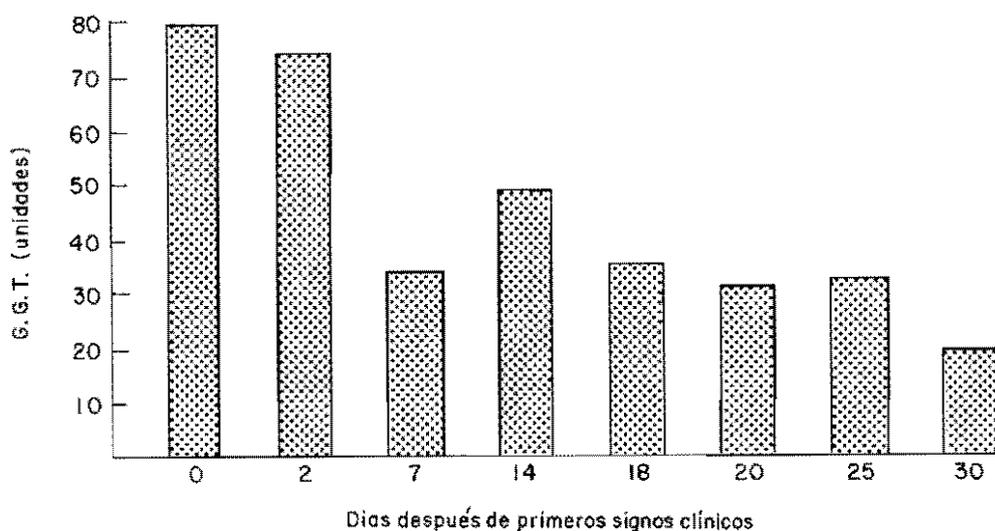


Figura 4. Nivel en promedio de enzima G.G.T. en 16 novillos con síntomas clínicos de fotosensibilización que pastoreaban B. decumbens.

Los niveles del hongo en el pasto parecen bajos (CIAT Informe Anual 1980). Varios aislamientos de hongos de B. decumbens de los Llanos Orientales y de Santander de Quilichao se enviaron al laboratorio de Salud Animal de Ruakura en Nueva Zelanda y al laboratorio del National Research Council de Canadá para detección de toxinas de Pithomyces (esporidesmina). De 15 cultivos chequeados hasta el momento, 3 han mostrado capacidad de producir toxinas. Sin embargo la concentración de toxinas es más baja que la obtenida de cultivos aislados en Nueva Zelanda. Parece pues que existen otros factores además del hongo involucrados en la etiología del síndrome. El siguiente paso es evaluar el papel del zinc en conjunto con el hongo en la etiología o como un mecanismo de control.

Hato para pruebas. La sección está a cargo de estos hatos de ICA-CIAT. Los objetivos de producción se describieron en el Informe Anual CIAT 1978. El énfasis principal es producir animales experimentales de alta calidad y uniformidad. En 1981 había 300 vacas de cría, divididas en siete hatos con un toro para cada 25 vacas en un sistema de monta estacional de mayo a septiembre. El porcentaje de nacimientos para este año hasta septiembre fue de 61.7%, muy similar a los dos años anteriores. La mortalidad hasta el destete fue de 5% este año, mucho menor que en 1979 y 1980. Los terneros se destetaron a los nueve meses de edad. El hato proveyó durante el año 318 animales para proyectos de investigación en Carimagua.

Economía

Durante 1981 la sección de Economía concentró sus esfuerzos en:

- Economía del uso de fuentes alternativas de fertilizantes para praderas mejoradas en los Llanos Orientales de Colombia.
- Ventajas comparativas de formas alternativas y usos de praderas mejoradas en los Llanos Orientales.
- Continuación del análisis económico de fincas ganaderas, particularmente en Brasil y Colombia (Proyecto ETES).
- Iniciación de un estudio de monitoría en seis fincas de doble propósito (carne y leche) en las Provincias Centrales de Panamá.

Economía del Uso de Fuentes Alternativas de Fertilizantes para Praderas Mejoradas en los Llanos Orientales de Colombia

La fertilización es el factor de mayor costo en la tecnología CIAT para praderas, representando el 42% (Col\$2580) de los costos de establecimiento por hectárea y 75% (Col\$1260) de los costos anuales de mantenimiento. Numerosas fuentes alternativas de nutrimentos minerales están disponibles actualmente en el mercado colombiano (Cuadro 1), y fuentes adicionales podrían obtenerse a partir de materias primas disponibles localmente.

Se desarrolló un modelo de programación lineal para minimizar los costos por hectárea de la fertilización a nivel de los requisitos de nutrimentos determinados por la sección de Suelos-Nutrición de Plantas (Cuadro 2). Se asumió que todas las fuentes de nutrimentos utilizadas (Cuadro 1) tenían la misma eficiencia agronómica. Las actividades consideradas en el modelo incluyen la compra de diferentes fuentes de nutrimentos en Bogotá y su transporte a Carimagua, Llanos Orientales. Los costos de almacenaje en finca y distribución no fueron considerados debido a la poca diferencia posible entre las alternativas.

En este análisis se utilizaron los requerimientos de fertilizante en promedio para establecimiento por hectárea (22 kg P, 33.20 kg K, 100 kg Ca, 20 kg Mg y 20 kg S). Los principales resultados indican que:

1. Una combinación de escorias Thomas y roca fosfórica proporciona el suministro más económico de fósforo (Cuadro 3).
2. A precios actuales, el subcarbonato de magnesio es la fuente más eficiente de magnesio, seguida muy de cerca por Sulpomag y las dos formas de óxido de magnesio.
3. Los crecientes costos de transporte no tienen un impacto sustancial en la combinación de las fuentes de fertilizante.

Cuadro 1. Contenido de nutrimentos de los fertilizantes y precio¹ CIF Bogotá² (Julio, 1981).

