



30 MAR. 1982

ISSN 0120-2391  
Serie CIAT No. 02STP1-79  
Noviembre 1980

# Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales 1979



Centro Internacional de Agricultura Tropical  
Apartado 6713, Cali, Colombia

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

ISSN 0120-2391  
Serie CIAT No. 02STP1-79  
Noviembre 1980

*Cita correcta:*

Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales 1979, Colombia. 1980. 186 p.

*Stylosanthes*/*Zornia*/*Pueraria*/*Centrosema* | *Leucaena*/*Desmodium*/*Brachiaria*/*Panicum* | *Calopogonium*/*Macroptilium*/Cultivo de leguminosas/Gramineae/Investigación/Ecosistemas/Requerimientos climáticos/Requerimientos edáficos/Requerimientos hídricos/Fitomejoramiento/ Selección/Germoplasma/Introducciones/Producción de semilla/Fertilidad del suelo/Microbiología del suelo/*Rhizobium*/Fertilizantes/Roca fosfórica/Fósforo/Aluminio/Toxicidad/Rendimiento/Establecimiento/Manejo de praderas/Densidad de siembra/Cultivos/Control de malezas/Sistemas de cultivo/Mezclas de leguminosas/ gramíneas/Nutrición de plantas/Enfermedades y patógenos/*Colletotrichum*/*Sclerotium rolfsii*/*Camptomeris leucaena*/Insectos dañinos/Control de insectos/Resistencia/Sistemas de producción de ganado de carne/Manejo animal/Salud animal/Anaplasmosis/Babesiosis/Secadera/Incidencia de parásitos/Fotosensibilización/Control de enfermedades/Forraje/Valor nutricional/Economía/Transferencia de tecnología/Tecnología

Tiraje: 2000 ejemplares

Este informe hace parte de la serie de informes anuales 1979 publicados en español e inglés sobre los Programas de Arroz, Frijol, Pastos Tropicales y Yuca del CIAT.

## CONTENIDO

<b>Introducción</b>	5
Ecosistemas Principales y Germoplasma	5
Consolidación de las Actividades del Programa	7
<b>Introducción de Plantas</b>	9
Colección e Introducción de Especies de Forrajeras	9
Multiplicación y Mantenimiento de Germoplasma	10
Evaluación Preliminar del Germoplasma	10
<b>Agronomía de Forrajes en las Sabanas Hipertérmicas (Carimagua)</b>	13
Evaluación de Germoplasma	13
<b>Agronomía de Forrajes en las Sabanas Térmicas (Cerrado)</b>	17
Evaluación de Pastos	17
Producción de Semilla	21
<b>Agronomía de Pastos (CIAT-Quilichao)</b>	25
Evaluación de Germoplasma	25
Selectividad de Herbicidas y Control de Malezas	28
Estudios sobre Metodología	28
<b>Germoplasma Promisorio para los Ecosistemas Principales</b>	31
<b>Mejoramiento de Especies Forrajeras</b>	33
Mejoramiento de Leguminosas	33
Gramíneas	34
<b>Fitopatología</b>	35
Estudio de Reconocimiento por Enfermedades	35
Antracnosis	36
Añublo	36
Nemátodo del Nudo Radical	39
Mancha Foliar por <i>Camptomeris</i>	39
Mancha Foliar por <i>Cercospora</i>	40
Roya Falsa	40
Mancha Foliar por <i>Rhynchosporium</i>	40
Costra por <i>Sphaceloma</i>	40
Carbón	41
Roya	41
<i>Rhizoctonia solani</i>	41
Moho Negro	41
Enfermedades Menores	41
Patología de las Semillas	41
<b>Entomología</b>	43
Barrenador del Tallo	43
Afidos	44
Mión o Salivita	45
Evaluación Entomológica en Ensayos Regionales	46
<b>Producción de Semilla</b>	49
Multiplicación de Semilla	49
Tecnología de Producción de Semilla	50
Potenciales Regionales de Producción de Semilla	54
<b>Microbiología del Suelo</b>	57
Colección de <i>Rhizobium</i>	57
Selección de Cepas	57
Potencial de Respuesta a la Inoculación	60
Estudio de Extrapolación de las Recomendaciones de Inoculantes	60
Comparación de Medios Ácidos y Ricos para Cultivos de <i>Rhizobium</i>	61
Recomendaciones de Inoculantes	62

<b>Fertilidad del Suelo y Nutrición de la Planta</b>	63
Tolerancia a la Toxicidad de Al y Bajo P Disponible	63
Efectos Morfológicos y Fisiológicos de la Toxicidad del Al	63
Requerimientos Nutricionales de las Gramíneas y Leguminosas Forrajeras	68
<b>Desarrollo de Pastos en Sabanas Hipertérmicas (Carimagua)</b>	81
Reducción de Costos en el Establecimiento de Pastos	81
Distribución Espacial de Especies Asociadas	84
<b>Desarrollo de Pastos en las Sabanas Térmicas (Cerrado)</b>	89
Identificación de Deficiencias Nutricionales	89
Requerimientos de Fosfato para el Establecimiento de <i>Andropogon gayanus</i>	90
Adaptabilidad de Dos Gramíneas a Diversos Niveles de P y pH	93
Introducción de Leguminosas en Praderas Nativas	93
Renovación de una Pradera de <i>Brachiaria</i>	95
<b>Utilización de Pastos</b>	97
Valor Nutricional de Germoplasma Promisorio	97
Manejo de Mezclas de Gramíneas/Leguminosas en Pastoreo	97
Potencial de Producción Animal en Praderas de Gramíneas Puras	100
Manejo de Producción de Praderas de Gramíneas/Leguminosas	103
<b>Sistemas de Producción de Ganado (Carimagua)</b>	107
Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES)	107
Proyecto ETES - Fase II	117
Sistemas de Manejo de Hatos de Cría	119
Hatos Experimentales	122
<b>Sistemas de Producción de Ganado (Cerrado)</b>	125
Manejo Animal	125
Utilización de Pastos	129
<b>Salud Animal</b>	131
Estudios a Nivel Macro	131
Estudios a Nivel Intermedio	132
Estudios a Nivel Micro	134
<b>Economía</b>	143
Encuestas en Fincas Ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia	143
Análisis Ex-ante de Costo/Beneficio	146
Distribución de los Beneficios de una Mayor Producción de Ganado de Carne	147
Estudio de Precios de Insumos/Producción en el Area Objetivo	151
Costos de Producción de Semillas en Colombia	153
<b>Transferencia de Tecnología</b>	157
Adiestramiento	157
Validación de Tecnología	160
Medios Escritos	163
<b>Proyecto Fósforo CIAT/IFDC</b>	165
Rocas Fosfóricas	165
Mecanismos de Fijación de Fósforo	171
<b>Evaluación de Recursos Tierra de América Tropical</b>	175
Metodología	175
Aplicación	181
<b>Personal</b>	185

## INTRODUCCION

El nombre del Programa de Ganado de Carne se cambió por el de Programa de Pastos Tropicales, a fin de reflejar de manera más precisa su actual estrategia.

El objetivo del Programa es solucionar los principales problemas que limitan la producción de carne (y leche) en los suelos ácidos y de baja fertilidad, que constituyen la mayor parte del área de expansión de la frontera agrícola en América tropical. La estrategia hace énfasis en el desarrollo de tecnología de producción de pastos para los diferentes ecosistemas en los cuales se ha clasificado el área-objetivo del Programa. Con base en la filosofía de insumos mínimos y especies forrajeras adaptadas, se están desarrollando técnicas de establecimiento y mantenimiento de pastos y de manejo animal, susceptibles de ser aplicados con éxito en estas regiones.

### Ecosistemas Principales y Germoplasma

Como resultado del Proyecto de Evaluación de Recursos de Tierras para América Latina, el área objetivo del Programa se clasificó en los principales ecosistemas según los patrones de Evapotranspiración Potencial Total durante la Estación Lluviosa (TWPE) (Figura 1), y la temperatura promedio durante la estación lluviosa. Este parámetro ha proporcionado una base cuantitativa racional para explicar los patrones de cobertura vegetal según la energía disponible para el crecimiento y comportamiento de los pastos. Se identificaron los siguientes ecosistemas:

1. Sabanas tropicales, bien drenadas, hipertérmicas (TWPE 910-1060 mm), temperatura promedio durante la estación lluviosa  $> 23.5^{\circ}\text{C}$ , que incluyen los llanos de Colombia, de Venezuela, de Guyana y de Surinam y las sabanas de Roraima y Macapá en Brasil.
2. Sabanas tropicales, bien drenadas, térmicas (TWPE 910-1060 mm), y temperatura promedio durante la estación lluviosa,  $23.5^{\circ}\text{C}$ , principalmente representadas por los Cerrados de Brasil.
3. Sabanas tropicales, mal drenadas (TWPE variable), como las de Beni en Bolivia, Pantanal del Brasil, Casanare de Colombia y la región de Apure en Venezuela.
4. Bosques estacionales, tropicales, semi-siempre verdes (TWPE 1061-1300 mm).
5. Bosques lluviosos tropicales (TWPE  $> 1300$  mm).

Los resultados preliminares de los ensayos regionales (para más detalles véase la sección de Transferencia de Tecnología en la página 157), mostraron comportamientos distintos del germoplasma en los diferentes ecosistemas. Por lo tanto, con base en un enfoque por ecosistemas, se separaron las listas de germoplasma en categorías para cada uno de los ecosistemas. En la actualidad existen listas de germoplasma para las sabanas tropicales, bien drenadas tanto hipertérmicas como térmicas, como resultado de las evaluaciones e investigaciones realizadas en Carimagua, en la estación experimental manejada cooperativamente entre el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y el CIAT, y en el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA) en Brasilia, Brasil, respectivamente.

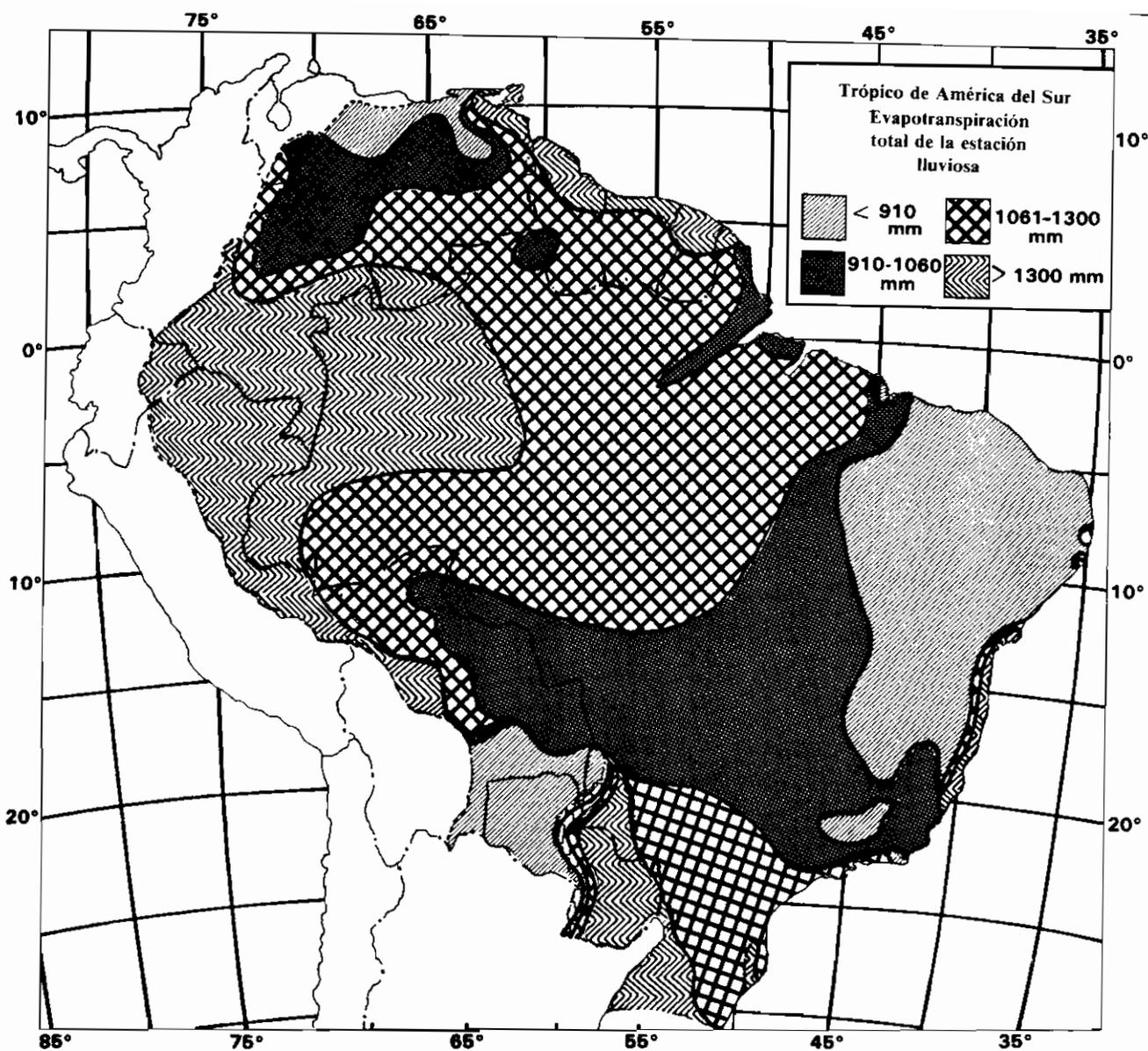


Figura 1. Evapotranspiración total en las tierras bajas tropicales de América del Sur.

### Sabanas hipertérmicas

Dentro de este ecosistema, *Andropogon gayanus* CIAT 621 continuó mostrando un comportamiento sobresaliente como gramínea forrajera altamente productiva en términos de (1) crecimiento y producción de materia seca en suelos ácidos, de baja fertilidad, con la aplicación de un mínimo de insumos; (2) tolerancia a la sequía, quema y altos niveles de saturación de Al; (3) bajos requerimientos de fósforo; (4) tolerancia a insectos y enfermedades; (5) capacidad de producción de semilla; (6) compatibilidad con leguminosas; (7) adaptabilidad para el establecimiento de sistemas de pastoreo de bajo costo; (8) buena aceptabilidad por el ganado especialmente en asociación con

leguminosas; y (9) altos niveles de producción animal. En pastoreo, lotes puros de *A. gayanus* produjeron 457 kg/ha/año con cargas entre 3 y 4 cabezas/ha. Los aumentos de peso del ganado en lotes de la gramínea en asociación con leguminosas ascendieron hasta 670 g/día, con aproximadamente 2 cabezas/ha.

Los ensayos regionales en Venezuela, Brasil y Perú confirmaron el excelente comportamiento de esta gramínea, principalmente en las áreas de sabanas bien drenadas. *A. gayanus* es una buena alternativa de gramínea mejorada para áreas con sistemas de praderas en asociación con leguminosas. Previendo las necesidades

futuras, se está adelantando un extenso programa de producción de semilla de esta gramínea.

Las leguminosas *Stylosanthes capitata*, *Zornia latifolia* y *Pueraria phaseoloides* continuaron mostrando un comportamiento promisorio (persistencia, proporción razonable de población dentro de las praderas y altos incrementos de peso vivo durante las estaciones dentro de las praderas y altos incrementos de peso vivo durante las estaciones seca y lluviosa) en asociación con *A. gyanus*, en Carimagua. *S. capitata* CIAT 1019, 1315 y 1405 continuaron presentando resistencia a la antracnosis en este ecosistema. Mientras que varias accesiones de *Z. latifolia* se encontraron severamente afectadas por el hongo *Sphaceloma* sp., otras accesiones anuales de Brasil presentaron alta resistencia. Se están evaluando las 401 accesiones de *Zornia* spp. actualmente disponibles por su resistencia a este hongo y continuarán las actividades de colección de germoplasma a fin de aumentar la variabilidad.

*Desmodium ovalifolium*, una leguminosa altamente productiva, agresiva y con buena capacidad de fijación de nitrógeno, confirmó su excelente comportamiento para ecosistemas como el de Carimagua, así como para otras áreas más húmedas. Además, *D. ovalifolium* ha demostrado su compatibilidad con gramíneas vigorosas tales como *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola*. Sin embargo, la respuesta del ganado resultó sustancialmente inferior por la baja aceptabilidad de la leguminosa en un lote con una baja proporción de gramíneas. Con el fin de ampliar la variabilidad genética de *D. ovalifolium* y *D. heterocarpon* disponible en la colección de germoplasma forrajero del CIAT, se hizo un viaje de colección específico a Tailandia.

### Sabanas térmicas

El programa cooperativo con EMBRAPA en el CPAC entró a operar plenamente durante 1979.

En 1978 se estableció un total de 352 accesiones de leguminosas en los dos principales tipos de suelos del Cerrado—un latosol rojo-amarillo y otro rojo oscuro. El género más promisorio fue *Stylosanthes*; se seleccionó un total de 40 accesiones de *S. guianensis*, *S. capitata*, *S. scabra* y *S. viscosa* para futuras evaluaciones. Las accesiones seleccionadas de *S. guianensis* estuvieron casi exclusivamente representadas por el tipo tardío<sup>1</sup>, el cual ha presentado una alta tolerancia a la antracnosis durante un período de cuatro años. Los ensayos de producción de semilla dieron altos rendimientos para *S. capitata* y *S. hamata*.

<sup>1</sup> En este informe el término "tardío" será utilizado para describir un grupo de germoplasma de *Stylosanthes guianensis* caracterizado por floración tardía, tallos delgados, pubescencia viscosa y estructuras peculiares de la panícula, originarios del Brasil y Venezuela.

## Consolidación de las Actividades del Programa

Varias secciones del Programa se encuentran desarrollando tecnología para superar factores limitantes específicos y/o barreras metodológicas. Los sistemas de siembra a baja densidad de población han permitido la siembra de varias especies en gran escala, favoreciendo la economía de semilla y maquinaria y permitiendo establecer una buena pradera para pastoreo en un año.

Se desarrolló un método cuantitativo (prueba de hematoxilina) para la evaluación de germoplasma por su tolerancia al alto contenido de aluminio en el suelo bajo condiciones de invernadero. Las evaluaciones simultáneas en el invernadero y en el campo dieron resultados similares en la distribución de las accesiones por su tolerancia al Al. El método es simple, rápido, permite evaluar un alto número de accesiones y es, a su vez, bastante preciso.

Continuó la evaluación del germoplasma promisorio en el área objetivo del Programa, por intermedio de la red de pruebas regionales.

En octubre se realizó una reunión de trabajo en el CIAT sobre la Red de Pruebas Regionales para la Adaptación de Especies Forrajeras Tropicales. Participaron 81 científicos de 40 instituciones de investigación de 14 países diferentes. Se dio énfasis especial a las diferencias más importantes entre ecosistemas y a la definición de metodologías para la evaluación. Con base en las discusiones se elaboró un manual de métodos analíticos y procedimientos para suelos y material vegetal.