Fertilizante	Contenido de nutrimentos					Precio/ton ³	
	P	K	Ca	Mg	S	Col\$	US\$ ⁴
	----- % -----						
Escorias Thomas	6.60	0	37	1	0	2,400	44.02
Superfosfato simple	8.80	0	20	0	12	22,000	403.52
Superfosfato triple	19.80	0	14	0	0	23,230	426.08
Cloruro de potasio	0	49.80	0	0	0	16,560	303.74
Sulfato de potasio	0	41.50	0	0	18	22,000	403.52
Flor de azufre	0	0	0	0	85	18,000	330.15
Sulfato de calcio	0	0	29	0	20	3,600	66.03
Cal calcítica	0	0	30	0	0	2,500	45.85
Cal dolomítica	0	0	37	8	0	3,600	66.03
Roca fosfórica Huila	9.68	0	40	0.5	0	4,600	84.37
Roca fosfórica Pesca ⁴	8.80	0	21	0	0	3,000	55.02
Sulfato de magnesio ⁴	0	0	0	10	13	28,800	528.24
Carbonato de magnesio ⁴	0	0	0	24	0	11,550	211.84
Oxido de magnesio 70 ⁴	0	0	0	42	0	22,000	403.52
Oxido de magnesio 60 ⁴	0	0	0	36	0	18,800	344.82
Subcarbonato de magnesio ⁴	0	0	0	16	0	6,100	111.88
Sulpomag	0	18.26	0	11	22	16,000	293.47

¹ Empacado.

² Transporte Bogotá-Carimagua: Col\$2500/ton.

³ Tasa de cambio a julio 15, US\$1 = Col\$54.52.

⁴ Cotización de Magnesios Bolivalle Ltda., Julio 1981 más flete Medellín-Bogotá: Col\$1600/ton.

Cuadro 2. Niveles de fertilización recomendados para establecimiento y mantenimiento de especies promisorias (kg/ha).

Especie	Establecimiento (kg/ha)					Mantenimiento (kg/ha/año)				
	P	K	Mg	S	Ca	P	K	Mg	S	Ca
<u>Andropogon gayanus</u>	22	33.20	20	15	100	6.60	33.20	5	7.5	50
<u>Stylosanthes capitata</u>	22	33.20	20	20	100	6.60	33.20	5	10	50
<u>Pueraria phaseoloides</u>	22	33.20	20	20	100	8.80	33.20	10	10	50

Fuente: Spain, J. "Actualización de Recomendaciones Generales, Establecimiento y Mantenimiento de Pastos", documento interno, CIAT, agosto 1980.

Salinas, J.G. Comunicación personal, julio 27, 1981.

Cuadro 3. Combinación óptima de fertilizantes para establecimiento de praderas en Carimagua (solución base).

Nutrimento	Nivel requerido (kg/ha)	Precio sombra ¹ de la restricción (Col\$/kg)
Fósforo	50	26.3
Potasio	40	31.8
Calcio	100	1.1
Magnesio	20	53.8
Azufre	20	24.1

Fertilizante:	Nivel requerido	Costo marginal de introducir fertilizantes no incluidos en la combinación óptima
Escorias Thomas	223.5	-
Superfosfato simple	0	16.10
Superfosfato triple	0	13.70
Carbonato de magnesio	0	1.20
Cloruro de potasio	66.7	-
Sulfato de potasio	0	4.20
Sulfato de magnesio	0	22.80
Flor de azufre	23.5	-
Sulfato de calcio	0	0.95
Cal calcítica	0	4.66
Cal dolomítica	0	1.39
Roca fosfórica Huila	0	0.59
Roca fosfórica Pesca	82.4	-
Oxido de magnesio 70	0	1.90
Oxido de magnesio 60	0	2.00
Subcarbonato de magnesio	111.0	-
Sulpomag	0	0.28
Costo (Col\$/ha)	\$4.259	
Peso total (kg/ha)	507.1	

¹ Cantidad en la cual el costo por hectárea bajaría si se necesitara un kilogramo menos de nutrimento.

A niveles 100% por encima de los actuales, el uso de escorias Thomas se reduce a un tercio de su nivel original, y el uso de la roca fosfórica se aumenta de acuerdo. El subcarbonato de magnesio es además sustituido por una fuente más concentrada, como el óxido de magnesio.

4. Dada la acidez de los suelos del área, el uso de fuentes de fósforo soluble más caras tales como superfosfato triple no es económico. Si la solubilidad a corto plazo de las rocas fosfóricas fuera considerada demasiado baja para un cultivo o pradera dada, el uso de escorias Thomas se aumentaría.
5. Se espera que las escorias Thomas escasearán en Colombia en los años venideros, y serán sustituidos por rocas fosfóricas ocasionando un leve incremento en el costo. Estas sustituirán completamente a las escorias Thomas si el precio de éstas últimas aumenta 31% o más.
6. La acidulación parcial incrementa la solubilidad en agua y citrato de la roca fosfórica. En suelos muy ácidos la acidulación parcial de la roca no se justifica económicamente para el establecimiento de praderas. Si se requiere cierto nivel de solubilidad de fósforo a corto plazo, éste podría lograrse más económicamente incrementando el uso de escorias Thomas. La acidulación parcial de la roca es de mayor atractivo para cultivos que requieren altos niveles de solubilidad, particularmente en suelos menos ácidos y si el precio de las escorias Thomas sube sustancialmente.
7. Fue evaluado el valor potencial del polvo de cemento (actualmente subproducto no utilizado de la industria de cemento) como fuente de potasio y calcio. Los datos disponibles indican un contenido de 6.4% de óxido de potasio y 31% de calcio. Bajo estas condiciones el polvo de cemento sería competitivo únicamente si las escorias Thomas no estuvieran disponibles en el mercado y si el precio puesto en Bogotá fuera inferior a Col\$0.90 por kg. El aporte de calcio y potasio del polvo de cemento desplaza el cloruro de potasio y escorias Thomas de la solución base; éste último es reemplazado por su contenido de calcio. El fósforo requerido es en este caso proporcionado por la roca fosfórica. Debido a la baja concentración de potasio en el polvo de cemento su competitividad es muy sensible a cambios en el costo de transporte. La literatura da cuenta de la existencia del polvo de cemento con alta concentración de óxido de potasio (24%). Este polvo de cemento es competitivo a un precio de \$5.32 por kg. Si las escorias Thomas no estuvieran disponibles en el mercado, esta clase de polvo de cemento entraría en la mezcla óptima de fertilizantes si su precio fuera inferior a Col\$5.84 por kg puesto en Bogotá.
8. El alto precio sombra de las restricciones de magnesio y potasio (Cuadro 3) indica que el costo de la fertilización por hectárea es muy sensible al nivel de requerimiento de estos nutrimentos. Por lo tanto, un mejor conocimiento de la respuesta al magnesio y al potasio sería muy valioso para fijar los niveles de uso más económicos.

Estas conclusiones sugieren la necesidad de evaluar funciones de respuesta de los fertilizantes. Los estudios convencionales de funciones de producción son muy costosos y difíciles de llevar a cabo para praderas permanentes. Sin embargo, podrían evaluarse varios niveles de fertilización particularmente con cantidades bajas de nutrimentos costosos considerados relevantes por los investigadores del programa.

Siendo tan importantes los fertilizantes en el paquete tecnológico del mejoramiento de praderas, es necesaria una investigación adicional sobre la situación de los mercados latinoamericanos de fertilizantes. Datos de la FAO (Cuadro 4) muestran un déficit regional sustancial, particularmente para potasio.

El número limitado de proveedores nacionales en la mayoría de los países latinoamericanos indica que la investigación sobre estructura de mercados y política de precios puede ser útil puesto que los actuales precios del mercado probablemente difieren de los precios eficientes en términos de la economía nacional. Una investigación en esta área se está planeando en colaboración con el International Fertilizer Development Center (IFDC).

Cuadro 4. Producción y consumo de fertilizantes en Brasil, Colombia y México. 1979/80¹ (miles de toneladas métricas: N-P-K).

País	N		P		K	
	Producción	Consumo	Producción	Consumo	Producción	Consumo
Brasil	288	783	574.66	737.44	0	900.55
Colombia	57	151	20.24	32.12	0	58.10
México	642	826	99.88	112.20	0	50.63

¹ Datos preliminares, período julio 1-junio 30.

Fuente: FAO: Current Fertilizer Situation and Outlook, Roma, junio 1981.

Ventajas Comparativas de Formas y Usos Alternativos de Praderas Mejoradas en los Llanos Orientales

Como el Programa está promoviendo materiales a las Categorías IV y V de la estrategia de selección de germoplasma, algunos llegan a ser candidatos para eventual lanzamiento por parte de las instituciones nacionales (ICA en Colombia). Este lanzamiento debe ser acompañado por información sobre méritos de cada material para los adoptadores potenciales. Entre otros, se requiere información sobre el uso apropiado de cada material individual en los sistemas de producción. En este contexto la economía juega un papel importante.

Usando la técnica de programación lineal se hizo un primer intento de comparar alternativas de praderas mejoradas, de distintos grados de intensidad, así como los usos alternativos de forraje bajo las condiciones de los Llanos Orientales de Colombia.

El Cuadro 5 presenta los costos de establecimiento de praderas y el Cuadro 6 los parámetros técnicos que se asumen. Los datos están basados en los experimentos del CIAT, en información obtenida a través del Proyecto ETES y en estimaciones de informantes calificados. Por lo tanto los resultados deben ser considerados como preliminares y sujetos a cambios sustanciales a medida que se obtiene información adicional generada por el Programa lo cual permitirá una desagregación mayor del modelo.

Cuadro 5. Costos de establecimiento de pastos¹ (una hectárea).

Item	Tipo de pasto mejorado					
	Gramínea		Leguminosa		Asociación gramínea-leguminosa	
	Unidades	Col\$	Unidades	Col\$	Unidades	Col\$
Semilla: (kg)						
<u>Brachiaria decumbens</u>	1.2	1560				
<u>Andropogon gayanus</u>					2.5	1000
<u>Stylosanthes capitata</u>			5	3250	2.5	1625
Fertilizantes: (kg)						
Escorias Thomas	300	1080	330	1188	330	1188
Sulpomag	100	1500	100	1500	100	1500
Preparación tierra: (frecuencia)						
Rastrillada	2	1700	2	1700	2	1700
Siembra	1	300	1	300	1	300
Total costo (Col\$)	-	6140	-	7938	-	7313

¹ Costos de mantenimiento: para todo tipo de pastos mejorados se asume una fertilización anual de 100 kg de escorias Thomas y 60 kg de Sulpomag a un costo de Col\$1600/ha/año (incluyendo costos de aplicación).

Cuadro 6. Coeficientes técnicos asumidos para cada sistema de producción.

Coeficientes	Tipo de forraje				
	Pasto nativo	Pasto nativo + suplementación mineral	Gramínea mejorada	Pasto nativo + banco de proteína	Asociación gramínea-leguminosa
Capacidad de carga (UA/ha)	0.2	0.2	2.0	0.25	1.3
Tasa mortalidad adultos (%)	4	4	4	4	4
Tasa de destete (%)	45	55	65	70	75
Edad primer apareamiento (%)					
24-35 meses	-	10	72	82	92
36-48 meses	64	54	100	100	100
48 meses	100	100	-	-	-
Peso (kg)					
Al entore	260	270	290	290	290
Al destete	150	160	170	180	190
Ganancia de peso de novillos. (kg/cabeza/año)	70	80	110	120	200
Producción de leche (litros/vaca/ ¹ por año)	-	-	400	400	400

¹ Vacas de ordeño únicamente.