Durante el año continuó el amplio estudio de reconocimiento de la incidencia de enfermedades e insectos en el área objetivo. En *A. gyanus* se desarrolló un método indirecto y rápido para la estimación de la pureza de la semilla; también se hicieron estudios sobre aumentos de semilla de esta gramínea en gran escala y procesamiento mecánico de la misma. Finalmente, se dio un nuevo empuje al mejoramiento genético de los géneros de leguminosas y gramíneas seleccionados. Se iniciaron evaluaciones de *S. guianensis* (principalmente materiales del tipo tardío) por resistencia a la antracnosis y capacidad de producción de semilla. Un proyecto similar se encuentra en ejecución con *S. capitata*. Las accesiones de *A. gyanus* se están evaluando por tipo de planta, follaje, tiempo de floración y otras características, a fin de diseñar un programa de selección recurrente con esta especie de polinización cruzada. Se inició un programa de caracterización y selección con 90 accesiones de *Panicum maximum*, para identificar los genotipos adaptados a las condiciones de baja fertilidad y sequía en las áreas de suelos ácidos.



# INTRODUCCION DE PLANTAS

Durante 1979, las responsabilidades de la sección de Germoplasma relacionadas con la introducción de plantas consistieron en: (1) ampliación de la colección de germoplasma por medio de la colección directa e intercambio con otras instituciones; (2) multiplicación y mantenimiento del germoplasma; y (3) evaluación preliminar del germoplasma y multiplicación inicial de semilla.

## Colección e Introducción de Especies de Forrajeras

Los viajes de colección realizados durante 1979 tuvieron como meta aumentar el germoplasma de géneros específicos y especies que, por su ya conocido potencial, eran de interés particular para los objetivos del Programa de

Pastos Tropicales. Se realizó una expedición de colección desde Carimagua hasta el río Orinoco, en busca especialmente de germoplasma de *Zornia* y *Centrosema* nativo de los Llanos Orientales de Colombia. Otro viaje de colección se concentró en germoplasma de *Desmodium ovalifolium/heterocarpon* nativo de Tailandia; en este viaje se cubrió una distancia de aproximadamente 2000 km desde el norte hasta el sur de ese país. Esta última expedición se realizó en colaboración con el Instituto de Investigación Científica y Tecnológica de Tailandia. Durante estas expediciones sistemáticas y otros viajes de colección realizados (incluyendo un viaje de colección de germoplasma de *Desmodium* en Queensland, Australia) se adquirió un total de 297 accesiones. Además, se adquirieron otras 468 accesiones por medio de intercambio con otras instituciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Introducción de germoplasma forrajero por medio de la colección directa e intercambio con otras instituciones durante 1979.

Géneros	Introducciones durante 1979				Total 1979	Total accesiones en banco de germoplasma <sup>2</sup>
	Colecciones			Inter-cambio <sup>1</sup>		
	Colombia (Vichada)	Tailandia	Colecciones ocasionales			
<u>Stylosanthes</u>	9		22	62	93	1301
<u>Desmodium</u>	15	32	31	45	123	734
<u>Zornia</u>	12		36	41	89	401
<u>Aeschynomene</u>	7		6	8	21	274
<u>Macroptilium/Vigna</u>	4		5	10	19	426
<u>Centrosema</u>	6	2	13	95	116	437
<u>Galactia</u>	2		3	14	19	189
Leguminosas varias <sup>3</sup>	24	10	50	123	207	1357
Gramíneas	2		6	70	78	356
Total	81	44	172	468	765	5475

1 Principales contribuciones del Instituto de Pesquisas, IRI, Brasil; CSIRO, Australia; EPAMIG, Brasil; EMBRAPA-CENARGEN, Brasil; y Grassland Research Station Marendellas, Zimbabwe.

2 Hasta noviembre 1, 1979.

3 Arachis, Calopogonium, Pueraria, Teramnus, Glycine, Rhynchosia, Leucaena, Clitoria, Cassia, Crotalaria, Tephrosia, Eriosema, Indigofera y otras.

Con las adiciones realizadas durante el año, la colección de germoplasma de pastos tropicales del CIAT—especializada en materiales originarios de zonas de sabana y selva con suelos ácidos, de baja fertilidad—aumentó a un total de 5475 accesiones. De este germoplasma, las colecciones de las principales especies, *Andropogon gayanus* (48 accesiones), *Zornia* spp. (401 accesiones), *Stylosanthes capitata* (118 accesiones) y *Desmodium heterocarpon/ovalifolium* (45 accesiones), se pueden considerar como únicas en el mundo.

## Multiplicación y Mantenimiento de Germoplasma

Durante 1979, la mayoría del trabajo de la sección consistió en la multiplicación del germoplasma en pequeña escala con el fin de (1) preservar y mantener el ger-

Cuadro 2. Multiplicación y distribución de germoplasma forrajero durante 1979.

Género	Multiplicación (No. de accesiones)	Distribución (No. de muestras)	
		CIAT	Fuera del CIAT <sup>1</sup>
<i>Stylosanthes</i>	359	1532	369
<i>Desmodium</i>	295	268	145
<i>Zornia</i>	320	546	89
<i>Aeschynomene</i>	135	197	83
<i>Macroptilium/ Vigna</i>	104	214	9
<i>Centrosema</i>	235	278	175
<i>Galactia</i>	117	116	6
Otras leguminosas <sup>2</sup>	256	75	52
Gramíneas	120	188	20
Total	1941	3414	947

1 A instituciones en 14 países de América (América Latina y Estados Unidos), África, Asia y Europa.

2 *Arachis*, *Calopogonium*, *Pueraria*, *Teramnus*, *Rhynchosia*, *Leucaena*, *Glycine*, *Clitoria*, *Cassia*, *Crotalaria*, *Tephrosia*, *Eriosema*, *Indigofera* y otros.

moplasma, incluyendo materiales para ser distribuidos fuera del CIAT (ej., germoplasma para intercambio con otras instituciones); (2) evaluación preliminar y otras actividades de selección de germoplasma por otras secciones dentro del Programa. Dentro de este marco de funciones se multiplicaron alrededor de 2000 accesiones de germoplasma bajo condiciones de casa de malla y de campo en CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira, y se distribuyeron más de 4000 muestras de germoplasma (Cuadro 2).

## Evaluación Preliminar del Germoplasma

Durante esta fase se hacen observaciones en el vivero de introducciones en CIAT-Quilichao en donde los materiales se siembran espaciados para una caracterización y multiplicación preliminar (Figura 2).



Figura 2. Evaluación preliminar de parcelas de *Stylosanthes guianensis* "tardío".

Con base en un sistema de calificación mensual del vigor, la productividad y la adaptación a las condiciones de CIAT-Quilichao (suelo muy ácido, incidencia de insectos plaga y enfermedades) se evalúa de manera preliminar el potencial de los géneros y especies prioritarias. El germoplasma nuevo que resulte promisorio en comparación con los testigos conocidos, se selecciona para evaluaciones prioritarias por las secciones de agronomía en Carimagua y Brasilia y en las Pruebas Regionales A en los otros ecosistemas. Más aún, estos materiales seleccionados pasan a una evaluación adicional en CIAT-Quilichao para confirmar su superioridad. Esto se realiza en parcelas repetidas con plantas espaciadas que también se usan para más multiplicación de semilla (Figura 3).

Durante 1979, después de un mínimo de 12 meses de observaciones, se identificaron nuevas accesiones de varias especies y géneros, como materiales promisorios para su evaluación en los otros ecosistemas. Dentro de estos materiales se incluyeron 2 accesiones de *S. capitata*, 11 de *Centrosema* spp., 2 de *Aeschynomene* spp., 17 de *Zornia* spp. y 9 de *Desmodium barbatum*; no se encontró ningún material promisorio entre las accesiones de *Macroptilium* spp., *Vigna* spp. y los tipos erectos, arbustivos de *Desmodium* spp. Entre las especies que son en la actualidad de mayor interés para el Programa, las

Cuadro 3. Evaluación preliminar de nuevas accesiones de germoplasma de pastos durante 1979 en CIAT-Quilichao.<sup>1</sup>

Especie	No. de accesiones
<i>Stylosanthes</i> aff. <i>leiocarpa</i>	16
<i>S. capitata</i>	42
<i>S. bracteata/macrocephala</i>	20
<i>S. guianensis</i> "tardío"	26
<i>Zornia</i> spp. (2 - foliolos spp.)	138
<i>Zornia</i> spp. (4 - foliolos spp.)	24
<i>Desmodium barbatum</i>	21
<i>D. heterocarpon/ovalifolium</i>	44
<i>D. heterophyllum</i>	7
<i>Calopogonium</i> spp.	81
<i>Pueraria phaseoloides</i>	10
<i>Galactia</i> spp.	75
<i>Centrosema</i> spp.	132
<i>Cassia rotundifolia</i>	15
<i>Andropogon gayanus</i>	47
<i>Brachiaria</i> spp.	24
<i>Panicum maximum</i>	95
Total	817

1 Las evaluaciones se concluirán en 1980.



Figura 3. Evaluación preliminar en CIAT-Quilichao de germoplasma de *Zornia* spp. seleccionado.

accesiones seleccionadas durante 1978, se establecieron ensayos con parcelas repetidas. Mediante la utilización de la metodología de evaluación preliminar, los materiales seleccionados como promisorios se comportaron como tales en comparación con las variedades testigo. Además, en estos experimentos se comprobó el buen potencial de

producción de semilla de las líneas seleccionadas por la considerable cantidad de semilla cosechada.

En la actualidad, un total de 817 accesiones se encuentran bajo evaluación preliminar en CIAT-Quilichao (Cuadro 3).

# AGRONOMIA DE FORRAJES EN LAS SABANAS HIPERTERMICAS (CARIMAGUA)

## Evaluación de Germoplasma

La introducción de plantas continúa jugando un papel muy importante en las actividades de selección y evaluación de especies forrajeras. Se han establecido alrededor de 600 accesiones en las parcelas del vivero para evaluarlas en las sabanas bien drenadas, hipertérmicas, representadas por el ecosistema de Carimagua en Colombia.

Los objetivos son: (1) evaluar una amplia gama de introducciones de gramíneas y leguminosas tropicales por su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas prevalentes en este ecosistema y (2) evaluar la compatibilidad de las mezclas de gramíneas/leguminosas y su persistencia bajo pastoreo.

La estabilidad del rendimiento de los componentes de la pradera sembrada de gramíneas y leguminosas bajo las condiciones reales de pastoreo, es el principal criterio utilizado en la selección de las variedades superiores de pastos. Como resultado de estos ensayos, varias accesiones consideradas como promisorias para praderas se encuentran en los estados finales de evaluación y domesticación. Existen todavía ciertas deficiencias y el objetivo primario de la evaluación realizada en Carimagua es seleccionar los genotipos superiores de las "especies claves" que, en los últimos cuatro años, han resultado promisorias en los ensayos preliminares.

Las accesiones de *Stylosanthes capitata*, *S. bracteata*, *Desmodium ovalifolium* (sin. *D. heterocarpon*), *Zornia*, *Centrosema*, *Aeschynomene* sp. y *Andropogon gayanus* constituyen la mayoría de los materiales que se encuentran en estudio. Las otras especies que presentan accesiones promisorias son *S. guianensis* "tardía" y *S. aff. leiocarpa*.

## Andropogon gayanus

Se estudió el efecto del fuego en la capacidad de recuperación de las gramíneas y leguminosas, después de quemar las asociaciones de gramíneas/leguminosas una vez ocurridas las primeras lluvias en marzo. *A. gayanus* presentó una tasa de crecimiento significativamente más

rápida durante el período de ocho semanas inmediatamente después de la quema en comparación con *B. decumbens* (Figura 4). Dos ecotipos de *S. capitata* también se recobraron con mayor rapidez que otras tres leguminosas (Cuadro 4).

Las progenies de polinización abierta de *A. gayanus* CIAT 621, un tipo con alta polinización cruzada, presentan un considerable grado de variación en varias características importantes. La variación en la fecha de floración es una de las más notorias. Las poblaciones segregantes de floración temprana y tardía muestran hasta un mes de diferencia en el comienzo de la floración. Esta diferencia parece ser menor en ambientes con días cortos los cuales ocurren al final del año. Bajo una leve presión de pastoreo, los tipos de floración tardía son preferidos por los animales. En un estudio preliminar, los segregantes de *A. gayanus* de floración temprana y tardía se compararon por su contenido de N, P, Ca y digestibilidad *in vitro* (Cuadro 5). Tanto el contenido de N como la digestibilidad

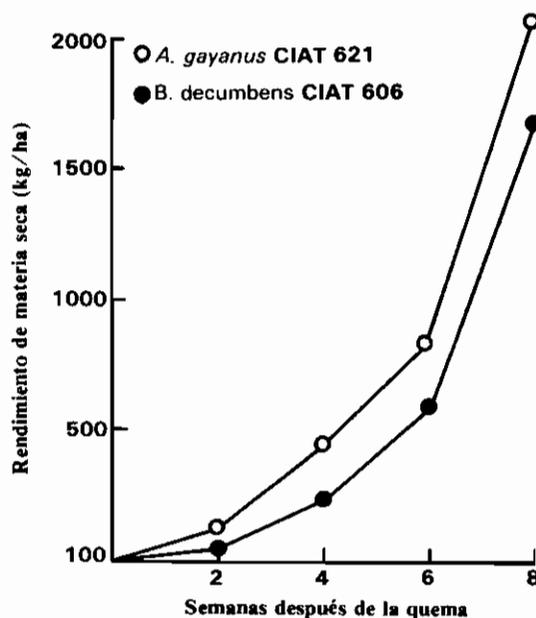


Figura 4. Tasa de recuperación de *Andropogon gayanus* CIAT 621 y *Brachiaria decumbens* CIAT 606 después de la quema (marzo 12, 1979) al principio de la estación lluviosa.

Cuadro 4. Tasa de recuperación de cinco leguminosas en asociación con *Andropogon gayanus* CIAT 621 o *Brachiaria decumbens* var. Basilisk después de quemadas, Carimagua, Llanos Orientales, Colombia. (Producción media de materia seca cada dos semanas durante ocho semanas después de la quema).

Especie	Tasa de recuperación (kg/ha cada 2 semanas)
<b>Leguminosas:</b>	
<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT 1019	138.5a <sup>1</sup>
<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT 1328	110.1a
<i>Desmodium ovalifolium</i> CIAT 350	30.5b
<i>Macroptilium</i> sp. CIAT 535	22.7b
<i>Desmodium barbatum</i> CIAT 3063	1.4b
<b>Gramíneas:</b>	
<i>Andropogon gayanus</i> CIAT 621	701.7a
<i>Brachiaria decumbens</i> var. Basilisk	422.2b

<sup>1</sup> Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.05.

Cuadro 5. Análisis mineralógico (N, P y Ca) y digestibilidad *in vitro* de segregantes de *Andropogon gayanus* CIAT 621 de floración temprana y tardía.

Segregante	N	P	Ca	digestibilidad
				<i>in vitro</i> (%)
Floración temprana	0.78	0.08	0.28	38.0
Floración tardía	1.19	0.10	0.28	46.7

disminuyen en los segregantes de floración temprana; los segregantes de floración tardía presentaron una digestibilidad *in vitro* 8.7% mayor que los de floración temprana. Los contenidos de P y Ca no variaron debido a las diferencias en las fechas de floración.

Posteriormente, se seleccionaron 100 clones de floración tardía de las viejas praderas de *A. gayanus* 621 en la estación de Carimagua y se reunieron en un vivero de policruzamientos para obtener información en cuanto a su productividad y valor nutricional.

### **Stylosanthes spp.**

Entre un gran número de accesiones de *Stylosanthes* evaluadas bajo las condiciones de Carimagua, tan sólo unas pocas accesiones de *S. capitata*, algunas variedades de *S. guianensis* del tipo tardío y una especie rizomatosa sin identificar de *Stylosanthes*, posiblemente *S. leiocarpa*, han presentado persistencia en los estudios hechos en parcelas pequeñas. Los tipos tardíos e intermedios de *S. capitata* son los más productivos en mezclas con *A. gayanus* para las zonas con una precipitación de 2000 mm, como en Carimagua (Cuadro 6). La persistencia resultó afectada por el sobrepastoreo de las plántulas en el segundo año después de haber sido establecidas. Una rotación adecuada y una alta presión de pastoreo pero intermitente aparentemente puede prevenir esta situación.

La variedad intermedia de *S. capitata* CIAT 1328 y *D. ovalifolium* CIAT 350 presentaron patrones similares de crecimiento prolongado y compatibilidad con *A. gayanus* (Figuras 5 y 6). *S. capitata* CIAT 1019 de floración temprana presentó una baja tasa de crecimiento durante la estación lluviosa e inmediatamente después cuando esta accesión se encontraba en la etapa reproductiva. En el mismo experimento de corte, las productividades de *D. barbatum* CIAT 3063 y *Macroptilium* sp. CIAT 535 resultaron muy bajas.

### **Desmodium ovalifolium**

Esta leguminosa de los trópicos del hemisferio occidental originó praderas muy productivas cuando se mezcló con gramíneas estoloníferas y agresivas como *Brachiaria decumbens*, *Cynodon niemfuensis* y *Digitaria decumbens*, así como también con las especies vigorosas *A. gayanus* y *P. maximum*.

La distribución estacional del rendimiento y la composición de las mezclas promisorias de gramíneas/leguminosas se está estudiando en áreas establecidas en 1977. Se registró un equilibrio satisfactorio

Cuadro 6. Rendimientos iniciales de cuatro ecotipos de *Stylosanthes capitata* y *Andropogon gayanus* en Carimagua, Llanos Orientales, Colombia.

Especie	Rendimiento de materia seca (kg/ha/mes)
<u><i>Stylosanthes capitata</i></u>	
Accesiones del CIAT No.:	
1097 - floración tardía	1771.1a <sup>1</sup>
1078 - floración tardía	1533.9a
1405 - temprana/intermedia - estación	1128.3b
1019 - temprana	978.0b
<u><i>Andropogon gayanus</i></u>	968.0b

1 Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.05.

de gramíneas/leguminosas de 51:49 en praderas de *B. decumbens*/*D. ovalifolium*. Por otra parte, en las parcelas de *A. gayanus*/*D. ovalifolium* ocurrió un ligero dominio de la leguminosa bajo alta presión de pastoreo (Figura 7).

*D. ovalifolium* 350 es aparentemente una especie de palatabilidad intermedia, aceptada por los animales en la estación seca. Por lo tanto, el objetivo del actual programa de selección consiste en identificar los genotipos con mejor palatabilidad, que sea consumida a voluntad por los animales y buena digestibilidad dentro del complejo *D. ovalifolium*/*heterocarpon*.

### Zornia sp.

Muchas de las accesiones de *Zornia* dentro de la colección del CIAT son afectadas por una enfermedad causada por el hongo *Sphaceloma* sp. Aunque en algunos casos las plantas se han recuperado completamente, la selección por resistencia a la enfermedad es el principal objetivo del proyecto recién establecido. La resistencia a la enfermedad parece ser más frecuente en las especies brasileñas de *Zornia*.

Entre los estudios con esta especie se incluyen los ensayos de pastoreo y mezclas con *A. gayanus* de 10 ecotipos.

En los futuros estudios se hará especial énfasis en la evaluación sistemática de todas las introducciones disponibles con el objeto de seleccionar material con mejor comportamiento en la estación seca y resistencia a la costra por *Sphaceloma*.

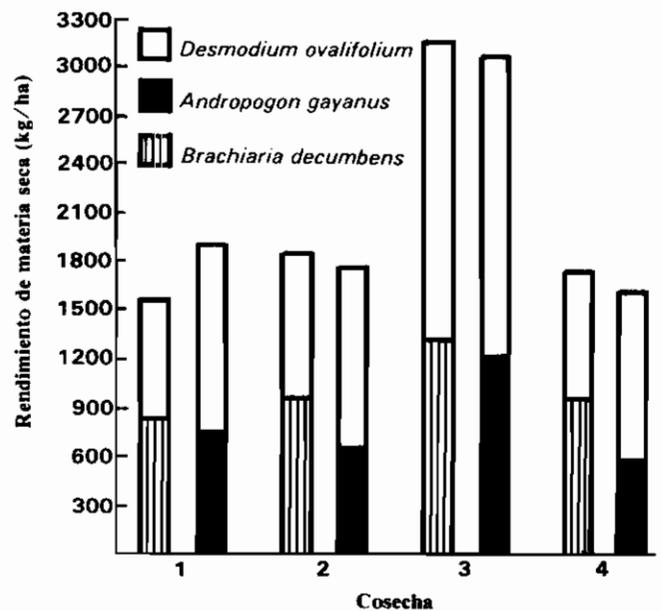


Figura 7. Rendimientos iniciales de *Desmodium ovalifolium* en asociación con *Andropogon gayanus* CIAT 621 y *Brachiaria decumbens* var. Basilisk establecidos en 1977 en Carimagua, Llanos Orientales, Colombia. (Cosechas mensuales durante la estación lluviosa, 1979).

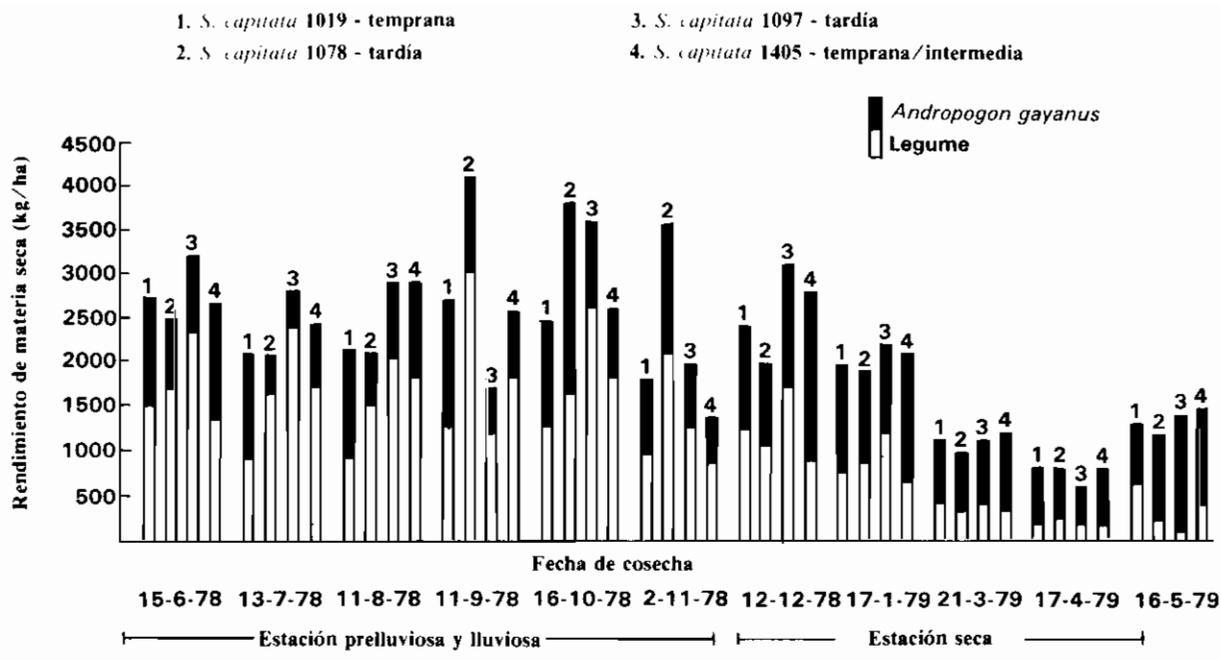


Figura 5. Rendimientos promedio mensuales de cuatro tipos de *Stylosanthes capitata* en asociación con *Andropogon gayanus* bajo pastoreo en Carimagua.

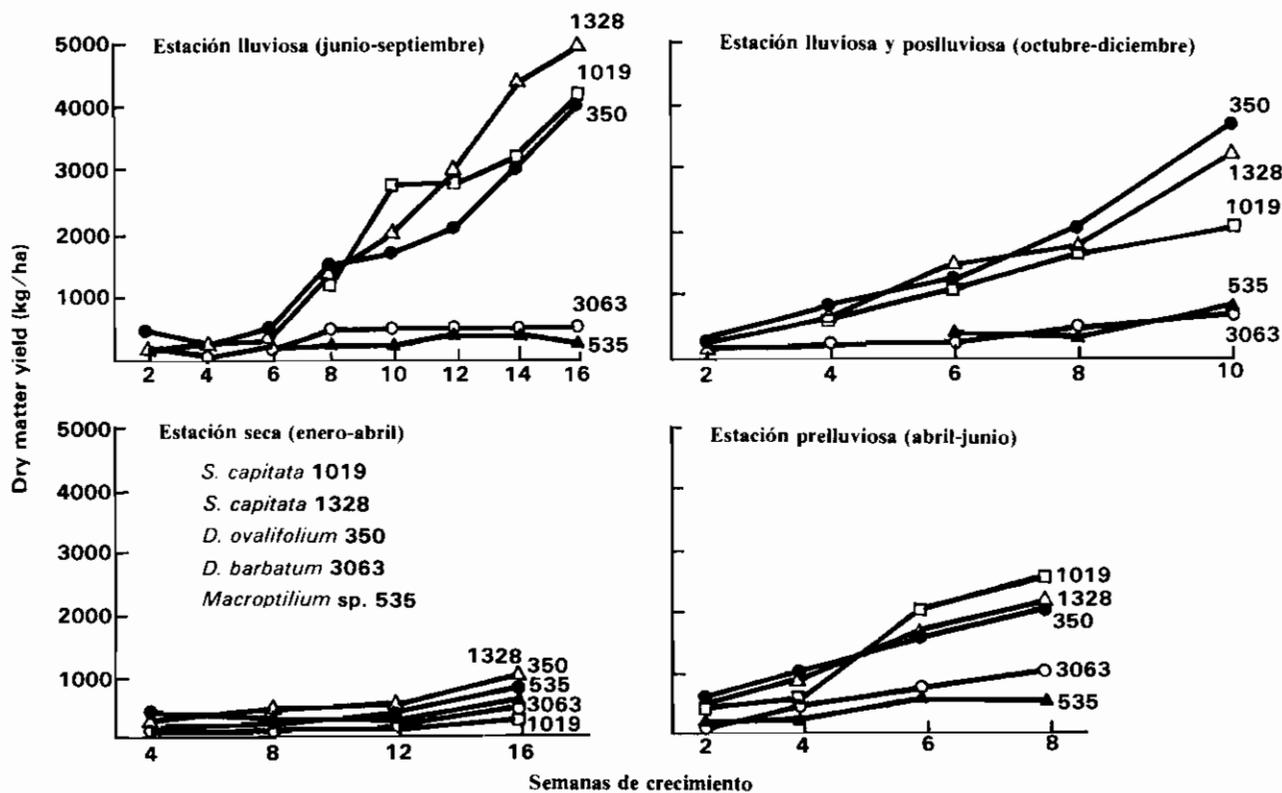


Figura 6. Tasa de crecimiento y distribución estacional del rendimiento de *Stylosanthes capitata* 1019 (temprana) y 1328 (intermedia). *Desmodium ovalifolium*, 350, *D. barbatum*.

# AGRONOMIA DE FORRAJES EN LAS SABANAS TERMICAS (CERRADO)

Los objetivos de esta sección son: (1) evaluar y seleccionar germoplasma bajo las condiciones del Cerrado, por adaptación a los suelos ácidos, persistencia bajo pastoreo y resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades; (2) evaluar el potencial del Cerrado para la producción de semilla comercial; y (3) producción de semilla de germoplasma seleccionado para ser suministrada a los programas de evaluación del Centro de Pesquisa dos Cerrados, CPAC, de Brasil.

## Evaluación de Pastos

### Evaluación preliminar de germoplasma

En noviembre de 1978 se sembraron 352 introducciones de leguminosas en los dos principales tipos de suelo de la región—Latosol Rojo-Amarillo (Latosolo Vermelho Amarelo-LVA) y Latosol Rojo-Oscuro (Latosolo Vermelho Escuro-LVE). En el Cuadro 7 se presentan algunas características físicas y químicas típicas de estos

suelos. El sitio del LVA se localiza 100 m más arriba que el del LVE, en una planicie más descubierta. En el LVE, una de las repeticiones se sembró con *Andropogon gayanus* para pastoreo a fin de detectar accesiones no apetecibles por los animales. Los géneros y el número de accesiones evaluadas se presentan en el Cuadro 8. Las especies de *Stylosanthes* representan casi el 50% de las introducciones y un total de 159 introducciones provienen de Brasil. Se hizo énfasis en el género *Stylosanthes* pues la experiencia previa ha demostrado su buena adaptación a los suelos ácidos y de baja fertilidad del área objetivo.

La producción de materia seca de la mayoría de las accesiones que crecieron en el LVE resultó mayor que la obtenida en el LVA. Las diferencias en el rendimiento de materia seca entre los dos sitios representó variaciones desde el 2% para *Zornia* spp. hasta el 65% para las accesiones de *S. capitata*.

Cuadro 7. Características físicas y químicas del perfil del Latosol Rojo-Oscuro (LVE) y del Latosol Rojo-Amarillo (LVA) en el CPAC, Brasil.

Suelo	Profundidad (cm)	Textura	pH en agua	Cationes inter- cambiables		K (meq/100 g)	Sat. de Al (%)
				Al (meq/100 g)	Ca+Mg (meq/100 g)		
<u>LVE</u>	0- 10	Arcillosa	4.9	1.9	0.4	0.10	79
	10- 35	Arcillosa	4.8	2.0	0.2	0.05	89
	35- 70	Arcillosa	4.9	1.6	0.2	0.03	88
	70-150	Arcillosa	5.0	1.5	0.2	0.01	88
<u>LVA</u>	0- 20	Franco arcillo arenosa	5.0	0.4	0.05	0.06	77
	20- 40	Franco arcillo arenosa	4.9	0.07	0.03	0.03	50
	100-120	Franco arcillo arenosa	5.6	0.01	0.03	0.01	07

Fuente: Informe Anual, CPAC, 1976.

Cuadro 8. Germoplasma de leguminosas bajo evaluación preliminar en el CPAC, en el Cerrado, Brasil.

Especies de <i>Stylosanthes</i>	No. de accesiones
<i>Stylosanthes guianensis</i>	58
<i>S. guianensis</i> (tardío)	12
<i>S. capitata</i>	27
<i>S. viscosa</i>	14
<i>S. humilis</i>	14
<i>S. bracteata</i>	4
<i>S. hamata</i>	4
<i>S. ingrata</i>	1
Total	134
<u>Otros géneros</u>	
<i>Zornia</i>	49
<i>Desmodium</i>	30
<i>Leucaena</i>	18
<i>Centrosema</i>	18
<i>Aeschynomene</i>	16
<i>Galactia</i>	14
<i>Calopogonium</i>	13
<i>Macroptilium/Vigna</i>	11
<i>Pueraria</i>	3
<i>Soemmeringia</i>	2
<i>Teramnus</i>	2
Total	176

Se confirmó el carácter promisorio del género *Stylosanthes*. Con base en la producción de materia seca, el potencial de recuperación, el verdor en épocas secas, el potencial de producción de semilla y la tolerancia a plagas y enfermedades, se seleccionaron 40 introducciones de este género para hacer posteriores evaluaciones (Cuadro 9). Las introducciones seleccionadas de *S. guianensis* estuvieron casi exclusivamente representadas por el tipo tardío, de tallo fino, viscoso, de floración tardía y con excelente tolerancia a la antracnosis durante un período de más de cuatro años. Las accesiones de *S. scabra* han presentado una buena adaptación a ambos tipos de suelos y una baja susceptibilidad a la antracnosis. Ninguna de las introducciones de *S. bracteata* resultó mejor que el testigo CIAT 1528. Las accesiones de *S. humilis* y *S. hamata* han presentado una alta susceptibilidad a la antracnosis.

Las nuevas introducciones de las especies *Calopogonium* y *Galactia* no fueron más productivas que las variedades comerciales brasileñas. Además, las

accesiones de *Galactia* produjeron muy poca semilla. *Aeschynomene* mostró una alta susceptibilidad a la antracnosis, mientras que las especies de *Teramnus*, *Desmodium*, *Pueraria*, *Vigna*, *Soemmeringia* y *Centrosema* presentaron un crecimiento relativamente pobre.

Las introducciones de las especies de *Zornia*, principalmente *Z. latifolia* proveniente de los llanos colombianos, resultaron más vigorosas que el testigo CIAT 728. Sin embargo, todas las accesiones presentaron una fuerte renovación foliar al final de la estación lluviosa. Además, al final de la época seca el rebrote de casi todas las introducciones fue severamente afectado por los insectos y aproximadamente el 50% de las accesiones fueron afectadas por una enfermedad viral. Estos complejos de síntomas de virus/hongos/insectos se registraron también en las especies nativas de *Zornia*. Por lo tanto, es aconsejable hacer evaluaciones sistemáticas de las accesiones de esta especie por su resistencia a este complejo de problemas.

Entre las leguminosas de ramoneo, *Desmodium* (= *Codariocalyx*) *gyroides* CIAT 3001 ha presentado una buena adaptación a ambos tipos de suelo, LVE y LVA. El ganado la consumió con facilidad y la accesión se seleccionó para posteriores evaluaciones. En la otra especie leñosa de *Desmodium* se observaron síntomas severos de un virus en las hojas. Las accesiones de *Leucaena leucocephala* se han establecido de manera relativamente lenta.

La antracnosis se ha constituido en el principal problema entre las enfermedades; sin embargo, su incidencia en las especies de *Stylosanthes* y *Aeschynomene* fue más leve en el sitio del LVA que en el sitio del LVE. No está muy claro aún si esta diferencia es una consecuencia del clima (ej. baja humedad a causa de los continuos vientos secos), en el sitio del LVA o al bajo nivel de inóculo presente debido a una ausencia de leguminosas nativas y al hecho que previamente no se había realizado experimentación intensiva en esa zona.

Hasta el momento no se ha presentado problema con el barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) o el perforador de botones (*Stegasta* sp.). Algunos ataques severos de hormigas comedoras del follaje (una plaga no específica de pastos) durante el establecimiento, se controlaron mediante aplicaciones de bromuro de metilo al hormiguero.

Cuadro 9. Accesiones promisorias de cuatro especies de Stylosanthes seleccionadas para posteriores evaluaciones en los dos principales tipos de suelos del Cerrado.

Especie	No. de accesión del CIAT	Origen	Adaptación a		Floración <sup>2</sup>			
			LVE	LVA	Tem- prana	Inter- media	Tar- día	
<u>S. guianensis</u>	2243 <sup>1</sup>	Distrito Federal, Brasil	+	+			+	
	2244 <sup>1</sup>	Goiás, Brasil	+	-			+	
	2203 <sup>1</sup>	Goiás, Brasil	+	+			+	
	1262 <sup>1</sup>	Matto Grosso, Brasil	+	+			+	
	2245 <sup>1</sup>	Piauí, Brasil	+	-			+	
	2247 <sup>1</sup>	Bahía, Brasil	+	+		+		
	1059 <sup>1</sup>	Bahía, Brasil	+	+			+	
	1062 <sup>1</sup>	Bahía, Brasil	+	+			+	
	1095 <sup>1</sup>	Bahía, Brasil	-	+			+	
	1175	Colombia	+	+		+		
	1280 <sup>1</sup>	Maranhao, Brasil	-	+			+	
	1534 <sup>1</sup>	Venezuela	-	+			+	
	1633 <sup>1</sup>	Goiás, Brasil	+	+			+	
	<u>S. capitata</u>	2246	Piauí, Brasil	+	-			+
1686		Matto Grosso, Brasil	+	+		+		
1728		Matto Grosso, Brasil	+	+			+	
<u>S. scabra</u>	1943	Minas Gerais, Brasil	+	+			+	
	1009	Bahía, Brasil	+	+		+		
	1047	Bahía, Brasil	+	+		+		
	1050	Bahía, Brasil	+	-		+		
	1064	Bahía, Brasil	+	+		+		
	1710	Matto Grosso, Brasil	+	-		+		
	1773	Matto Grosso, Brasil	+	-	+			
	2299	Goiás, Brasil	+	-		+		
	2300	Maranhao, Brasil	+	-			+	
	2301	Maranhao, Brasil	-	+			+	
	2302	Piauí, Brasil	+	+		+		
	2303	Probablemente Brasil	+	+		+		
	2304	Probablemente Brasil	+	-	+			
	2305	Probablemente Brasil	+	-		+		
	2306	Probablemente Brasil	+	+		+		
	2307	Pernambuco, Brasil	+	+		+		
	2308	Bahía, Brasil	+	-		+		
	2309	Probablemente Brasil	+	+		+		
	<u>S. viscosa</u>	1094	Bahía, Brasil	+	-		+	
		1132	Belice	-	+		+	
1547		Venezuela	+	-		+		
1638		Sao Paulo, Brasil	+	+		+		
1783		Matto Grosso, Brasil	+	+		+		
1790		Matto Grosso, Brasil	+	-		+		

1 Tipos tardío

2 Temprana = diciembre-enero; Intermedia = febrero-marzo; tardía = abril o más tarde.

## Evaluación agronómica

En diciembre de 1978 se establecieron dos ensayos separados: uno para evaluar leguminosas y el otro para gramíneas. Dentro del germoplasma utilizado en estos ensayos se incluyeron algunos materiales comerciales (testigos), accesiones de la Categoría II en el CPAC y algunas líneas experimentales de la Categoría IV en el CIAT (Cuadro 10).