El Cuadro 7a presenta los niveles logrados de producción de carne vacuna y el Cuadro 7b el margen bruto de utilidad por hectárea, unidad animal y kg de carne producido por la alternativa de ciclo completo (cría, levante y ceba). El Cuadro 8 muestra la inversión y utilidad de los diferentes sistemas. Las principales observaciones son:

- Las diferencias en el orden de las alternativas según se compare con base en hectáreas o unidades animales, lo cual indica que la mejor estrategia depende de la relativa escasez de los factores.
- El monto similar de inversión por unidad animal en todas las alternativas.
- El bajo rendimiento económico de las alternativas de producción basadas en el uso exclusivo de praderas mejoradas, bajo las condiciones prevalecientes en los Llanos Orientales¹.
- No obstante el marco económico adverso, el uso estratégico de praderas mejoradas para suplementar en vez de reemplazar los pastos nativos para resolver cuellos de botella específicos, tales como destete de terneros, ceba de vacas de desecho o novillos, es una propuesta económica.
- La producción de leche con ganado tipo criollo en praderas mejoradas es una opción atractiva aunque se asumen muy bajos niveles de producción.

El Cuadro 9 presenta la organización lineal de una finca con Col\$20 millones de capital propio. El sistema tradicional basado en el pastoreo de sabanas nativas es la manera más eficiente de producir terneros. Sólo cuando la tierra es escasa y su precio sube (en estos casos más de Col\$2000/ha), es competitiva la ceba en praderas mejoradas de los levantes producidos en la finca. Este análisis preliminar no tiene en cuenta los cambios en precios relativos ni en coeficientes técnicos generalmente concomitantes con el aumento de precio de la tierra, pero muestra la tendencias hacia la intensificación en regiones más próximas al mercado.

La persistencia de las pasturas tiene una gran influencia sobre la rentabilidad de las mejoradas (Figura 1), particularmente cuando la inversión es alta (asociación gramínea-leguminosa). Además esta figura muestra los cambios en competitividad de las técnicas alternativas de praderas mejoradas debido al cambio en el precio de la tierra. En forma similar se evaluó el potencial de producción de leche en praderas mejoradas en sistemas de doble propósito (Figura 2). La lechería conlleva un sustancial incremento en la rentabilidad de todo tipo de pradera mejorada.

¹ La actividad ceba especializada no fue incluida, ya que el modelo pretende reflejar el potencial de la región que no contempla traer novillos para ceba, debido al mayor potencial de ceba de regiones vecinas.

Cuadro 7a. Producción de carne según sistema de producción de forraje (kg/año)¹.

Sistema de producción de forraje	Producción por ha			Producción por UA		
	Cría	Ceba	Cría-levante y ceba	Cría	Ceba	Cría-levante y ceba
Pasto nativo	9	14	10	45	70	48
Pasto nativo + minerales	10	16	12	51	80	57
Pradera mejorada de gramínea, 100% del área ²	141	220	164	70	110	82
Pradera con asociación gramínea-leguminosa, 100% del uso ³	109	256	150	85	200	117
Banco de proteína, uso estratégico ³	18	29	21	77	120	89
Asociación gramínea-leguminosa, uso estratégico	12	-	14	60	-	68

Cuadro 7b. Margen bruto de utilidad por sistema de producción de forraje (cría y ceba) (Col\$).

Sistema de producción de forraje	ha	UA	kg
Pasto nativo	236	1178	25.54
Pasto nativo + minerales	243	1215	21.31
Pradera mejorada de gramínea, 100% del área ²	1494	747	9.10
Pradera con asociación gramínea-leguminosa, 100% del área ³	937	732	6.25
Banco de proteína, uso estratégico ³	366	1522	17.10
Asociación gramínea-leguminosa, uso estratégico	293	1467	21.57

¹ Para las alternativas con pasto nativo y suplementación mineral la ceba se refiere únicamente a la producción de novillos de 3 años, para ser cebados fuera de la región.

² Vida productiva de la pradera: 10 años

³ Capacidad de carga: 2.0 UA/ha.

Vida productiva de la pradera: 6 años
Capacidad de carga: 1.28 UA/ha.

Cuadro 8a. Inversión marginal por hectárea, por unidad animal y por kilo de carne por año según sistema de producción¹ (Col\$).

Sistema	ha	AU	kg	Inversión tierra ² (%)
Pasto nativo	2,754	13,770	286	36
Pasto nativo + minerales	3,034	15,170	266	33
Pradera mejorada de gramínea, 100% del área ³	27,000	13,500	164	4
Pradera con asociación gramínea- leguminosa, 100% del área ⁴	21,284	16,846	140	5
Banco de proteína, uso estratégico ⁴	4,001	16,644	187	25
Asociación gramínea-leguminosa, uso estratégico ⁵	2,837	14,185	208	35

Cuadro 8b. Rentabilidad marginal de los diferentes sistemas de producción¹ (% de retorno).

Sistema	Praderas mejoradas (% área total)	Cría	Cría- levante y ceba	Cría y leche
Pasto nativo	0	8.4	8.6	-
Pasto nativo + minerales	0	6.4	8.0	-
Pradera mejorada de gramínea ³	100.0	3.6	5.5	13.3
Pradera con asociación gramínea- leguminosa ⁴	100.0	-0.8	4.5	8.5
Banco de proteína, uso estratégico ⁴	5.0	7.4	9.1	15.8
Asociación gramínea-leguminosa, uso estratégico ⁵	1.8	9.5	10.4	-

¹ El término marginal se refiere a la inversión adicional y rentabilidad de comprar una hectárea y usarla en uno de los sistemas de producción descritos, dada ya la existencia de una finca con sus costos fijos. El precio de la tierra se asume en Col\$1000/ha.

² Como porcentaje de la inversión total.

³ Vida productiva de la pradera: 10 años. Capacidad de carga: 2.0 UA/ha.

⁴ Vida productiva de la pradera: 6 años. Capacidad de carga: 1.28 UA/ha.