Se previno el pastoreo durante esta época para permitir un mejor establecimiento de las plantas. En mayo de 1979, al final de la estación lluviosa, se tomaron muestras en las parcelas con leguminosas. El contenido de leguminosas (Figura 8) de las parcelas de *A. gayanus* fue más del doble que en parcelas con *B. decumbens*, confirmando la gran compatibilidad de la especie erecta *A. gayanus*. Las dos accesiones de *Centrosema* prácticamente desaparecieron de todas las parcelas. *Desmodium ovalifolium* se encon-

traba en la parcela, pero por debajo de la altura de corte (15 cm). El ensayo de evaluación de gramíneas no se evaluó durante esta estación.

Se vigiló la incidencia de antracnosis en las introducciones de *Stylosanthes*. Todas las accesiones de *S. capitata* y *S. guianensis* presentaron síntomas de la enfermedad pero éstos no necesariamente fueron severos. Se consideró de especial interés la reacción presentada por *S. guianensis* CIAT 2243 (tipo tardío). En el estado de plántula se presentaron síntomas pero luego se recuperaron completamente. Esto se había observado previamente; las observaciones hechas en un período de cuatro años han indicado que después del año de establecidas, las plantas no vuelven a ser atacadas por el hongo. Esto parece estar correlacionado con el aumento de la pegajosidad de las superficies de las hojas y tallos de las plantas después de pasar el estado de plántula. Por consiguiente, se inició la

Cuadro 10. Leguminosas y gramíneas en evaluación agronómica en el CPAC, Brasil, 1978-79.

Leguminosas <sup>1</sup>	Gramíneas <sup>2</sup>
<i>Stylosanthes guianensis</i> var. Cook	<i>Andropogon gayanus</i> CIAT 621
<i>S. guianensis</i> "tardío" CIAT 2243	<i>Brachiaria ruziziensis</i> (comercial)
<i>S. capitata</i> CIAT 1405	<i>B. decumbens</i> var. Basilisk
<i>S. capitata</i> CIAT 1019	<i>B. humidicola</i> (comercial)
<i>S. capitata</i> CIAT 1315	<i>Panicum maximum</i> var. Guinezinho
<i>S. capitata</i> CIAT 1097	
<i>S. capitata</i> CIAT 1078	
<i>S. bracteata</i> CIAT 1582	
<i>Zornia latifolia</i> CIAT 728	
<i>Calopogonium mucunoides</i> (comercial)	
<i>Galactia striata</i> CIAT 964	
<i>Desmodium ovalifolium</i> CIAT 350	
<i>Centrosema pubescens</i> (comercial)	
<i>Centrosema pubescens</i> CIAT 438	

1 Sembradas con *Andropogon gayanus* CIAT 621 y *Brachiaria decumbens* var. Basilisk.

2 Sembradas con *Calopogonium mucunoides* (comercial) y *Stylosanthes guianensis* var. Cook.

selección de ecotipos resistentes, así como también el estudio para tratar de entender la naturaleza del mecanismo de resistencia a la antracnosis, incluyendo la hipótesis sobre las sustancias viscosas.

## Producción de Semilla

Muchas de las áreas del Cerrado parecen aptas, desde el punto de vista del clima, para producción de semilla de forrajes. Para confirmarlo, en diciembre de 1978 se estableció un experimento con nueve accesiones promisorias de leguminosas y cuatro de gramíneas. Los resultados se presentan en el Cuadro 11. Se observó un excelente establecimiento en todos los casos, con excepción de *S. capitata* CIAT 1078, el cual resultó más lento que el resto de las otras accesiones. *D. ovalifolium* o *P. phaseoloides* no produjeron flores durante esta estación, lo cual puede estar relacionado con la latitud de la localidad.

Los rendimientos de semilla fueron especialmente bajos en *S. capitata* CIAT 1078 y *S. bracteata* CIAT 1582. *S. capitata* CIAT 1405 y CIAT 1315, como también *S. hamata* CIAT 147, dieron excelentes rendimientos de semilla.

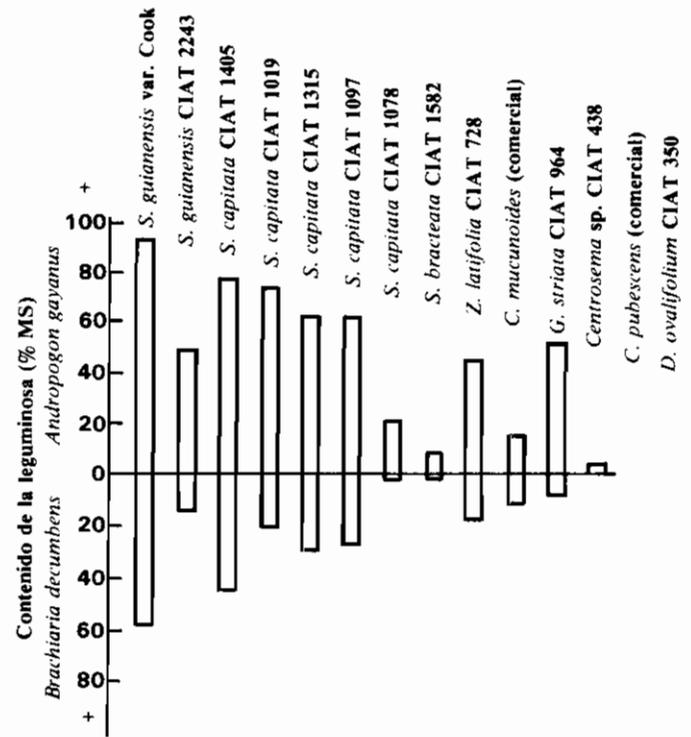


Figura 8. Contenido de leguminosas en parcelas de Categoría III sembradas en mezclas con *Andropogon gayanus* o *Brachiaria decumbens*. (Corte a finales de la estación lluviosa a los 15 cm de altura).

Cuadro 11. Emergencia de plantas y datos de producción de semilla de accesiones de leguminosas sembradas en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Leguminosa	Emergencia a los 50 días (plantas/m <sup>2</sup> )	Fecha primera floración	Fecha cosecha	Rendimiento materia seca (kg/ha)	Rendimiento semilla pura (kg/ha)
<i>Zornia latifolia</i> CIAT 728	50	5-3-79	29-5-79	1283	175
<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT 1405	74	8-4-79	11-6-79	3200	199
<i>S. capitata</i> CIAT 1315	60	11-4-79	8-6-79	2761	150
<i>S. capitata</i> CIAT 1078	14	28-3-79	6-7-79	566	31
<i>S. bracteata</i> CIAT 1582	30	6-4-79	13-6-79	608	17
<i>S. hamata</i> CIAT 147	38	20-2-79	31-5-79	4036	322
<i>S. guianensis</i> "tardío" CIAT 2243	54	1-6-79	4-9-79	5271	42
<i>Desmodium ovalifolium</i> CIAT 350	94	-- <sup>1</sup>	-	-	-
<i>Pueraria phaseoloides</i> CIAT 9900	24	-- <sup>1</sup>	-	-	-

1 No produjeron flores.

Cuadro 12. Emergencia de plantas y datos de producción de semilla de accesiones de gramíneas sembradas en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Gramíneas	Emergencia a los 50 días (plantas/m <sup>2</sup> )	Fecha primera floración	Fecha cosecha	Rendimiento materia seca (kg/ha)	Rendimiento semilla pura (kg/ha)
<i>Brachiaria humidicola</i> (comercial)	16	22-3-79	23-5-79		12
<i>B. decumbens</i> var. Basilisk	20	20-2-79	2-5-79 4-7-79	6820	147 16
<i>Panicum maximum</i> var. Petrie green panic	24	13-2-79	12-3-79 27-4-79 22-6-79	6300	93 40 2
<i>Andropogon gayanus</i> CIAT 621	32	27-4-79	7-6-79	8247	128

Los resultados de producción para las accesiones de gramíneas se presentan en el Cuadro 12. *B. humidicola* CIAT 6013 se estableció con mucha lentitud y produjo muy poca semilla durante esta estación. La producción de semilla en las otras tres gramíneas resultó similar. El patrón de producción de inflorescencias en las cuatro gramíneas se presenta en la Figura 9. *B. decumbens* CIAT 606 y *P. maximum* CIAT 685, como ocurre con la mayoría de las gramíneas tropicales produjeron inflorescencias durante un período considerable de tiempo con gran variación en la maduración entre inflorescencias y en las inflorescencias individuales. Más aún, con los ciclos sucesivos de producción de inflorescencias, el porcentaje de brotes fértiles disminuyó considerablemente. Por lo tanto, los rendimientos de semilla en la segunda y tercera cosecha disminuyeron. Por otra parte, más del 83% del total de las inflorescencias producidas por *A. gayanus* CIAT 621 aparecieron a la semana de haberse iniciado la formación de inflorescencias, con un aumento relativamente pequeño de ahí en adelante.

Se observó una infección severa de antracnosis en *S. capitata* CIAT 1405 y áreas extensas con plantas muertas.

También se observó una alta mortalidad de plantas en parcelas con *S. capitata* CIAT 1315. Aunque se encontraron lesiones de antracnosis en las hojas de esta última accesión, la causa de la muerte de plantas todavía no se ha determinado. Las gramíneas se encontraban libres de enfermedades excepto por la presencia de *Ustilago* sp. en algunas semillas de *P. maximum*. Un ataque del gusano *Mocis latipes* en *Panicum* y *Andropogon* se controló con facilidad mediante la aplicación de un insecticida carbamato. Una pequeña epidemia de *Stegasta* sp. se controló con malathion.

Además de evaluar el potencial de la región para la producción comercial de semilla, el programa cumple otras funciones: la multiplicación de semilla de líneas promisorias para posteriores evaluaciones, suministrar semilla a otras áreas de investigación y, finalmente, producir semilla fundación de los nuevos materiales. Actualmente se está multiplicando la semilla de *D. ovalifolium* CIAT 350, *Z. latifolia* CIAT 728, *S. capitata* CIAT 1315, *S. capitata* CIAT 1097, *S. guianensis* CIAT 1262, *S. guianensis* CIAT 2247, *S. scabra* var. seca y *A. gayanus* CIAT 621.

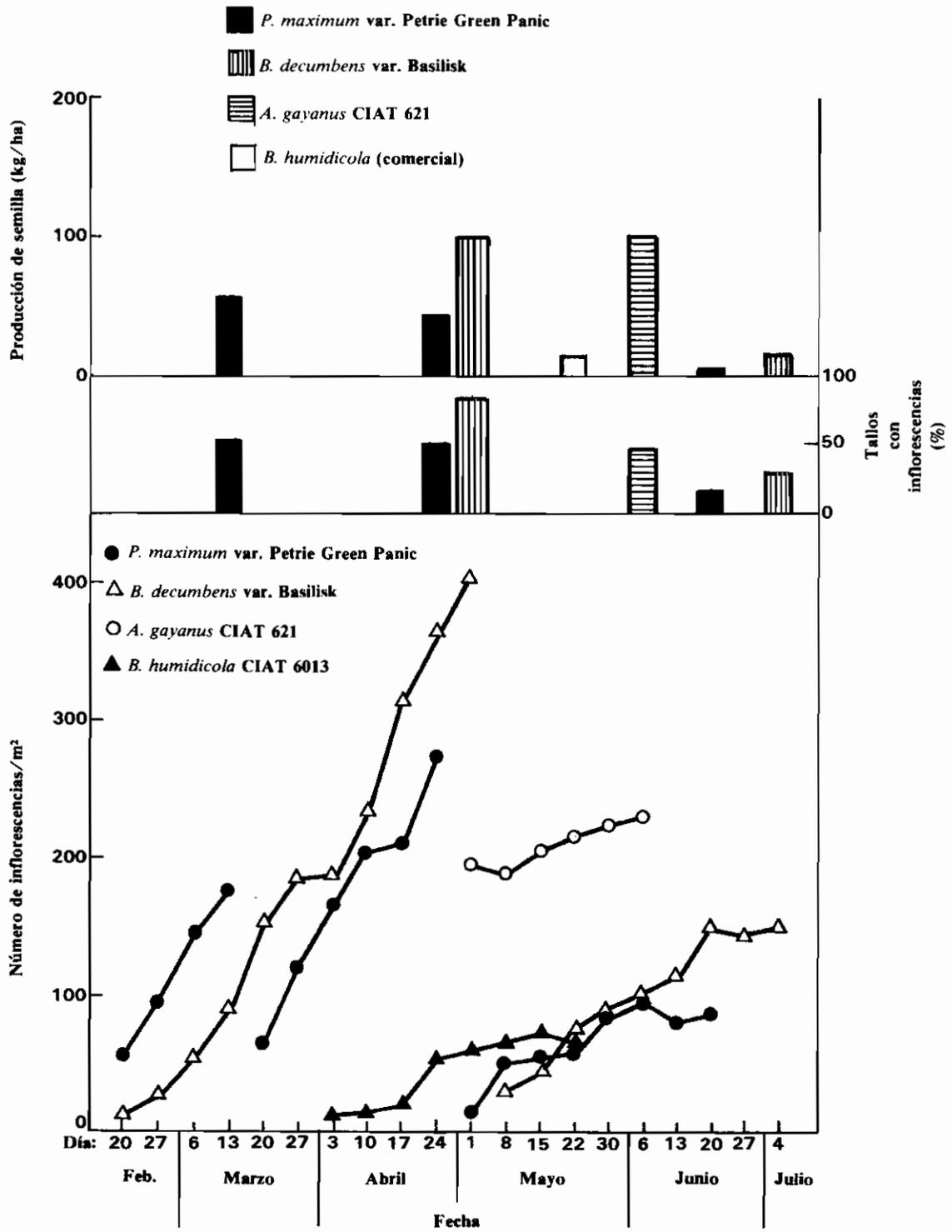


Figura 9. Patrón de producción de inflorescencias y semilla en cuatro gramíneas tropicales en el Cerrado, CPAC, 1979.



# AGRONOMIA DE PASTOS (CIAT-QUILICHAO)

Dentro de la reorganización del Programa de Pastos Tropicales, el trabajo de agronomía en CIAT-Quilichao se concentra principalmente en investigación básica para suministrar información a otras secciones del Programa, evaluar metodologías con especial énfasis en la red de ensayos regionales y también diseñar experimentos demostrativos utilizados en las actividades de adiestramiento.

Limonar (cerca de CIAT-Quilichao) con cinco accesiones de *Centrosema pubescens* (CIAT 438, 442, 455, 456 y 469) en mezcla con *Andropogon gayanus* CIAT 621 después de tres años de establecido el pastoreo en rotación. Esta área comenzó con una alta proporción de leguminosas en la mezcla; sin embargo, la composición botánica cambió rápidamente y se estabilizó después del segundo año con una proporción de gramínea/leguminosa de 85:15 (Figura 10).

## Evaluación de Germoplasma

Entre los experimentos que se habían establecido en años anteriores, se evaluó el ensayo de pastoreo en El

A pesar de la disminución en la proporción de la leguminosa, es importante indicar que la productividad

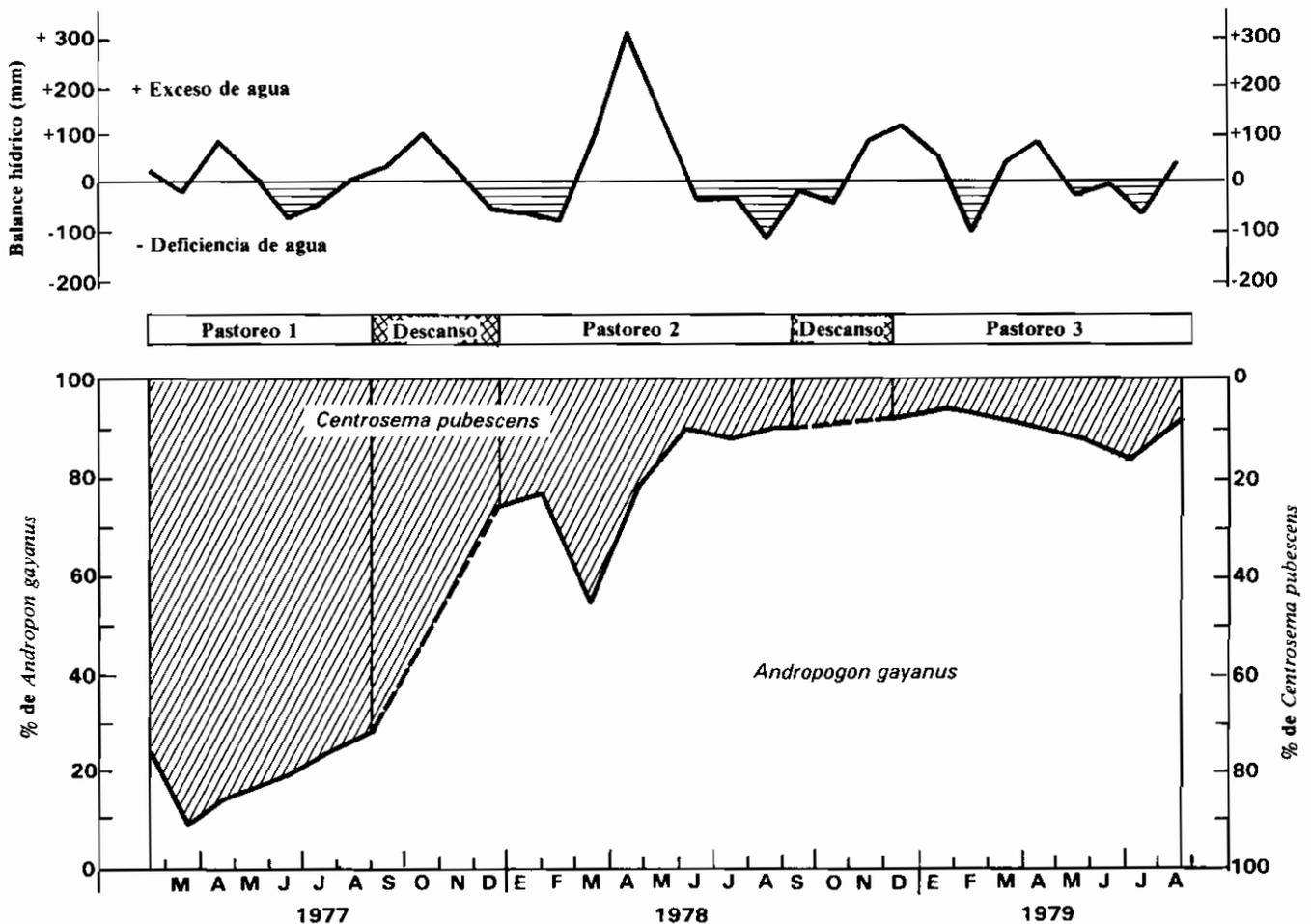


Figura 10. Proporciones de *A. gayanus* y *Centrosema* spp. en mezcla, bajo pastoreo (1=2.3 cabezas/ha, 2=2.7 cabezas/ha y 3=4.6 cabezas/ha).

aumentó. La carga animal se aumentó de 2.3 cabezas/ha durante el primer período de pastoreo a 2.7 cabezas/ha durante el segundo año y finalmente, a 4.6 cabezas/ha en el tercer año. Estas cargas se aplicaron en rotación, con un período de pastoreo de 15 días cada 30 días durante 7-8 meses por año.

De esta manera, el primer período de descanso, que coincidió con un período de lluvia después de aumentar el N en el suelo debido a la leguminosa, favoreció significativamente el crecimiento de *A. gayanus*. El segundo período de pastoreo, con un período de sequía, ayudó en la recuperación de *C. pubescens*. Con el aumento de la precipitación, *A. gayanus* finalmente constituyó el 85-90% de la población de la parcela. Esta proporción permaneció más o menos estable durante el último año sin mayores efectos por los tratamientos de pastoreo ni por las condiciones climáticas.

Esta aparente estabilidad de la mezcla y la mayor productividad de la parcela en el actual estado de equilibrio es un resultado muy interesante el cual se seguirá observando por lo menos durante un año más.

El potencial forrajero de *A. gayanus* CIAT 621 se evaluó en asociaciones de gramíneas/leguminosas en parcelas bajo corte y en pastoreo, en comparación con otras gramíneas vigorosas. De ocho especies de gramíneas cultivadas en parcelas mezcladas con *Desmodium ovalifolium*, las más productivas (en orden descendente) fueron: *A. gayanus* CIAT 621, dos tipos de crecimiento indeterminado de *Panicum maximum* var. Makueni y CIAT 673 y *Brachiaria decumbens* var. Basilisk. *Echinochloa polystachya* fue la especie menos productiva. En el experimento de corte cada seis semanas se mantuvo un porcentaje deseable 60:40 en el balance gramínea/leguminosa con las tres especies más productivas. En la asociación *B. decumbens*/*D. ovalifolium* se observó un contenido significativamente menor de la leguminosa (30% menos con base en peso seco) (Cuadro 13).

Como se indicó en el Informe Anual del CIAT, 1978, el mayor contenido de proteína se observó en *A. gayanus* en asociación con *C. pubescens* que con *S. guianensis* (Figura 11). Sin embargo, con los resultados obtenidos este año, se encontró que el mayor contenido de proteína en las

Cuadro 13. Rendimiento (cosechas cada 6 semanas) de ocho especies de gramíneas cultivadas en asociación con *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en CIAT-Quilichao, 1978-79.

Especie de gramínea	Accesión del CIAT No.	Rendimiento de materia seca (kg/ha/año)			Gramínea: Leguminosa
		Gramínea	Leguminosa	Total	
<i>Brachiaria decumbens</i>	664	7317abc <sup>1</sup>	3229b	10,547abc	69.4:30.6
<i>Panicum maximum</i> var. Makueni	622	6727abcd	4636a	11,363abc	59.2:40.8
<i>P. maximum</i>	673	7494ab	4828a	12,322ab	60.8:39.2
<i>Andropogon gayanus</i>	621	7580a	5225a	12,805a	59.2:40.8
<i>P. maximum</i>	671	5335bcde	4888a	10,224bc	52.2:47.8
<i>P. maximum</i>	661	4549de	5671a	10,220bc	44.5:55.5
<i>P. maximum</i>	669	5126cde	5289a	10,415abc	49.2:50.8
<i>Echinochloa polystachya</i>	comercial	4305e	4645a	8,950c	48.1:51.9

<sup>1</sup> / Los promedios dentro de una columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.05.

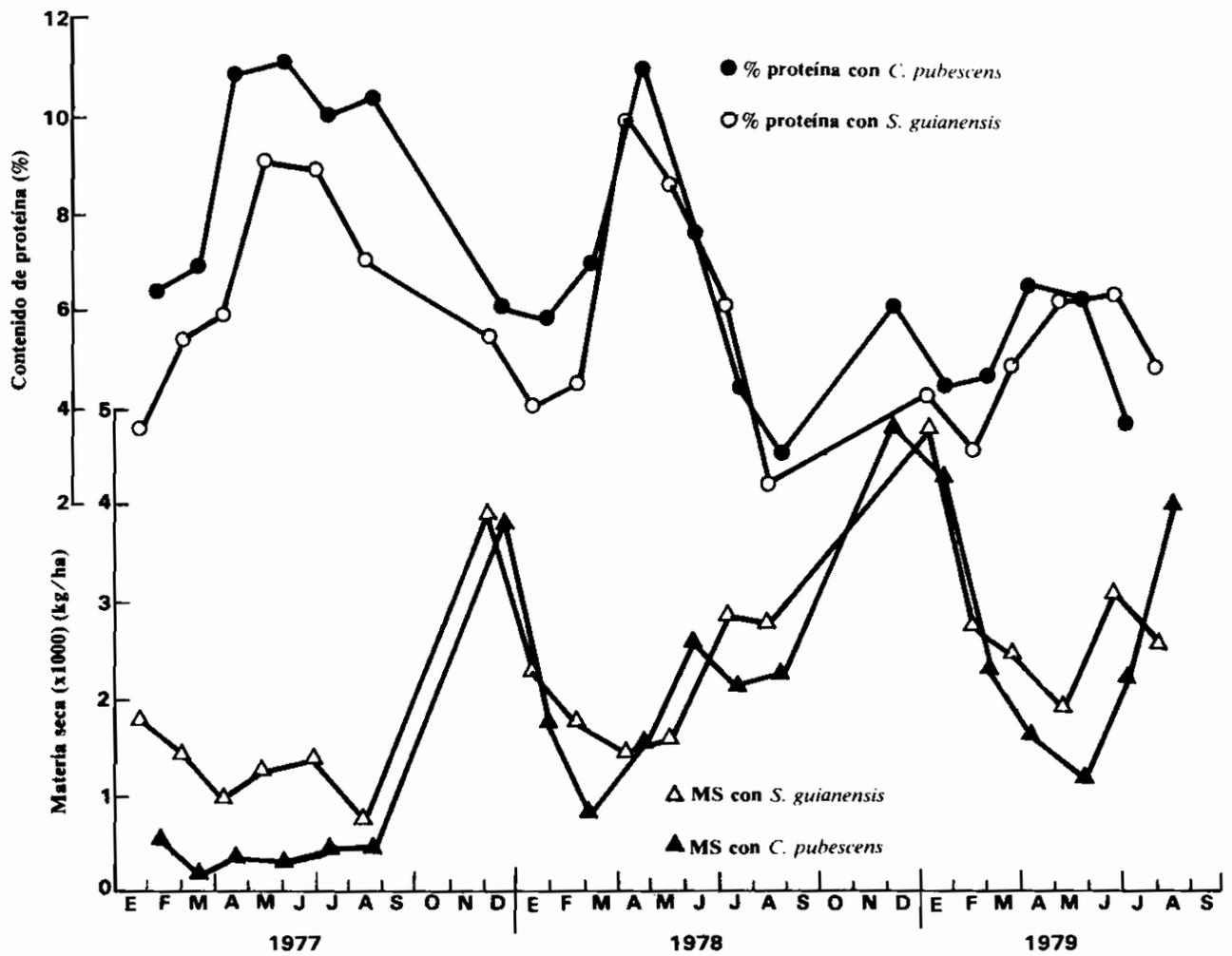


Figura 11. Porcentaje de proteína y materia seca producida por *Andropogon gayanus* en muestras de mezclas con *Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guianensis*.

muestras de *A. gayanus* se debió principalmente a un efecto combinado de la cantidad de materia seca incluida; es decir, en la mayoría de los casos las muestras de *A. gayanus* eran más pequeñas cuando estaba en asociación con *C. pubescens* que con *S. guianensis*. Esta diferencia, la cual es especialmente notoria durante el primer año, posiblemente se debe al efecto de las diferencias en el estado de madurez el cual, en el caso de *A. gayanus*, puede ser el resultado de un pastoreo preferencial. La Figura 12 muestra la relación entre el tamaño de las muestras de *A. gayanus* y su contenido de proteína. Esta relación se expresa mediante la ecuación  $\hat{Y} = 69.8 X^{-0.32}$  basada en los promedios de las muestras de la gramínea asociada con todas las leguminosas consideradas en el ensayo. Estos resultados parecen confirmar la explicación anterior para entender las diferencias observadas en el contenido de proteína de *A. gayanus* en asociación con dos leguminosas diferentes.

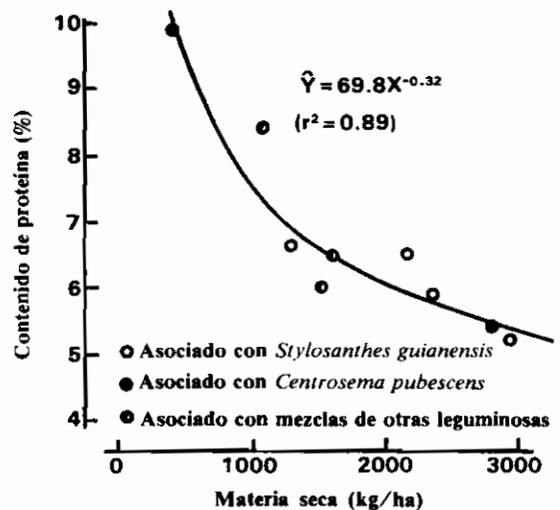


Figura 12. Contenido de proteína en muestras de *Andropogon gayanus* en asociación con diferentes leguminosas.

## Selectividad de Herbicidas y Control de Malezas

Las malezas se pueden convertir en un problema durante el establecimiento de pastos en los suelos ácidos e infértiles, cuando la fertilidad natural es mayor en los suelos nuevos o después de una fertilización con P. Para estudiar la selectividad de productos químicos en el establecimiento de leguminosas promisorias, se estudiaron 11 herbicidas preemergentes y 4 posemergentes. El Cuadro 14 presenta los resultados de los mejores tratamientos químicos.

Cuando se consideró la posibilidad de que *A. gayanus* se pudiera convertir en una maleza para otros cultivos, se aplicaron 7 herbicidas en posemergencia para evaluar su efectividad. Los dos tratamientos más efectivos consistieron en dalapón en dos aplicaciones y glifosato (Cuadro 15). Este estudio continuara con la aplicación de los dos herbicidas seleccionados, en diferentes dosis y en distintos estados de desarrollo de *A. gayanus*.

## Estudios sobre Metodología

Los estudios sobre metodología se iniciaron mediante el uso de material de germoplasma establecido en un antiguo experimento de agronomía de gramíneas (40 ecotipos de gramíneas en asociación con *Stylosanthes capitata* CIAT 1405). El objetivo de estos estudios es establecer las curvas de crecimiento durante los períodos de precipitación mínima y máxima, para el germoplasma de gramíneas y leguminosas que se está distribuyendo a la Red de Ensayos Regionales. La Figura 13 presenta las curvas de crecimiento de 5 de las 40 gramíneas evaluadas durante un período de sequía. Estos estudios serán complementados con datos sobre la relación de hojas:tallos y con análisis de tejidos.

Hasta ahora se puede observar aún bajo condiciones de sequía, que *Brachiaria* spp. presenta el rebrote más rápido. Otra observación interesante es la similitud de las tasas de rebrote de *A. gayanus* 621 y *S. capitata* 1405.

Cuadro 14. Selectividad de herbicidas y control de malezas a los 60 días después de establecidas, varias especies leguminosas forrajeras en CIAT-Quilichao.

Herbicida (kg i. a. /ha)	Índice de toxicidad <sup>1</sup>						Control (%) Malezas		
	<u>S.</u> <u>capitata</u> <sup>2</sup>	<u>S.</u> <u>guianensis</u>	<u>S.</u> <u>hamata</u>	<u>D.</u> <u>ovalifolium</u>	<u>C.</u> <u>pubescens</u>	<u>P.</u> <u>phaseoloides</u>	Gramí- neas	hoja ancha	Total
<u>Preemergencia</u>									
Alachlor (1.0)	0	0	0	1	0	0	80	13	58
Linuron (1.0)	0	3	0	4	0	3	80	74	97
Fluorodifen (3.0)	2	3	2	0	2	0	96	96	73
Orizalin (1.0)	1	0	1	2	0	1	81	89	80
Chloramben (1.0)	1	0	0	3	0	0	80	79	80
Alachlor + linuron (1.0 + 0.8)	1	1	0	1	0	0	95	65	88
Linuron + fluorodifen (1.0 + 3.0)	0	0	1	5	0	0	88	89	88
<u>Posemergencia</u>									
Bentazone (1.0)	0	0	0	0	0	0	30	90	70

1 10 = muerte y 0 = ningún daño.

2 *S. capitata* 1019, 1078 y 1405.

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos con herbicidas posemergentes en el control de *Andropogon gayanus* 621 en CIAT-Quilichao, 1979.

Tratamiento <sup>1</sup>	Dosis de aplicación (kg i.a./ha)	% plantas controladas a (días después del tratamiento)			
		15	30	45	60
Atrazine + surfactante	1.25 + 0.5	0	0	0	0
Dalapon + surfactante	8.0 + 0.5	30	43	58	-
Dalapon <sup>2</sup>	6.0 + 6.0	0	62	68	71
Atrazine + aceite diesel	1.25 + 12	3	0	0	-
Diuron + surfactante	1.0 + 0.5	0	0	0	3
Paraquat + surfactante	1.5 + 0.5	36	0	0	10
Glifosato	1.5	78	80	75	70
Testigo	-	0	0	0	0

- 1 Los surfactantes se aplicaron en una dosis del 0.5% y el aceite diesel en una dosis de 12 litros.  
 2 Dos aplicaciones, la segunda 17 días después de la primera.

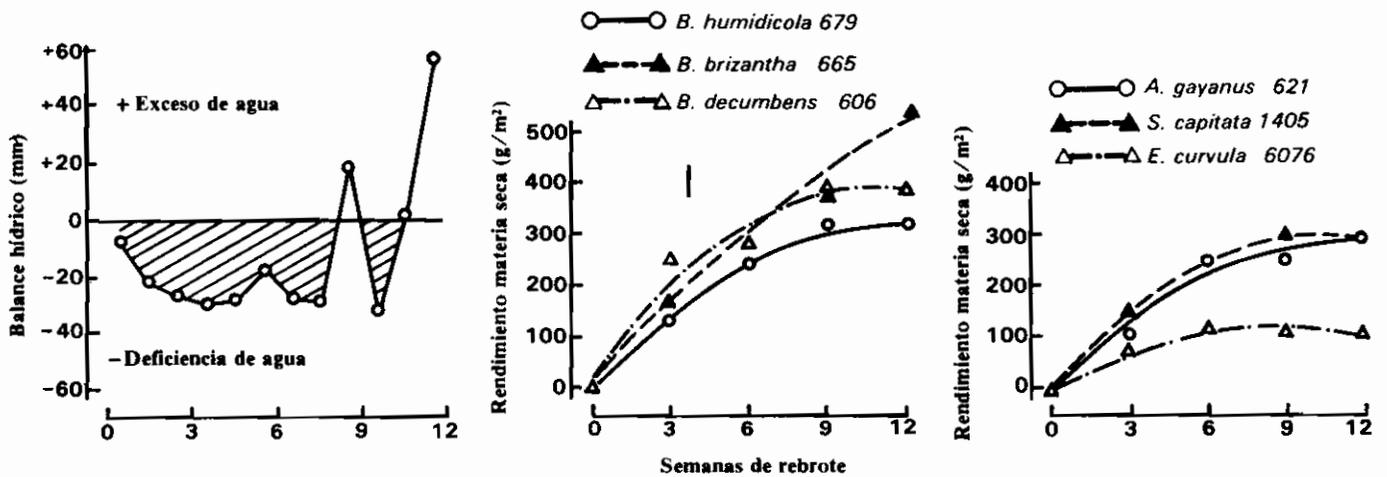


Figura 13. Curvas de crecimiento de ocho ecotipos de gramíneas y una leguminosa durante un período seco en CIAT-Quilichao (junio 4-agosto 28, 1979).



## GERMOPLASMA PROMISORIO PARA LOS ECOSISTEMAS PRINCIPALES

Para cada ecosistema, el germoplasma se clasifica en categorías ya establecidas (Informe Anual del CIAT, 1977, página A-16) según los resultados de su evaluación realizada por los agrónomos del Programa en las principales localidades de investigación y por los colaboradores en los ensayos regionales.

En los últimos años, la evaluación de germoplasma se concentró en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, como el principal sitio de investigación representativo del ecosistema de sabanas hipertérmicas tropicales, bien drenadas. Al final de 1978, la evaluación de germoplasma se extendió a las sabanas térmicas tropicales, bien drenadas, en colaboración con EMBRAPA, en el Centro del Cerrado (CPAC), Planaltina, Distrito Federal,

Brasil. Por consiguiente, hasta la fecha la clasificación de germoplasma en categorías está limitada principalmente al ecosistema representado por Carimagua y es sólo tentativamente factible para el ecosistema representado por el CPAC. Para ambos ecosistemas se cuenta con algunos resultados preliminares de los primeros ensayos regionales.

Una clasificación comparativa del germoplasma en las tres categorías mayores para los dos ecosistemas de sabanas bien drenadas (Cuadro 16) indica que: (1) las gramíneas *Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens* y las leguminosas *Stylosanthes capitata*, *S. guianensis* "tardío" y *Desmodium* (sin. *Codariocalyx*) *gyroides* presentan la mayor adaptabilidad a los ecosistemas de sabanas bien drenadas, en general. (2) *Zornia* spp.,

Cuadro 16. Germoplasma de especies forrajeras en las tres principales categorías para los ecosistemas de sabanas tropicales bien drenadas, hipertérmicas y térmicas. (Hasta noviembre 1, 1979.)

Especie	Sabanas hipertérmicas (Carimagua-Llanos)			Sabanas térmicas (CPAC-Cerrado)		
	No. de accesiones en categoría			No. de accesiones en categoría		
	III	IV	V	III	IV	V
<i>Andropogon gayanus</i>			1		1	
<i>Brachiaria decumbens</i>		1			1	
<i>B. humidicola</i>		1				
<i>Stylosanthes capitata</i>	4	1		4	1	
<i>S. bracteata</i>				1		
<i>S. guianensis</i> "tardío"	1			1		
<i>S. aff. leiocarpa</i>	1					
<i>S. hamata</i>	1					
<i>S. scabra</i>					1	
<i>Zornia</i> spp.	9	1		1 <sup>1</sup>		
<i>Desmodium ovalifolium</i>		1		1 <sup>1</sup>		
<i>D. gyroides</i>	1			1		
<i>D. heterophyllum</i>	1					
<i>Pueraria phaseoloides</i>		1				
<i>Aeschynomene</i> spp.	4					
<i>Galactia striata</i>				1		
<i>Centrosema</i> spp.				1 <sup>1</sup>		
<i>Calopogonium mucunoides</i>					1	

1 Clasificación tentativa.

*Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* presentan mejor adaptación al ecosistema de los Llanos (mayor estación de crecimiento que en el ecosistema térmico del Cerrado), mientras que *Galactia striata*, *Calopogonium mucunoides* y *S. scabra* parece que se comportan mejor bajo las condiciones térmicas del Cerrado, donde las presiones de insectos y enfermedades son aparentemente menores.