⁵ Usada para destete precoz y ceba de vacas de desecho y novillos.

Cuadro 9. Organización óptima de una finca ganadera con una inversión total de Col\$20 millones¹.

	Precio de la tierra (Col \$/ha)		
	0	1000	2000
Uso de la tierra (ha):			
Pasto nativo	11,523	9,831	4,966
Asociación gramínea-leguminosa	-	-	76
Inventario: (número)			
Vacas	1,047	893	451
Terneros	494	421	213
Novillas: 1-3 años	460	392	197
3-4 años	216	184	93
4 años	78	66	33
Novillos: 1-2 años ²	235	200	101
2-3 años	-	-	97
Ventas (cabezas):			
Vacas	178	151	76
Novillas	6	5	3
Novillos de 2 años	226	192	-
Novillos gordos	-	-	93
Capital propio (4% costo de oportunidad)	20.000,000	20.000,000	20.000,000
Crédito (7% interés)	-	6.888,994	-
Margen bruto total (Col\$)	1.839,861	968,809	443,434

¹ Coeficientes técnicos de los Cuadros 5 y 6.

² Novillos levantados en pasto nativo hasta los 2 años y terminados en pradera de asociación gramínea-leguminosa.

Conclusiones

- La sustitución de sabana natural por pradera mejorada no es económica con la actual estructura de precios. El uso estratégico de las praderas mejoradas para solucionar cuellos de botella específicos parece ser muy atractivo pero es necesario hacer investigación adicional para mejorar la eficiencia de su uso, si se busca la adopción de esta estrategia en operaciones de cría extensiva en los Llanos Orientales.
- A corto plazo, el uso de grandes áreas de praderas mejoradas ocurrirá principalmente en áreas cercanas a los mercados y este mejor forraje será dado en la mayoría de los casos a los novillos de ceba.

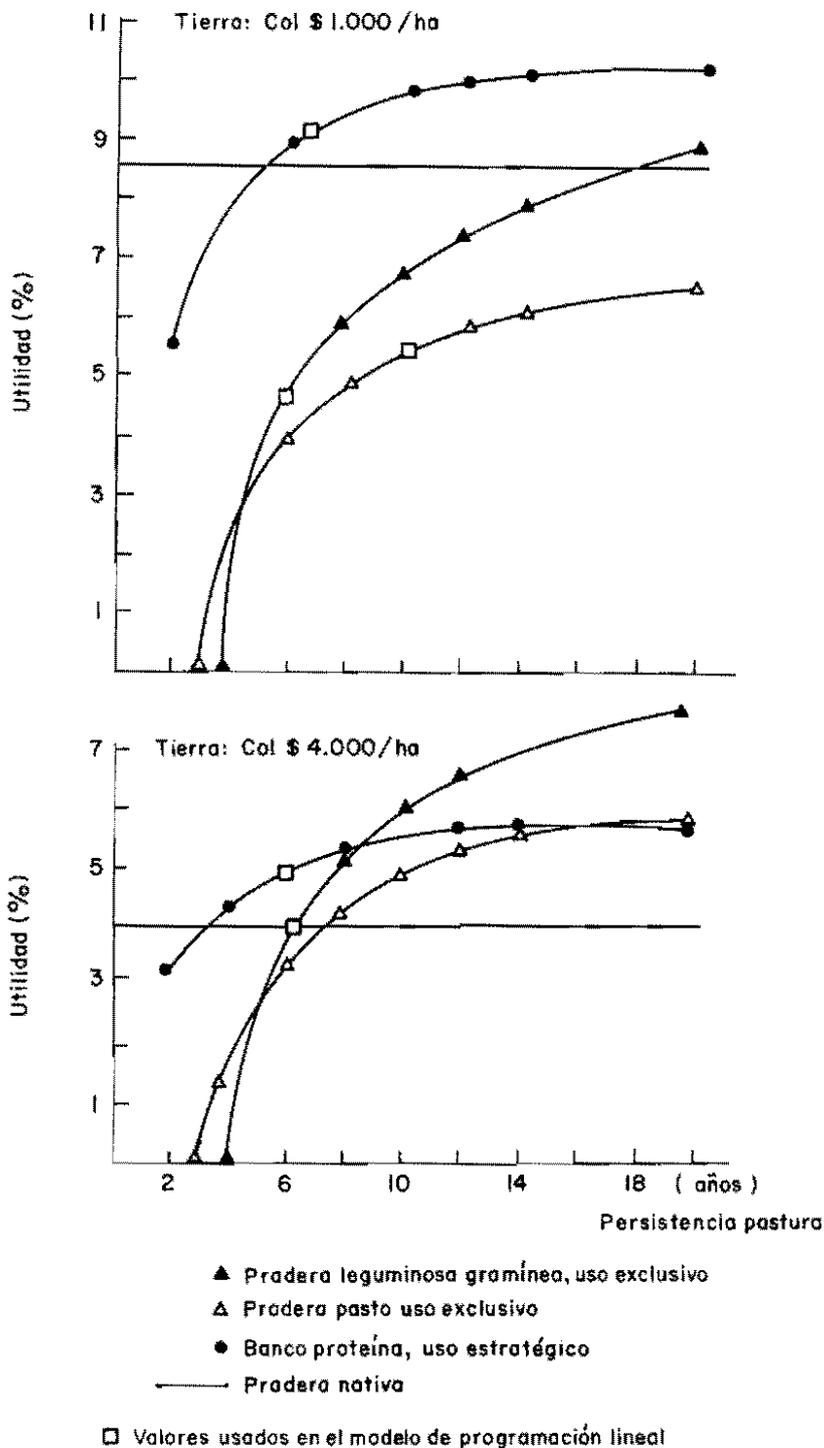


Figura 1. Efecto de la persistencia de la pradera sobre la rentabilidad de la producción de carne vacuna (actividad de cría, levante y ceba) a dos niveles de precio de la tierra. (Para fines de simplicidad, no se incluyen estrategias mixtas tales como cría en pastos naturales y ceba en pasturas mejoradas.)