Además, la información preliminar de los primeros ensayos regionales realizados en una serie de localidades en los ecosistemas húmedos de Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela, indican que *B. decumbens*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* se encuentran bien adaptadas a los ecosistemas de bosques tropicales. También, el comportamiento de *A. gayanus* bajo condiciones húmedas parece ser inferior que bajo las condiciones de sabana.

# MEJORAMIENTO DE ESPECIES FORRAJERAS

## Mejoramiento de Leguminosas

El objetivo de la sección consiste en desarrollar métodos de selección, evaluar las accesiones del germoplasma, crear recombinaciones genéticas nuevas y deseables y estabilizar éstas características deseables en plantas superiores aptas para praderas de pastoreo en el área de actuación. La investigación se concentra principalmente en especies de *Stylosanthes*, *Centrosema* y *Leucaena*.

### *Stylosanthes capitata*

Mientras que la mayoría de las accesiones de *S. capitata* han resultado resistentes a la antracnosis, tanto en Carimagua como el CPAC en el Brasil, se ha observado un daño significativo en ciertas accesiones. La amplia distribución de su agente causal, *Colletotrichum*, en el área de actuación requiere tener un mayor conocimiento de las bases genéticas de la resistencia.

La sección de Fitopatología inició en el invernadero la selección de la colección de *S. capitata* por resistencia de plántulas a cinco aislamientos del hongo causal de la antracnosis. Los resultados de esta evaluación junto con los de las evaluaciones de campo en Carimagua, Brasilia y otras partes se utilizarán para planear el trabajo futuro de mejoramiento genético. A mediados de 1979 se sembró un vivero en Carimagua, con 9000 progenies F<sub>2</sub> de los cruzamientos de *S. capitata* 1078 x 1019 (tardío x precoz), 1097 x 1078 (tardío x tardío) y 1019 x 1097 (precoz x tardío); posteriormente se resembró con *Andropogon gyanus*. Este vivero se utilizará principalmente para seleccionar plantas F<sub>2</sub> superiores con alto rendimiento de materia seca, alta producción de semilla y resistencia a la sequía. También servirá de indicativo sobre el grado de variación que se puede esperar de cruzamientos entre diferentes tipos de *S. capitata*.

### *Stylosanthes guianensis*

Mientras que *S. guianensis*, representada por las accesiones CIAT 136 y 184, es altamente susceptible tanto a la antracnosis como al barrenador del tallo, los tipos tardíos colectados en Venezuela y Brasil han resultado resistentes a ambos factores limitantes en diversas localidades. Se está planeando una evaluación de estos ecotipos tardíos en el invernadero por su reacción a la

antracnosis. Los resultados obtenidos de estos experimentos, junto con las evaluaciones de campo deben suministrar una información valiosa para los futuros trabajos de mejoramiento genético.

### *Centrosema pubescens*

*C. pubescens* se encuentra ampliamente distribuida en toda América del Sur y presenta un alto grado de variación. Los ecotipos comerciales de esta especie no se encuentran muy adaptados a los suelos ácidos de baja fertilidad y tienden a resultar susceptibles a la antracnosis. Se ha iniciado un proyecto preliminar de mejoramiento genético con el objeto de adaptar a *C. pubescens* a los suelos del área de actuación específicamente: (1) tolerancia a niveles altos de Al y pH bajo; (2) crecimiento temprano, vigoroso y buena nodulación; (3) tolerancia a la antracnosis; y (4) rendimientos comerciales de semilla aceptables.

Se cruzaron entre sí ocho ecotipos de *C. pubescens* seleccionados por su vigor en materos con suelo de Carimagua. Las plántulas de poblaciones F<sub>2</sub>, como también los nuevos ecotipos, se evaluarán primero en cultivos en arena (pH 4.2, Al alto) y posteriormente en suelo de Carimagua para seleccionar genotipos con mayor tolerancia a la acidez. La progenie de plantas seleccionadas se evaluará bajo condiciones de campo en Carimagua.

### *Leucaena leucocephala*

El programa de mejoramiento genético de *L. leucocephala* está basado en híbridos fértiles entre *L. leucocephala* y *L. pulverulenta*, los cuales han sido retrocruzados varias veces a *L. leucocephala* cv. Cunningham. Los objetivos de este programa continúan siendo desarrollar líneas productivas con (1) tolerancia a las condiciones de alto Al y pH bajo y (2) menores niveles de mimosina en las hojas. Se ha desarrollado un sistema que incluye tres etapas para evaluar las progenies de las líneas previamente seleccionadas por su buen crecimiento en los suelos de Carimagua. Estas etapas consisten en (1) el cultivo de gran número de plántulas en arena (pH 4.2 y Al alto) y selección de aquellas con el mejor desarrollo de raíces y parte aérea; (2) las plántulas seleccionadas se transfieren a materos de 15 cm de diámetro con suelo de Carimagua, con un suministro limitado de nutrientes. Se utiliza un cultivo de *Rhizobium* tolerante a la acidez para inocular las selecciones.

Hasta el momento se han hecho varias selecciones, cada una con 5440 plantas. El porcentaje promedio de plantas finalmente seleccionadas por su producción de semilla y para futuras evaluaciones varió entre 1.8 y 5% en las diversas líneas. Las plantas del híbrido de *Leucaena* seleccionadas presentaron un mínimo de cuatro veces el crecimiento aéreo en suelo de Carimagua de los testigos del cv. Cunningham. Las selecciones tolerantes a la acidez se siembran en CIAT-Palmira para efectuar el análisis de mimosina y para multiplicación de semilla. Las líneas superiores se evaluarán a nivel de campo en Carimagua.

## Gramíneas

### *Andropogon gayanus*

*A. gayanus* tiene un gran potencial como gramínea pionera para los suelos ácidos de los trópicos. Aunque la experiencia que se tiene hasta el momento es casi exclusivamente con la accesión CIAT 621, la especie presenta una gran capacidad de adaptación puesto que es capaz de crecer en suelos con baja fertilidad y responde significativamente al fósforo aplicado, como también a otros minerales.

Se ha reunido una colección de accesiones provenientes de diferentes fuentes, con el objetivo de buscar en ellas características deseables que se puedan comparar con las de *A. gayanus* CIAT 621. Se están fijando objetivos para el mejoramiento de esta especie de polinización cruzada. Además de la evaluación de nuevas accesiones, se tiene planeado cuantificar la variabilidad genética y seleccionar dentro de CIAT 621. CIAT 621 es muy variable en cuanto a tipo de planta, relación hoja:tallo, época de floración y otras características. Se está desarrollando un programa de selección recurrente con la selección inicial de tipos tardíos con follaje abundante, que florezcan y formen semilla durante un período restringido. Esto mejorará la producción de semilla como también la cantidad y la calidad del pasto.

### *Panicum maximum*

Existen diversos materiales de *P. maximum* que se encuentran ampliamente cultivados en América del Sur y han demostrado que dan una mejor producción animal que la mayoría de las otras gramíneas tropicales. Sin embargo, los materiales comúnmente cultivados poseen mayores

requerimientos nutricionales y una menor tolerancia a la sequía que las otras especies de gramíneas forrajeras. El objetivo del trabajo es identificar o desarrollar líneas con menores requerimientos nutricionales y que den una mayor producción durante la época seca que aquellos comúnmente cultivados.

Hay disponible una colección de aproximadamente 90 accesiones de *P. maximum*. Catorce de estas accesiones se han observado en Carimagua y los resultados preliminares de dos cortes durante la época lluviosa indican diferencias significativas entre las accesiones en cuanto a la producción de materia seca. Bajo las condiciones de Carimagua se evaluarán otras accesiones para identificar los genotipos que aparecen como promisorios bajo condiciones de estrés hídrico y nutricional en los suelos ácidos.

La mayoría de los clones de *P. maximum* son altamente apomícticos. Se desarrolló una técnica de cruzamiento usando un clon apomíctico como padre y un clon sexual (obtenido del Coastal Plains Research Station, Tifton, Georgia, Estados Unidos) como madre. Las observaciones preliminares de las progenies híbridas en CIAT-Palmira indican una variabilidad considerable en la morfología global de la planta entre y dentro de las progenies. A medida que las observaciones de las accesiones bajo las condiciones en Carimagua se acumulan, se podría desarrollar un programa de mejoramiento genético utilizando como material parental los clones apomícticos mejor adaptados.

### *Brachiaria* spp.

*B. decumbens* y *B. humidicola* son especies de gramíneas forrajeras promisorias en el área objetivo. Ambas especies son tetraploides apomícticas, de tal manera que un programa de mejoramiento genético es imposible, a menos que se encuentren o produzcan tipos sexuales. Se está intentando producir material tetraploide mediante su tratamiento con colchicina a partir de *B. ruziziensis*, una especie sexual, diploide. El objetivo es producir un tetraploide sexual que se pueda cruzar con las especies tetraploide sexual que se pueda cruzar con las especies impuesta por su apomixis obligada. Mientras tanto, se harán esfuerzos para ampliar la colección de germoplasma de especies y ecotipos de este género.

# FITOPATOLOGIA

Durante 1979, la sección de Fitopatología continuó con la detección, identificación y evaluación de las enfermedades limitantes de los pastos tropicales en el área objetivo. Se iniciaron los estudios sobre las enfermedades más importantes incluyendo la antracnosis, el añublo, el nemátodo de los nudos radicales y las manchas de las hojas por *Campylopus* y *Cercospora*. La falsa roya, la mancha foliar por *Rhynchosporium* y la costra por *Sphaceloma* se identificaron como enfermedades nuevas que requieren estudios más detallados.

## Estudio de Reconocimiento por Enfermedades

Se hizo un reconocimiento de las enfermedades de gramíneas y leguminosas forrajeras en las 20 localidades de la Red de Ensayos Regionales. En el Cuadro 17 se presenta la lista de 22 enfermedades identificadas. La observación más importante es la existencia de diferentes patógenos en los distintos sitios. Los estudios continuarán en éstas y otras nuevas localidades en el área objetivo. Los resultados

Cuadro 17. Frecuencia de las enfermedades de los pastos en las 20 localidades de la Red de Ensayos Regionales.

Enfermedades	Bolivia		Brasil		Colombia		Ecuador		Perú		Venezuela			Total							
	Santa Cruz	San Ignacio	Brasilia	Sete Lagoas	Goiania	Campo Grande	S. Quilichao	Carimagua	La Libertad	San José del Nus	Pichilingue	Santo Domingo	Pucallpa		Tarapoto	Yurimaguas	Jusepín	Uracoa	El Tigre	Atapirire	Guachi
Antracnosis <sup>1</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
Mancha foliar por <i>Cercospora</i> <sup>1</sup> (en <i>Panicum maximum</i> )	+	+			+	+	+	+	+				+	+		+	+	+	+	+	15
Mancha foliar por <i>Cercospora</i> (en <i>Centrosema</i> spp.)	+	+			+	+	+	+	+				+			+	+	+		+	13
Nemátodo del nudo radical <sup>1</sup>							+														1
Añublo <sup>1</sup>								+	+	+											3
Costra por <i>Sphaceloma</i> <sup>1</sup>				+			+	+	+												4
Carbón ( <i>Ustilago</i> ) <sup>1</sup>			+	+	+	+		+	+											+	8
Carbón ( <i>Urocystis</i> )					+																1
Mancha foliar por <i>Campylopus</i> <sup>1</sup>							+			+											2
Roya ( <i>Uromyces</i> )				+		+	+							+					+		6
Roya ( <i>Puccinia</i> )							+														1
Roya falsa <sup>1</sup>				+	+	+	+				+										5
<i>Rhizoctonia solani</i>	+							+	+	+		+						+		+	7
Mancha foliar por <i>Rhynchosporium</i> <sup>1</sup>								+	+												2
Mancha foliar por <i>Drechslera</i>	+							+													2
Virus de la hoja pequeña	+		+		+	+	+	+				+									7
Cornezuelo del centeno					+																1
Añublo de la inflorescencia por <i>Giberella</i>					+																1
Añublo de la inflorescencia por <i>Botrytis</i>										+											1
Moho negro				+		+															2
Miideo polvoso	+		+	+	+		+										+				6
Moho gelatinoso							+														1

1 Enfermedades consideradas como importantes.

acumulados sugieren la necesidad de descentralizar la evaluación por resistencia a enfermedades para someter los pastos a la mayor cantidad posible de patógenos potenciales.

## Antracnosis

### Hospedantes

Los estudios de reconocimiento de la antracnosis continúan indicando la amplia distribución y diversidad de hospedantes de *Colletotrichum* spp. (Informe Anual del CIAT, 1978). En CIAT-Quilichao, entre los nuevos hospedantes que se han identificado figuran accesiones de *Aeschynomene*, *Calopogonium*, *Desmodium*, *Galactia*, *Zornia*, *Pueraria phaseoloides* y *Stylosanthes*. En Carimagua, las evaluaciones extensivas han permitido detectar otras accesiones de leguminosas hospedantes además de las ya identificadas (Informe Anual del CIAT, 1978); entre otros hospedantes figuran leguminosas nativas de sabana como *Aeschynomene*, *Desmodium*, *Eriosema* y *Zornia* spp., especies no leguminosas nativas de sabanas y una fase saprofitica del hongo en *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 y muchas otras gramíneas. Aunque *S. capitata* CIAT 1019, 1315 y 1405 resultaron resistentes a la antracnosis en Colombia, en el CPAC-Brasilia fueron susceptibles. Similarmente, las accesiones de *S. guianensis* destruidas por la antracnosis en Colombia tan solo resultaron levemente afectadas en varios sitios de Brasil. Estas observaciones indican la existencia de diferentes razas de *Colletotrichum* spp. en los distintos sitios.

### Severidad

En CIAT-Quilichao y Carimagua, la antracnosis afectó severamente las accesiones de *S. guianensis*, *S. capitata* la floración tardía, *Centrosema* y *Aeschynomene* spp. Sin embargo, los tipos tardíos de *S. guianensis* y *S. capitata* CIAT 1019, 1315 y 1405 fueron resistentes. Aunque varias accesiones de *Centrosema* spp. fueron defoliadas, los materiales CIAT 5052, 5057 y 5066 resultaron resistentes. Las accesiones de *Aeschynomene* spp. fueron devastadas en CIAT-Quilichao; sin embargo, las accesiones pilosas y/o pegajosas CIAT 7259, 7260, 7262 y 7274 de Venezuela fueron resistentes. Las manchas de la antracnosis fueron moderadas-severas en *Zornia* spp. y en hojas maduras de *Desmodium* spp.

### Evaluación de campo

Debido a la extensa población nativa del hongo causal de la antracnosis, la selección en el invernadero no es factible excepto para hacer estudios específicos. Las

selecciones de campo en diversas localidades continuaron para identificar accesiones con resistencia a las razas locales de *Colletotrichum* spp. En Carimagua, se establecieron plantaciones grandes de 75 accesiones de *S. capitata* y 130 accesiones de *S. guianensis* para propósitos de selección, y con el fin de vigilar una epidemia esperada de antracnosis y aislar razas patogénicas a estas especies en el ambiente de Carimagua para estudios posteriores.

### La quema para el control de la antracnosis

Aunque el uso de variedades resistentes es el método más deseable para controlar la antracnosis de leguminosas forrajeras tropicales, la quema está proporcionando una medida de control temporalmente exitosa. Diez meses después de la quema de parcelas afectadas de *S. capitata* en El Limonar, cerca de CIAT-Quilichao, las accesiones susceptibles CIAT 1078 y 1097 sólo presentaron un 29% de la antracnosis observada en las parcelas sin quemar (Cuadro 18). En Carimagua, tres meses después de la quema de parcelas de CIAT 1078, éstas sólo presentaron un 50% de la antracnosis observada en parcelas sin quemar (Cuadro 19).

### Estudios sobre resistencia de la planta hospedante

Se están realizando estudios para comparar características anatómicas, químicas y de desarrollo del tipo 136 susceptible de *S. guianensis* y de *S. guianensis* tardío, resistente, como también de *S. capitata* CIAT 1078 y 1097, susceptibles de floración tardía y las accesiones resistentes CIAT 1019 y 1315.

### Evaluación de germoplasma de leguminosas

Se inició la selección de nuevo germoplasma de *S. capitata* y *S. guianensis* por resistencia a la antracnosis en el invernadero y en el ambiente de Carimagua, en colaboración con la sección de Mejoramiento Genético de Leguminosas.

### Añublo

En Carimagua, *Sclerotium rolfsii* afectó nuevamente parcelas de *Stylosanthes* spp. desde julio hasta noviembre de este año. En varias localidades se hicieron recuentos de plantas muertas de *S. capitata* CIAT 1019 (5%), 1097 (7%), 1315 (9%), 1318 (11%), 1325 (7%), 1338 (6%), 1339 (7%), 1342 (11%), 1405 (6%) y *S. bracteata* CIAT 1281 (14%). CIAT 1019 fue severamente afectada (75%) en San José del Nus, Colombia, y moderadamente afectada (20%) en La

Libertad, Colombia. En Carimagua se está vigilando la fluctuación de poblaciones de esclerocios de este hongo patógeno en el suelo.

En ensayos de invernadero con plantas de 70 días de edad, la mayoría de las leguminosas, incluyendo las

promisorias *S. capitata* CIAT 1019 y 1315, *D. ovalifolium* CIAT 350 y *Z. latifolia* CIAT 728, fueron susceptibles a *S. rolfsii* (Cuadro 20). Los estudios sobre los cambios en la susceptibilidad de *S. capitata* CIAT 1019 con la edad mostraron que las plantas con 10-24 semanas fueron más susceptibles.

Cuadro 18. Efecto de la quema en la incidencia de la antracnosis en las accesiones susceptibles de *Stylosanthes capitata* CIAT 1097 y 1078, a los 5 y 10 meses después del tratamiento en El Limonar, cerca a CIAT-Quilichao.

Accesión del CIAT No.	Tratamiento	Meses después de la quema	No. de lesiones en tallos	Peso seco de muestra (g)	No. lesiones/ 10 g materia seca
1097	Sin quema	5	415.3	45.9	90.5
	Quema		2.7	6.0	4.5
	Sin quema	10	338.0	63.4	53.3
	Quema		51.7	33.5	15.4
1078	Sin quema	5	445.0	75.1	60.5
	Quema		38.3	36.3	10.6
	Sin quema	10	381.7	46.4	82.3
	Quema		74.0	31.2	23.7

Cuadro 19. Efecto de la quema en la incidencia de la antracnosis en *Stylosanthes capitata* CIAT 1078, 1, 2 y 3 meses después del tratamiento en Carimagua.

Tratamiento	Meses después de la quema	No. de lesiones en tallos	Peso seco de muestra (g)	No. lesiones/ 10 g materia seca
Sin quema	1	87.9	17.1	51.4
Quema		15.5	17.9	8.7
Sin quema	2	150.0	101.0	14.9
Quema		7.8	41.0	1.9
Sin quema	3	199.0	97.9	20.3
Quema		79.4	71.2	11.2

Cuadro 20. Reacción de leguminosas forrajeras tropicales a Sclerotium rolfsii.

Susceptible	No. de acciones	Moderadamente Susceptible	No. de acciones	Resistente	No. de acciones
<u>Calopogonium mucunoides</u>	1	<u>Centrosema pubescens</u>	1	<u>Leucaena leucocephala</u>	4
<u>Desmodium barbatum</u>	1	<u>Desmodium canum</u>	1		
<u>Desmodium distortum</u>	1	<u>Desmodium heterocarpon</u>	2		
<u>Desmodium heterocarpon</u>	3				
<u>Desmodium heterophyllum</u>	1				
<u>Desmodium ovalifolium</u>	1				
<u>Macroptilium sp.</u>	1				
<u>Pueraria phascoloides</u>	1				
<u>Stylosanthes capitata</u>	11				
<u>Stylosanthes guianensis</u>	14				
<u>Stylosanthes hamata</u>	4				
<u>Stylosanthes humilis</u>	1				
<u>Stylosanthes scabra</u>	7				
<u>Stylosanthes viscosa</u>	3				
<u>Zornia latifolia</u>	2				
Total	52		4		4

Cuadro 21. Efecto de *Meloidogyne javanica* aislado de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en otras leguminosas forrajeras tropicales.

Leguminosa	No. de accesiones	Reacción <sup>1</sup>
<i>Calopogonium mucunoides</i>	1	3
<i>Centrosema pubescens</i>	1	2
<i>Codariocalyx gyroides</i>	1	4
<i>Desmodium barbatum</i>	1	2
<i>Desmodium distortum</i>	1	1
<i>Desmodium heterocarpon</i>	3	3
<i>Desmodium heterocarpon</i>	3	2
<i>Desmodium heterocarpon</i>	1	1
<i>Desmodium heterophyllum</i>	1	1
<i>Desmodium ovalifolium</i>	1	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	1
<i>Macroptilium</i> sp.	1	2
<i>Pueraria phaseoloides</i>	1	1
<i>Stylosanthes capitata</i>	6	1
<i>Stylosanthes guianensis</i>	2	1
<i>Stylosanthes hamata</i>	1	1
<i>Zornia latifolia</i>	2	1

<sup>1</sup> Reacción: 1 = sin nudos radicales; 5 = nodosidad severa.

Continuaron los estudios sobre la susceptibilidad de leguminosas promisorias bajo condiciones de pradera, sobre la susceptibilidad de progenies de plantas que sobreviven a la inoculación y sobre el efecto del suelo y su contenido de materia orgánica en la patogenicidad del hongo en *S. capitata* CIAT 1019.

## Nemátodo del Nudo Radical

Los estudios de reconocimiento de leguminosas y otras plantas nativas en Carimagua no han logrado detectar la

especie de nemátodo *Meloidogyne javanica*. Sin embargo, en CIAT-Quilichao se encontraron varias especies de malezas hospedantes y las parcelas de *D. ovalifolium* CIAT 350 y *Codariocalyx gyroides* severamente afectadas. En un ensayo de selección realizado en parcelas, se encontró resistencia a *Stylosanthes* spp., *Z. latifolia*, *P. phaseoloides* y *Leucaena leucocephala* (Cuadro 21). La mayoría de las accesiones de *Desmodium* spp. fueron susceptibles excepto *D. distortum* CIAT 335 y *D. heterophyllum* CIAT 349.

Como las raíces de algunas gramíneas producen toxinas para los nemátodos, se iniciaron dos estudios para determinar el efecto del nemátodo del nudo radical en *D. ovalifolium* CIAT 350 en asociación con diversas gramíneas; se estableció un ensayo en materos con 54 accesiones de 25 especies de gramíneas y también se inició un ensayo de campo en una parcela infestada de nemátodos en CIAT-Quilichao, con *Andropogon gayanus* CIAT 621, *Brachiaria decumbens* CIAT 606 y *Panicum maximum* CIAT 604.

## Mancha Foliar por *Camptomeris*

*Camptomeris leucaenae* continuó haciendo daño a parcelas de *Leucaena leucocephala* CIAT 734 en CIAT-Quilichao. Cerca de una parcela de *L. leucocephala* CIAT 734 infestada se estableció un ensayo de selección para observar reacciones de 38 accesiones de *Leucaena* spp. al hongo. Después de ocho meses de exposición, 21 accesiones, incluyendo cultivares comerciales Cunningham y Perú, presentaron reacciones de susceptibilidad moderada a alta a *C. leucaenae* (Cuadro 22). Se encontró resistencia potencial en seis accesiones de *L. leucocephala* y varias accesiones de otras cinco especies de *Leucaena*.

La mancha foliar por *Camptomeris* sólo afectó ligeramente parcelas fertilizadas de *L. leucocephala* 734 localizadas cerca de parcelas infectadas. Los análisis de tejido foliar mostraron mayores niveles de K, Ca y Mg y niveles considerablemente mayores de Zn y B en hojas de plantas provenientes de parcelas fertilizadas, en contraste con las hojas de plantas en parcelas sin fertilizar. Se establecieron dos experimentos para determinar el efecto de varios tratamientos fertilizantes en la susceptibilidad de CIAT 734 al hongo. Uno de los estudios determinará el efecto de cuatro niveles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg, Ca, Cu, Zn, B y Mo en tanto que el otro determinará el efecto de diferentes combinaciones de Zn, Cu y B en la mancha foliar por *Camptomeris*.

Cuadro 22. Efecto de *Camptomeris leucaenae* en *Leucaena* spp. en CIAT-Quilichao.

Especie	No. de accesiones	Reacción <sup>1</sup>
<i>L. collinsii</i>	2	2
<i>L. diversifolia</i>	3	1
<i>L. esculenta</i>	1	1
<i>L. esculenta</i>	1	4
<i>L. leucocephala</i>	6	2
<i>L. leucocephala</i>	9	3
<i>L. leucocephala</i>	7	4
<i>L. leucocephala</i>	1	5
<i>L. macrophylla</i>	2	3
<i>L. pulverulenta</i>	1	1
<i>L. pulverulenta</i>	1	2
<i>L. pulverulenta</i>	1	3
<i>L. shannoni</i>	1	1
<i>L. shannoni</i>	1	2
<i>L. trichodes</i>	1	1

<sup>1</sup> Reacción: 1 = ningún síntoma; 5 = defoliación severa.

## Mancha Foliar por *Cercospora*

En el área objetivo, la mancha foliar por *Cercospora* que afecta a *Panicum maximum* es una enfermedad ampliamente difundida. El daño a esta especie varía entre moderado y severo. Las variedades de *P. maximum* Green Panic, Makueni y Guiniensis son resistentes. En Carimagua se están adelantando estudios sobre el efecto de la mancha foliar por *Cercospora* en el rendimiento y la calidad en *P. maximum* CIAT 604 y Makueni, mediante fungicidas. También se está estudiando el efecto de la quema y el corte en el desarrollo de la mancha foliar por *Cercospora*.

## Roya Falsa

Esta enfermedad, causada por *Synchytrium phaseoli* se observó por primera vez en leguminosas forrajeras en Brasil y Ecuador. El hongo afecta hojas, pecíolos y tallos

formando pústulas de color naranja similares a las de la roya. Las hojas se distorsionan y los tallos y pecíolos presentan agallas severas. *Macroptilium* sp. CIAT 535 fue devastado en Santo Domingo, Ecuador, en tanto que *Macroptilium* spp. (incluyendo Siratro) y *Glycine wightii* fueron severamente afectadas en varias localidades en Brasil. En el momento la enfermedad no ha sido identificada en Colombia.

## Mancha Foliar por *Rhynchosporium*

La mancha foliar por *Rhynchosporium* se observó por primera vez en *Andropogon gayanus* CIAT 621 en La Libertad cerca a Villavicencio, Colombia, en marzo de 1979 y en Carimagua, en mayo del mismo año. En las hojas maduras se desarrollaron unas pocas manchas de color marrón-naranja. Aunque la mayoría de las lesiones se presentaron en las márgenes o hacia los extremos de las hojas, una pequeña porción cortó la vena central ocasionando la senescencia prematura y necrosis.

Aunque la incidencia de la mancha foliar por *Rhynchosporium* es mayor en Villavicencio que en Carimagua, en Villavicencio sólo se observó causando daño ligero en *A. gayanus*. Es probable que la alta precipitación (3000 mm/año) y la alta humedad continua coloque a *A. gayanus* bajo estrés en Villavicencio y lo haga más susceptible a parásitos.

En Villavicencio se harán observaciones más detalladas durante la siguiente estación lluviosa, especialmente en praderas de *A. gayanus* bajo pastoreo. Se realizarán estudios de inoculación cruzada con *Rhynchosporium* sp. aislado de arroz. La mancha foliar por *Rhynchosporium* es una enfermedad de importancia en arroz en Villavicencio y es posible que este mismo hongo encuentre en *A. gayanus* un hospedante alternante.

## Costra por *Sphaceloma*

En 1979, en Carimagua y CIAT-Quilichao parcelas de *Zornia* spp. fueron severamente afectadas por *Sphaceloma* sp. Este hongo, nativo de Colombia, produce manchas elípticas alargadas, de color marrón claro con márgenes rojizas que se presentan en los pecíolos y tallos. Las lesiones se tornan coalescentes formando costras corchosas levantadas que frecuentemente destruyen grandes porciones de tallo y ocasionan defoliación y muerte descendente.

Bajo las condiciones de CIAT-Quilichao, las accesiones de *Zornia* spp. de Colombia fueron ligera a moderadamente afectadas, en tanto que en Carimagua, las mismas accesiones, incluyendo CIAT 728, fueron moderada y severamente afectadas. Sin embargo, las especies anuales provenientes de Brasil fueron resistentes. *Z. guanipensis* proveniente de Venezuela y *Z. brasiliensis* proveniente de Brasil fueron resistentes en CIAT-Quilichao y las mismas accesiones de *Z. brasiliensis* fueron resistentes en Carimagua. Es necesario disponer de más germoplasma de esta última especie para explorar en mayor detalle esta resistencia.

## Carbón

El carbón, causado por *Ustilago* sp. es una enfermedad ampliamente difundida en *P. maximum* y con frecuencia afecta severamente las inflorescencias. Un 68% de inflorescencias de *P. maximum*, común en San Ignacio, Bolivia, y *P. maximum* colonial en Goianía, Brasil, fue afectado por el carbón. En un ensayo establecido en Carimagua para evaluar la mancha foliar por *Cercospora* en *P. maximum*, el carbón destruyó la mayoría de las inflorescencias de CIAT 604, en tanto que Makueni fue totalmente resistente. Se recomienda tratar la semilla de poblaciones infectadas antes de su siembra.

## Roya

Aunque *Uromyces appendiculatus* es una enfermedad ampliamente difundida en *Macroptilium*, *Phaseolus* y *Vigna* spp. en casi toda el área objetivo, sólo afecta hojas maduras.

## Rhizoctonia solani

Generalmente, *R. solani* ocasionó daño ligero a moderado en *P. phaseoloides* y *Macroptilium* spp. en el área objetivo. Las parcelas de *P. phaseoloides* en CIAT-Quilichao (Colombia) y Santa Cruz (Bolivia) fueron moderada a severamente afectadas por la enfermedad.

## Moho negro

En 1979, el moho negro afectó severamente especies de *Zornia* de Brasil pero fue moderado su ataque en especies de *Zornia* de Colombia en el CPAC-Brasilia. La enfermedad aparentemente está asociada con ataques de insectos.

## Enfermedades Menores

El mildew polvoso, la mancha foliar por *Drechslera*, el virus de la hoja pequeña, el añublo de la inflorescencia por *Botrytis*, el moho pegajoso y el moho blanco fueron enfermedades de importancia menor detectadas en leguminosas en diversas localidades del área objetivo. El cornezuelo de centeno, el añublo de la inflorescencia por *Giberella*, el carbón por *Urocystis* y las royas se detectaron en gramíneas.

## Patología de las Semillas

Los estudios de reconocimiento sobre la microflora de semillas de forrajes y sobre el efecto de los tratamientos de las semillas en los patógenos mostraron que el método más práctico y efectivo para reducir los niveles de hongos en semillas de gramíneas almacenadas es su tratamiento con captafol. Los estudios continúan para mejorar el método de aplicación y para reducir la población de bacterias. De manera similar, el captafol fue el mejor producto químico para reducir los niveles de hongos en semilla almacenada y para eliminar especies patogénicas de *Colletotrichum* asociadas con semilla de leguminosas. Se están adelantando estudios sobre el efecto del captafol en *Rhizobium* spp.

Comenzaron estudios de reconocimiento de los cambios que ocurren en la microflora en semilla verde y seca de *S. capitata*, en CIAT-Quilichao y Carimagua. También se está estudiando el efecto de la inoculación de la semilla de *Stylosanthes* spp. con *Colletotrichum* spp. en la germinación y supervivencia de plántulas.



# ENTOMOLOGIA

Durante 1979, la sección de Entomología continuó los estudios básicos sobre la taxonomía y biología del barrenador del tallo, *Caloptilia* sp., el insecto plaga más limitante del género *Stylosanthes*. Los estudios se intensificaron para comprender la resistencia y/o tolerancia de varias accesiones de *S. capitata* al barrenador del tallo.

Después de dos años de observaciones mensuales de campo en CIAT-Quilichao y Carimagua, en varias accesiones de *S. capitata* y *S. guianensis* se encontró una reacción consistente de resistencia y/o tolerancia al daño del barrenador del tallo.

Los estudios sobre la dinámica de población continuaron suministrando posibles explicaciones a las fluctuaciones de las poblaciones de insectos en las leguminosas y gramíneas. Igualmente, se iniciaron estudios para evaluar el daño producido por la salivita o mión (géneros *Aeneolamia*, *Zulia*, *Deois*, etc.) y los áfidos en accesiones de *Andropogon gayanus*.

## Barrenador del Tallo

### Biología y control biológico

Durante 1979, se realizaron estudios sobre la biología del barrenador del tallo confirmando los resultados de los últimos años (Informe Anual del CIAT, 1978) y su identificación taxonómica como del género *Caloptilia*.

La avispa *Bracon* sp. (Himenoptero: Braconidae) fue nuevamente el parásito de las larvas del barrenador del tallo encontrada con más frecuencia en CIAT-Quilichao.

## Resistencia de la planta hospedante

Las evaluaciones por resistencia al barrenador del tallo continuaron en CIAT-Quilichao y Carimagua bajo condiciones de campo y laboratorio. Hasta la fecha se han evaluado diez accesiones de *S. guianensis* y nueve de *S. capitata*. En CIAT-Quilichao, tres accesiones de *S. guianensis* (CIAT 1312, 1062 y 1162) presentaron menos de una larva por planta y siete accesiones de *S. capitata* (CIAT 1356, 1342, 1019, 1298, 1315 y 1405) no presentaron daño alguno o menos de una larva por planta, un nivel inferior al inicial. En Carimagua, las evaluaciones de campo se hicieron en mezclas de *S. capitata/A. gayanus* bajo pastoreo. Las mezclas con *S. capitata* 1019 y 1300 presentaron los mayores niveles de infestación del barrenador del tallo en comparación con las de *S. capitata* 1405. A pesar de todo los niveles de infestación observados se consideran bajos; por lo tanto, *S. capitata* 1019 y *S. capitata* 1300 se consideran resistentes al daño del barrenador del tallo (Cuadro 23).

Se realizaron estudios de laboratorio bajo condiciones controladas (26°C y 65% de HR) en *S. guianensis* 136 (considerada como susceptible) y *S. capitata* 1019 (considerada como resistente), para evaluar las preferencias de oviposición por hembras de *Caloptilia*. Los resultados indican una gran disminución en la oviposición (89.5%) en *S. capitata* 1019 en comparación con *S. guianensis* 136 (153 y 1295 huevos ovipositados, respectivamente).

Se prepararon dietas artificiales con tallos secos molidos de *S. guianensis* 136 o *S. capitata* 1019. Las pupas originales de larvas criadas con dieta de *S. capitata* 1019

Cuadro 23. Resistencia al barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) en dos poblaciones de *Stylosanthes capitata* en mezcla con *Andropogon gayanus* bajo pastoreo en Carimagua.

<i>S. capitata</i> CIAT No.	Plantas dañadas (%)	No. de larvas/planta	Longitud del túnel/planta (cm)
1019 + 1300	16.16 (a) <sup>1</sup>	0.23 (a)	0.71 (a)
1405	0.81 (b)	0.01 (b)	0.03 (b)

<sup>1</sup> Los promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.05.

fueron más pequeñas (Figura 14). Estos resultados preliminares indican que el posible mecanismo de resistencia observado en las especies de *S. capitata* podría ser de un efecto antibiótico. Se realizarán estudios más detallados sobre las progenies del barrenador del tallo, para determinar los posibles efectos de las dietas de *S. capitata* en la fecundidad, fertilidad y longevidad de las hembras del barrenador del tallo.

Se están haciendo estudios anatómicos del tallo (Figura 15), así como también análisis químico de los tricomas glandulares encontrados en algunas accesiones de

*Stylosanthes* spp., para tratar de encontrar diferencias inter o intraespecíficas y comprender mejor los mecanismos de resistencia observados al barrenador del tallo en *S. capitata*. Dentro de *Stylosanthes*, la especie *S. capitata* continúa siendo la más resistente o tolerante al daño producido por el barrenador del tallo en diferentes ecosistemas.

### Dinámica de poblaciones

En Carimagua y CIAT-Quilichao se estudiaron las fluctuaciones de las poblaciones del insecto en 10 leguminosas y 3 gramíneas. El objetivo consistió en identificar y evaluar las poblaciones más frecuentes de insectos y analizar las preferencias.

Se tomaron muestras usando una aspiradora (D-Vac), en períodos semanales durante 16 meses. Los órdenes, familias y especies de insectos se registraron y codificaron para posteriores observaciones. La distribución total de insectos por órdenes se presenta en la Figura 16, para las observaciones en CIAT-Quilichao. Los resultados también indican que el patrón de distribución de insectos es similar tanto en Carimagua como en CIAT-Quilichao.

Es importante indicar que la mayor proporción de las poblaciones de insectos encontrados en las leguminosas fueron homópteros (principalmente Cicadellidae) y en las gramíneas (especialmente en *A. gayanus*), especímenes dípteros dentro de los cuales se incluyen varias especies benéficas. Las poblaciones de hemípteros e himenópteros fueron mayores en las leguminosas que en las gramíneas, mientras que las poblaciones de coleópteros fueron similares en ambas. Es necesario hacer referencia especial a la población de homópteros (principalmente Cicadellidae) y coleópteros (Crisomelidae), puesto que éstos, junto con los hemípteros, incluyen muchas especies conocidas como vectoras de enfermedades virales, bacteriales y fungosas (Cuadro 24). Sin embargo, la población natural benéfica se considera abundante y heterogénea en ambos ecosistemas. Se realizarán estudios posteriores para caracterizar y establecer la posible relación entre las especies de insectos y la transmisión de enfermedades.