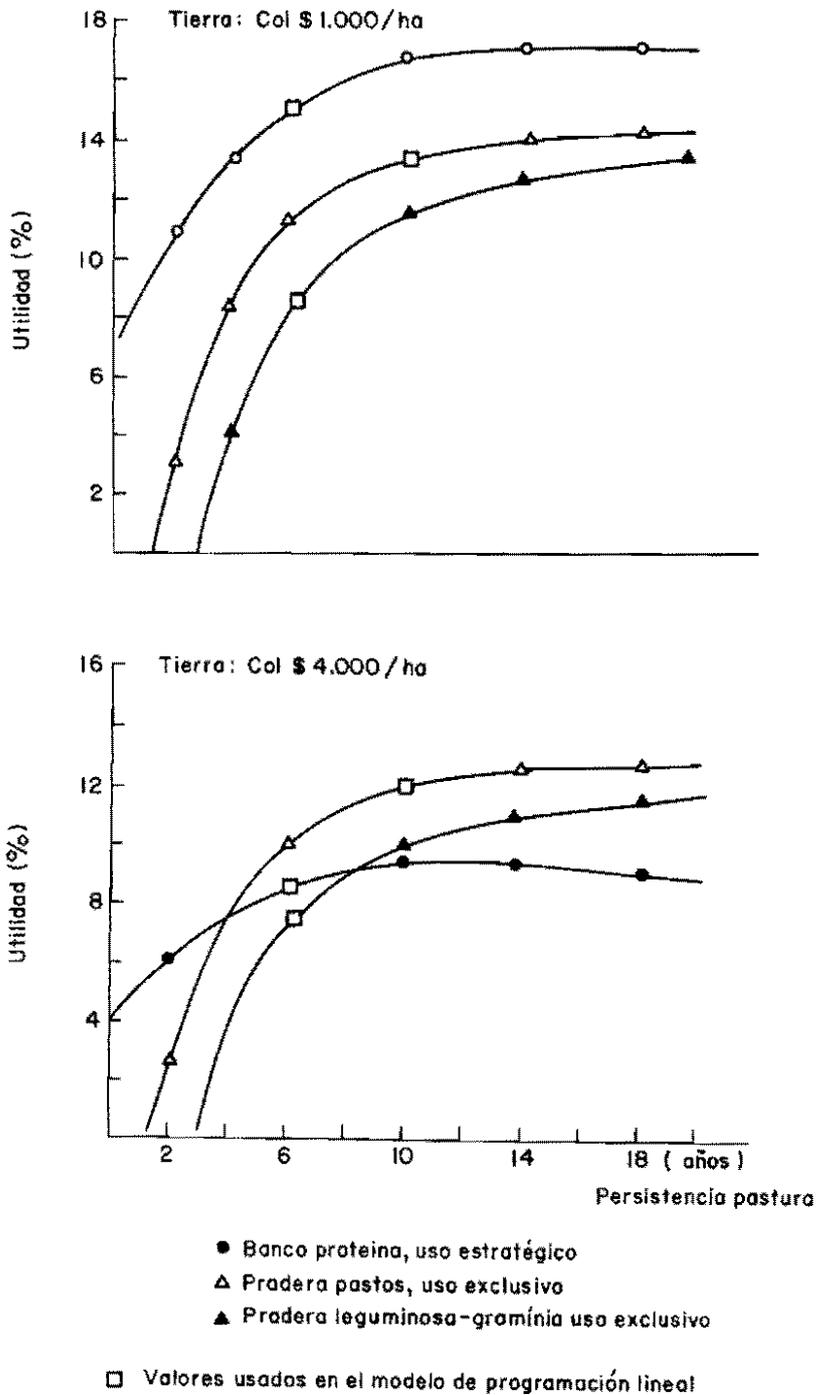


Figura 2. Efecto de la persistencia de la pradera sobre la rentabilidad de los sistemas de doble propósito (cría y leche) a dos niveles de precio de la tierra.

- Los sistemas de doble propósito (carne y leche) parecen ser otra opción promisoría, especialmente para pequeños agricultores. Sistemas similares de producción operan bajo condiciones comerciales a una gran distancia del mercado en el Chaco paraguayo y boliviano. Mayor investigación es necesaria para evaluar su potencial en los Llanos Orientales de Colombia.

Otras Actividades

- Se evaluó la rentabilidad marginal de la suplementación mineral en sistemas tradicionales de producción de carne vacuna para la región de los Llanos Orientales. Los principales resultados fueron: entre 4 y 8 años de flujo de caja marginal negativo y tasas internas de retorno entre 8% y 20% por año de acuerdo a la fuente de fósforo usada.
- Ha sido completada la fase de campo del proyecto de monitoría de fincas en Brasil (ETES). En Venezuela se están llevando a cabo las últimas encuestas. Se espera terminar en 1982 el estudio comparativo de los tres ETES (Colombia, Brasil y Venezuela).
- Un proyecto similar de monitoría para fincas de doble propósito (carne y leche) se inició en cooperación con el Banco Nacional de Panamá en las Provincias Centrales de ese país en 1981. Este proyecto especial emprendido en colaboración con la Universidad Técnica de Berlín y financiado por el gobierno alemán a través de la GTZ, incluye la contratación de un becario posdoctoral en Panamá. El año previsto para recolección de la información técnica y económica se terminará en mayo de 1982. Se espera tener un informe completo en octubre de 1982.
- En cooperación con la FAO se está adelantando un estudio sobre el potencial para incrementar la producción de carne vacuna en Latinoamérica y sus restricciones, con énfasis particular en tecnología de praderas mejoradas para tierras bajas tropicales.

Se puede concluir que, debido a la creciente disponibilidad de investigación biotécnica detallada e información de la monitoría de fincas, la metodología de investigación de la sección de Economía está cambiando gradualmente de un énfasis en la simulación ex-ante del impacto potencial de las praderas basado en valores supuestos, a un creciente análisis ex-post del comportamiento actual de las gramíneas y leguminosas en los diferentes sistemas de producción. Al mismo tiempo la investigación se está expandiendo a sistemas de producción con diferentes niveles de intensidad en el uso de recursos. En esta forma se está contribuyendo a una mejor explotación del potencial de producción del germoplasma que viene desarrollando el programa.

Personal
(a diciembre 31 de 1981)

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

Jillian 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)

Esteban 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

James M. Spain, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)

Luis E. Tergas, Ph.D., Agrónomo, Productividad y Manejo de Pastos

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

*Nobuyoshi Maeno, Ph.D., Productividad y Manejo de Pastos

*Robert Reid, Ph.D., Introducción de Plantas

*A. Sheldon Whitney, Ph.D., Suelos y Nutrición de Plantas

Especialistas visitantes

*Rolf Minhorst, Dr. Agr., Proyecto ETES (con sede en Brasilia, Brasil)

Cristoph Plessow, Dipl. Agr., Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)

Científicos posdoctorales

Pedro J. Argel, Ph.D., Producción de Semillas

*L. Antonio Carrillo, Dr. Agr., Economía, Proyecto ETES

Raymond F. Cerkauskas, Ph.D., Fitopatología (con sede en Brasilia, Brasil)

Frank Müller, Dr. Agr., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)

Ruprecht Schellenberg, Dr. Agr., Zootecnia/Economía (con sede en Panamá)

Carlos Seré, Dr. Agr., Economía/Proyecto ETES

* Se retiró durante 1981.

** En año sabático.

Asociados de investigación visitantes

- *Elke Boehnert, M.S., Calidad de Pastos y Nutrición
- Gerhard Keller-Grein, M.S., Germoplasma
- Martin 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
- *Fabio Nelson Zuluaga, M.S., Salud Animal (con sede en Carimagua)

Asistentes de investigación

- Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología
- Guillermo Arango, Lic. Biol., Entomología
- Hernando Ayala, D.V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
- Gustavo Benavides, Ing. Agr., Germoplasma
- Gerfried Carlos Buch, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
- Raúl Botero, D.V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
- Arnulfo Carabaly, Ing. Agr., Agronomía/Ensayos Regionales
- *Rubén Darío Cabrales, Zoot., 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
- Martha 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)
- Manuel 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
- Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas
- Francisco J. Henao, D.V.M.Z., Salud Animal (con sede en Carimagua)
- Phanor Hoyos, Zoot., Calidad de Pastos y Nutrición
- Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía
- 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

* Se retiró durante 1981.

*José Ignacio Sanz, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas
Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología
*Gustavo Urrea, Ing. Agr., Fitopatología
Fernán Alberto Varela, Ing. Agr., Entomología
Jaime Velásquez, Zoot., Productividad y Manejo de Pastos (con sede en
Carimagua)
Bernardo Velosa, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Mejoramiento de
Leguminosas (con sede en Carimagua)

* Se retiró durante 1981.

Publicaciones del Programa y del Personal Científico

- Arango, S.G. y Calderón, M. 1981. Biología y hábitos de Zulia colombiana (Lallemand) plaga de pasto Brachiaria spp. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 21 p. Esp. Res. Ingl. 14 Refs. Ilust.
- Ayarza, M.A. y Salinas, J.G. 1981. Estudio comparativo de la tolerancia al aluminio en tres leguminosas forrajeras. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 18 p. Trabajo presentado en el Primer Congreso de la Ciencia del Suelo. Villavicencio, Colombia. Octubre 4-10, 1981.
- Aycardi, E. y B. Rivera. 1981. Control de sanidad animal en ganaderías extensivas tropicales: Un mito o una necesidad, Resúmenes VIII Reunión, Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Santo Domingo, República Dominicana. p. 5-13.
- Buol, S.W. and Couto, W. 1981. Soil fertility-capability assessment for use in the humid tropics. In: D.J. Queensland, Characterization of soils in relation to their classification and management for crop production: examples from some areas of the humid tropics. Clarendon Press, Oxford. pp. 254-261.
- Burns, J.C., Toledo, J.M., and Mochrie, R.D. 1981. Estimating available forage with the earth-plate capacitance meter. In: J.L. Wheeler and R.D. Mochrie, Concepts and techniques for forage estimation. American Forage and Grassland Council. pp. 261-269.
- Calderón, M. 1981. Insectos asociados con A. gayanus Kunth var. bisquamulatus (Hoechst) Hack, CIAT 621 en América del Sur. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Pastos Tropicales, Bol. Inf. No. 5. pp. 11-14.
- Calderón, M., Varela, F., Quintero, E. 1981. Falso medidor de los pastos, Mocis latipes Guenné (Lepidoptera: Noctuidae), plaga esporádica en Carimagua. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Pastos Tropicales, Bol. Inf. No. 4. pp. 8-12.
- CIAT. 1981. Tropical Pastures Program 1980 Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 130 p.
- De Andreade, Ronald, P., Thomas, D., Ferguson, J.E., Souza Costa, Nuno M., Curado, T.F.C. 1981. Importancia de Escolha de Areas para a producao de sementes de forrageiras. Revista Brasileira de Sementes, Brasilia, D.F. 3 (1):159-173.
- Ferguson, J.E. 1981. Perspectivas de producao de sementes de Andropogon gayanus. Revista Brasileira de Sementes, Brasilia, D.F. 3 (1):175-193.

- García, D.A. and Ferguson, J.E. 1981. Desaristado mecánico de las semillas de Andropogon gayanus. IV Seminario Nacional y I Congreso Colombiano de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional, Bogotá, Octubre 8-11, 1981.
- Grof, B. 1981. Forage plant germplasm collection, evaluation and utilization in the well-drained tropical savannas of Colombia. XIV Internacional Grassland Congress. Summaries of Papers. Lexington, Kentucky. 94 p.
- Grof, B. 1981. The performance of Andropogon gayanus -- legume associations in Colombia. J. Agric. Sci. (Cambridge). 96:233-237.
- Gualdrón, R. y Salinas, J.G. 1981. El azufre en suelos de los Llanos Orientales de Colombia. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Trabajo presentado en el Primer Congreso de la Ciencia del Suelo. Villavicencio, Colombia. Octubre 4-10, 1981. 10 p.
- Lascano, C. y Tergas, L. 1981. Algunos aspectos sobre utilización de mezclas gramíneas-leguminosas en el trópico. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Trabajo presentado en el "Primer Curso Panamericano sobre Producción de Ganado de Carne en Zonas Tropicales" dictado por COLVEZA en Medellín, 29 de julio al 1 de agosto.
- Lenne, J.M. 1981. Reaction of Desmodium species and other tropical pasture legumes to the root-knot nematode Meloidogyne javanica. Tropical Grasslands 15 (1):17-20. Engl. Res. Engl. 12 Refs. 11.
- Lenne, J.M., Gutierrez, J.A. y Cardozo, C.I. 1981. Efecto de concentraciones diferentes de peptona en la germinación de esporas y la formación de apresorios de un aislamiento de Colletotrichum gloeosporioides de Stylosanthes guianensis. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 16 p. Esp. 9 refs. Ilus.
- Lenne, J.M., Gutierrez, J.A. y Cardozo, C.I. 1981. Efecto de la peptona al 2% en el proceso de infección de Colletotrichum guianensis (Aubl) Sw. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 7 p. Esp. 3 refs.
- Lenne, J.M., Torres, G.C., y Victoria, J.I. 1981. Bacterial leaf spot and dieback of Centrosema spp. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 7 p. Engl. Res. Engl. 7 refs.
- Lenne, J.M., Torres, G., y Victoria, J.I. 1981. Bacterial pod rot of Leucaena leucocephala caused by Pseudomonas fluorescens biotype 2. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Engl. Res. Engl. 8 refs.

- Rivera, B., Aycardi, E. y Torres, B. 1981. Estudio serológico de leptospirosis bovina en los Llanos Orientales de Colombia. Revista ACOVEZ, 5:11-14.
- Salinas, J.G. 1981. Necesidad de mejorar los procedimientos de evaluación del fósforo en la fertilidad de los suelos ácidos e infértiles de América Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 26 p.
- Salinas, J.G. 1981. Tolerancia diferencial de las plantas a la toxicidad de aluminio y bajo contenido de fósforo aprovechable en suelos ácidos. 26 p. En: H. Burbano (ed.), Curso de Actualización en Suelos, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Pasto, Colombia. Septiembre, 1981.
- Salinas, J.G. y Sanz, J.I. 1981. Síntomas de deficiencia de macro-nutrientes y nutrientes secundarios en pastos tropicales: Guía de Estudio. Producida por Carlos A. Valencia y Cilia L. Fuentes de Piedrahíta. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 28 p.
- Salinas, J.G. y Sanz, J.I. 1981. Síntomas de deficiencia de micro-nutrientes y de toxicidades minerales en pastos tropicales: Guía de Estudio. Producida por Carlos A. Valencia y Cilia L. Fuentes de Piedrahíta. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 28 p.
- Sánchez, P.A. and Salinas, J.G. 1981. Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. Advances in Agronomy 34:279-406.
- Sanzonowicz, C. e Couto, W. 1981. Efeito de calcio, enxofre e outros nutrientes no rendimento e nodulacao da Leucaena leucocephala em um solo de Cerrado. Pesq. Agropec. Bras. 16 (6):789-794.
- Seré, Carlos. 1981. Primera aproximación de una clasificación de sistemas de producción lechera en el trópico sudamericano. Trabajo presentado en la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) en Santo Domingo, República Dominicana, 4 al 10 de octubre de 1981.
- Spain, J.M. 1981. Agricultural potential of low activity clay soils of the humid tropics. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 17 p. Ing. 11 refs. Paper presented at the IV International Soil Classification Workshop. Kigali, Rwanda. June 1-12; 1981. (In press.)
- Spain, J.M. 1981. El desarrollo de pastos en suelos ácidos de los trópicos de América Latina. Ganadería y avicultura en América Latina. Memorias XV Conferencia Anual. University of Florida, Gainesville.
- Spain, J.M. Establecimiento de praderas en sabanas bien drenadas de los

Llanos Orientales de Colombia. Guía de Estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Serie 04SP-01.01.

Spain, J.M. The role of pastures in acid, infertile soils of the humid tropics in Latin America. Paper presented at a Regional workshop on management of low fertility acid soils of the humid American tropics sponsored by IICA; Ministry of Agriculture, Suriname; and University of Suriname. Paramaribo, Nov. 23-26, 1981. (In press.)

Tergas, L.E. 1981. El potencial de Brachiaria humidicola para suelos ácidos e infértiles en América Tropical. Pastos Tropicales, Bol. Inf. No. 4. 12-13 pp.

Tergas, L.E., Paladines, O., y Kleinheisterkamp, I. 1981. Resultados de levante de novillos en varios sistemas de praderas en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Taller de trabajo. Sistemas de Producción con Rumiantes en el Trópico Americano. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal, Maracay, Venezuela.

Tergas, L.E., Ramírez, A., Urrea, G., Guzmán, S., y Castilla, C. 1981. Productividad animal potencial de praderas en un Ultisol de Colombia. ALPA, VIII Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Santo Domingo, República Dominicana. Producción Animal Tropical. (En prensa.)

Thomas, D., De Andrade, R.P., Couto, W., Da Rocha, C.M., e Moore, P. 1981. Andropogon gayanus var. bisquamulatus cv. Planaltina: Principais características forrageiras. Pesq. Agrop. Bras. 16 (3):347-355.