### Afidos

Aunque *A. gayanus* presentó tolerancia a los insectos que predominan en la región, se observó un ataque de áfidos en algunas praderas de *A. gayanus* en Carimagua. Por consiguiente, se realizaron algunos estudios sobre su posible relación con la presencia de hojas de color rojo púrpura en *A. gayanus*. Cuando las plantas de *A. gayanus* se expusieron a diferentes niveles de población de áfidos



Figura 14. Diferencia en el tamaño de las pupas de *Caloptilia* sp. desarrolladas en (A) una dieta a base de *Stylosanthes guianensis* CIAT 136 o (B) *S. capitata* 1019.

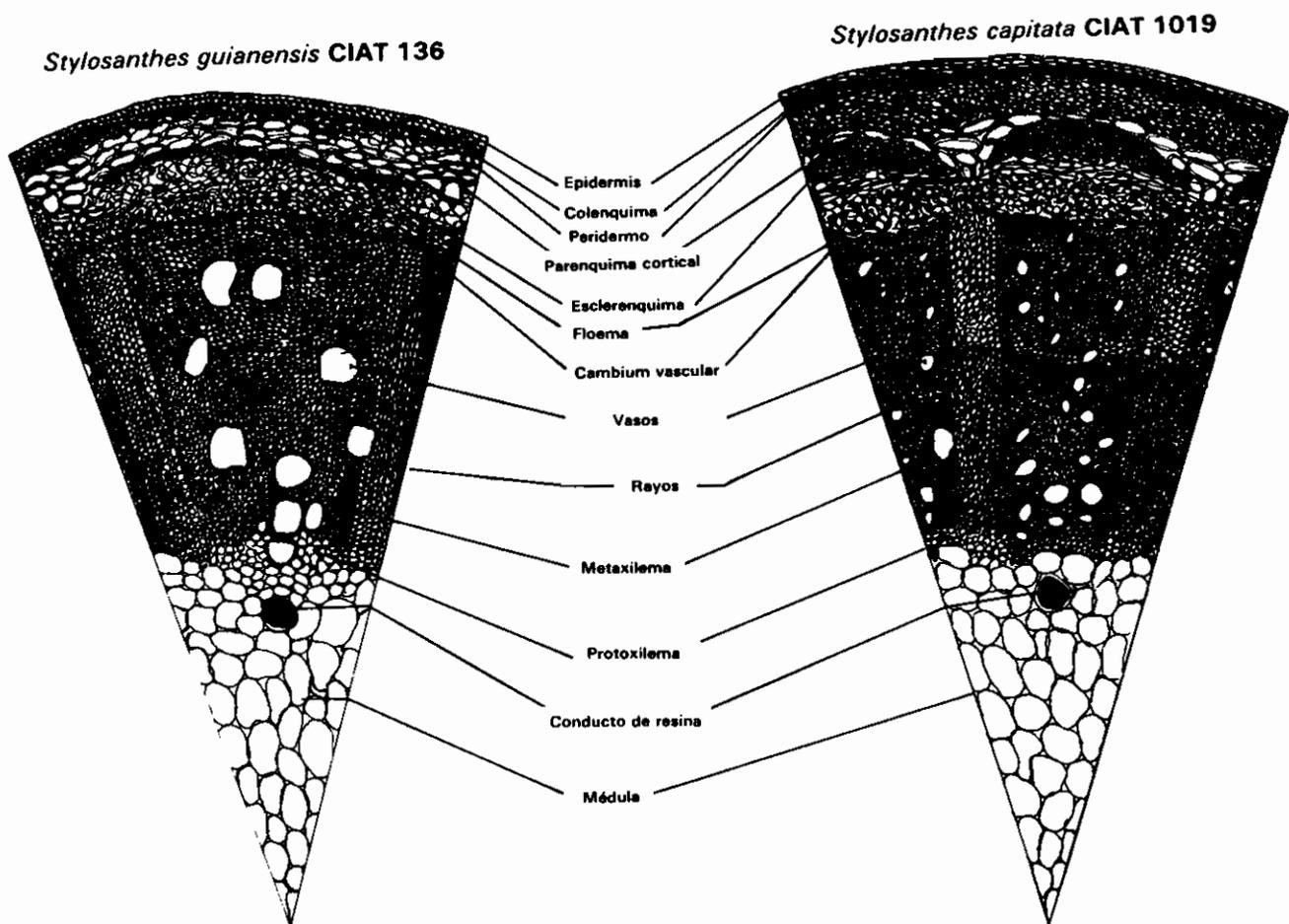


Figura 15. Esquema comparativo de la estructura interna de tallos de *Stylosanthes guianensis* CIAT 136 y *S. capitata* CIAT 1019.

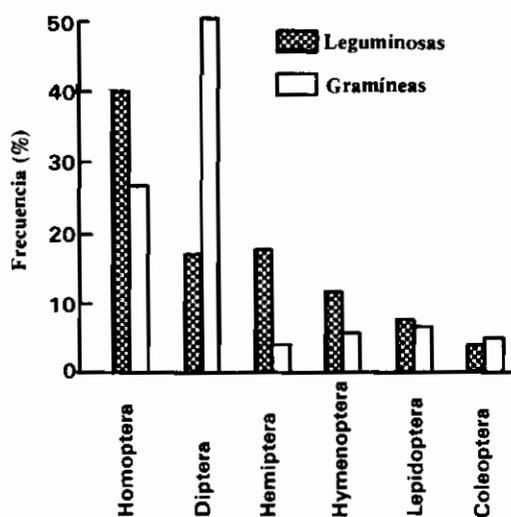


Figura 16. Distribución de poblaciones de insectos (frecuencia) observada en leguminosas y gramíneas en la subestación experimental de CIAT-Quilichao durante 1979.

bajo condiciones controladas, ocurrió un aumento en el número de áfidos y un incremento en el número de hojas rojo púrpura.

También se estudió la tolerancia o resistencia al daño por áfidos bajo condiciones de campo en cuatro accesiones de *A. gayanus*. *A. gayanus* CIAT 6053 es posiblemente la más tolerante. Por otra parte, se evaluaron seis formas morfológicas de *A. gayanus* por su tolerancia al ataque de áfidos bajo condiciones de campo. Los resultados indicaron que algunas formas morfológicas de *A. gayanus* podrían servir de fuentes de tolerancia a los áfidos.

### Mión o Salivita

En Carimagua se iniciaron evaluaciones de campo de 40 ecotipos de gramíneas por su resistencia a la salivita (del género *Aeneolamia*, *Deois*, *Zulia* y otros). Las primeras observaciones señalan que *Brachiaria ruzizensis* CIAT 654 y 656 y *Brachiaria* sp. CIAT 6058 son las accesiones más

susceptibles al ataque de ninfas y adultos. *A. gyanus* CIAT 6053, 6054, 635 y 621 presentaron bajos niveles de infestación de ninfas y ningún adulto (Cuadro 25).

Se estudió el efecto del pastoreo en las poblaciones de ninfas y adultos de la salivita. Los resultados preliminares indican una mayor disminución en el número de ninfas que de adultos. Esta situación se podría explicar con base en la actividad del adulto que le permite escapar o moverse del sitio donde el animal está pastoreando.

## Evaluación Entomológica en Ensayos Regionales

Se hicieron visitas a varios países (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) con el objeto de evaluar los ensayos regionales establecidos en diferentes ecosistemas. Los resultados presentaron complejos de especies de Homoptera/pulgones, Chrisomelidae y

Hemiptera, como las plagas más comunes en la mayoría de las regiones ecológicas. La frecuencia de distribución de los órdenes de insectos también es similar al patrón general de insectos plaga encontrado en los estudios sobre dinámica de población realizados en Carimagua y CIAT-Qhilichao. Es importante señalar que las poblaciones de insectos benéficos, representadas por varios órdenes y especies, son abundantes en todas las localidades. Esto presupone una buena posibilidad de utilizar el control biológico en un esquema de manejo integrado de plagas en pastos tropicales en América Latina. Hasta la fecha, las leguminosas forrajeras son más frecuentemente afectadas por los insectos plaga que las gramíneas. *S. capitata*, una de las leguminosas más promisorias, ha presentado una resistencia consistente o tolerancia al barrenador del tallo, *Caloptilia* sp., considerado como la plaga principal del género *Stylosanthes*. En el caso de las gramíneas *A. gyanus* no ha presentado hasta la fecha ningún insecto plaga de importancia mayor.

Cuadro 24. Identificación y hábitos alimenticios de algunos géneros de insectos relacionados con la transmisión de enfermedades en algunas accesiones de leguminosas y gramíneas forrajeras.

Insecto	Habitat alimenticio	<u>Stylosanthes guianensis</u> 136	<u>Stylosanthes guianensis</u> 184	<u>Stylosanthes capitata</u> 1019	<u>Stylosanthes capitata</u> 1978	<u>Stylosanthes capitata</u> 1405	<u>Stylosanthes capitata</u> 1097	<u>Stylosanthes scabra</u> 1047	<u>Zornia</u> 728	<u>Centrosema</u> 1733	<u>Desmodium ovalifolium</u> 350	<u>Brachiaria decumbens</u> 606	<u>Panicum maximum</u> 604	<u>Andropogon gyanus</u> 621	<u>Macroptilium</u> sp. 535
<b>Homoptera:</b>															
<u>Scaphytopius fuliginosus</u>	Chupador de hojas; vector de enfermedades										+				+
<u>Empoasca</u> sp.	Chupador de hojas; posible vector de enfermedades	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<u>Graminella</u> spp.	Chupador de hojas; vector del achaparramiento del maíz en gramíneas													+	+
<b>Coleoptera:</b>															
<u>Chaetocnema</u> sp.	Comedor de hojas; vector de la enfermedad Stewart en gramíneas			+	+	+	+	+	+					+	+
<u>Diabrotica gramineae</u> B	Comedor de hojas									+	+				+
<u>D. melanocephala</u> F.	Vector de enfermedades									+	+				+
<u>D. gratioiosa</u> B.	Vector de enfermedades									+	+				+
<u>D. viridula</u> F.	Vector de enfermedades									+	+				+

Cuadro 25. Infestación de ninfas y adultos de salivita (Aeneolamia varia) en accesiones de gramíneas en Carimagua.

<u>Especie</u>	<u>CIAT No.</u>	<u>Ninfas/10 m<sup>2</sup></u>	<u>Adultos/25 m<sup>2</sup></u>
<u>Brachiaria sp.</u>	6058	9.60	1.54
<u>Brachiaria ruziziensis</u>	656	5.83	1.23
<u>Brachiaria ruziziensis</u>	654	4.61	1.20
<u>Andropogon gayanus</u>	6053	0.07	0.07
<u>Andropogon gayanus</u>	6054	0.10	0.07
<u>Andropogon gayanus</u>	635	0.27	0.03
<u>Andropogon gayanus</u>	621	0.13	0.00



# PRODUCCION DE SEMILLA

La sección de Producción de Semilla de Pastos Tropicales tiene dos objetivos básicos: a) multiplicar semilla de las líneas experimentales para su utilización por el Programa y sus colaboradores y b) generar tecnología para la producción comercial de semilla de especies en etapas avanzadas de investigación.

Durante 1979, se hizo énfasis en ampliar las áreas sembradas con gramíneas y leguminosas para producción de semilla; el área total cosechada aumentó significativamente, como también el volumen total de semilla producida. Los esfuerzos en el desarrollo de tecnología se limitaron a la iniciación de la fase experimental de campo del proyecto de producción potencial de semilla a nivel regional y a la cuantificación de ciertos aspectos relacionados con el manejo y procesamiento de la semilla de *Andropogon gayanus*.

## Multiplicación de Semilla

Las actividades de multiplicación de semilla están limitadas al aumento de las accesiones seleccionadas por el Comité de Germoplasma del Programa. El volumen inicial de producción está relacionado con las cinco categorías asignadas y refleja la cantidad de semilla requerida para establecer nuevos experimentos y así satisfacer los requerimientos de semilla de la siguiente fase de evaluación a cargo de otras secciones del Programa. En el caso de las accesiones de las categorías IV o V se puede programar una producción adicional para satisfacer algún objetivo experimental más definido. Las áreas reales del cultivo se definen relacionando el volumen de semilla requerido de una accesión particular y la tasa de multiplicación de semilla de la especie en la localidad donde se va a cultivar.

En el caso de nuevo germoplasma, las existencias de material de siembra (semilla sexual o material vegetal) con frecuencia limitan el área de multiplicación de semilla que se podría establecer inicialmente. En estos casos se requiere un trasplante individual de plantas, propagación vegetativa o ciclos sucesivos de expansión del cultivo después de cosechar las semillas. Para alcanzar la producción programada se requiere un período de un año y en ocasiones dos.

Las áreas de producción se encuentran localizadas en CIAT-Palmira, CIAT-Quilichao y Carimagua para explotar las diferencias climáticas y edáficas y también para

distribuir el riesgo y los esfuerzos. Todas las actividades de procesamiento, almacenamiento y distribución se concentran en CIAT-Palmira. Aunque las tres localidades presentan muy poca variación en la longitud del día debido a la baja latitud (3-4°N), la distribución de lluvias es diferente; en CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao (donde se dispone de riego) es bimodal, mientras que en Carimagua el patrón de precipitación es unimodal con una estación de crecimiento prolongada y una estación seca bien definida. Debido a la sensibilidad inherente de las especies forrajeras a los factores climáticos y edáficos, la relación entre los rendimientos reales y los rendimientos potenciales de semilla varía dependiendo de la especie en cada localidad.

En el Cuadro 26 se presenta un resumen de las principales actividades de multiplicación de semilla durante 1979. Se multiplicó semilla de un total de 39 accesiones (37 leguminosas y 2 gramíneas). Las leguminosas se localizaron básicamente en CIAT-Quilichao para facilitar el manejo en pequeñas parcelas, pero las cuatro accesiones de alta prioridad también se sembraron en Carimagua en una escala apropiada para cosechar con combinada. Las gramíneas se multiplicaron en las tres localidades, concentrando la mayor área en CIAT-Palmira. Este año se sembró un total de 43 ha, las cuales incluyen una producción adicional significativa de *Andropogon gayanus*. El área total de pastos con propósitos de producción de semilla es ahora de 51 ha.

Con la tendencia a aumentar el tamaño promedio de las parcelas para las accesiones en las categorías mayores, fue necesario aumentar la eficiencia de la cosecha por medios mecánicos. Esta tendencia significa un avance operacional significativo ya que la sección ha alcanzado su capacidad total en términos de cosecha manual. La capacidad de cosecha mecánica se ha mejorado con la adición de una cosechadora de succión montada en un tractor. Es de gran potencial particularmente para la cosecha de *Desmodium heterophyllum*.

El procesamiento de grandes volúmenes de *A. gayanus* ha sido una operación lenta y sucia. A pesar de que el desaristador mecánico ha funcionado bien, éste necesita ser complementado con manejos mecánicos y medidas de control del polvo en la línea de procesamiento.

Cuadro 26. Actividades de multiplicación de semilla durante el año (octubre 1978-79).

Descripción	Localidad			Promedio o total
	CIAT-Palmira	CIAT-Quilichao	Carimagua	
<b>Número de introducciones</b>				
Gramíneas	2	2	1	2
Leguminosas	4	33	4	37
<b>Area cultivada (ha)</b>				
Nueva	12	6	25	43
Total	15	9	27	51
<b>Cosecha de semilla</b>				
Area (ha)	17 <sup>1</sup>	16 <sup>1</sup>	7	40
Método (%)				
Manual	90	80	100	90
Mecánico	10	20	0	10
<b>Distribución de semilla</b>				
Solicitudes (No.)	-	-	-	
CIAT	-	-	-	143
Fuera del CIAT	-	-	-	57
Peso total (kg)				
CIAT	-	-	-	4002
Fuera del CIAT	-	-	-	137
<b>Semilla producida (kg)</b>				
Gramíneas	2185	812	388	3385
Leguminosas	468	1080	426	1974
Total	2653	1892	814	5359

1 Las áreas de algunas accesiones se cosecharon dos veces.

El volumen total de producción de semilla fue de 5359 kg, correspondiendo los mayores volúmenes a *A. gayanus*, *Stylosanthes capitata*, *S. hamata*, *D. ovalifolium*, *Zornia latifolia*, *Codariocalyx* (sin. *Desmodium*) *gyroides* y *D. heterophyllum* (Cuadro 27).

Las nuevas facilidades de almacenamiento han permitido la organización básica de las existencias de semilla en términos de almacenamiento y control de inventarios. La semilla seca se almacena en recipientes sellados. Se respondió a 200 solicitudes de semilla y se despachó un total de 4586 kg.

## Tecnología de Producción de Semilla

### Andropogon gayanus

#### Determinación de la pureza de la semilla

En gramíneas forrajeras hay definiciones y metodologías alternativas para estimar la proporción de semilla pura en un lote de semilla. Sin embargo, las determinaciones de pureza siempre se definen con base en el peso.

Cuadro 27. Semilla de pastos producida por especies entre octubre 1978 y octubre 1979.

Especie	No. de accesiones	Peso total (kg)
<u>Leguminosas<sup>1</sup></u>		
<u>Aeschynomene</u> sp.	1	1
<u>Centrosema</u> spp.	5	8
<u>Codariocalyx gyroides</u>	1	46
<u>Desmodium ovalifolium</u>	1	61
<u>Desmodium heterocarpon</u>	1	10
<u>Desmodium heterophyllum</u>	1	25
<u>Glycine wightii</u>	2	15
<u>Pueraria phaseoloides</u>	1	4
<u>Stylosanthes capitata</u>	10	1190
<u>Stylosanthes hamata</u>	1	550
<u>Stylosanthes humilis</u>	1	1
<u>Stylosanthes guianensis</u>	1	2
<u>Stylosanthes viscosa</u>	1	1
<u>Zornia latifolia</u>	10	60
Total leguminosas		1974
<u>Gramíneas<sup>2</sup></u>		
<u>Andropogon gayanus</u>	1	3382
<u>Panicum maximum</u>	1	3
Total gramíneas		3385
Total todas las accesiones	39	5359

1 Leguminosas : semilla ó semilla en vaina, pureza > 95% .

2 Gramíneas : semilla, pureza > 40%.

La definición internacional de pureza se refiere solamente a la espiguillas en las cuales se ha confirmado la presencia de un cariópsis. Las aristas, espiguillas vacías, partes vegetativas de la planta, arena y suelo son componentes considerados como parte de la fracción de materia inerte. Esta es la definición más precisa y deseable. Sin embargo, si el trabajo de separación se hace manualmente, la tarea es laboriosa y requiere mucho tiempo.

Continuaron las investigaciones para verificar la utilidad de la estimación indirecta de la Pureza Internacional. El método está basado en la relación entre el Contenido de Cariópsis (la proporción de espiguillas que presentan

cariópsis, expresada como porcentaje basado en el número) y la Pureza Internacional (estimada directamente por separación manual) de la fracción de espiguillas. Esta relación ha sido estimada por regresión lineal empleando datos básicos tanto del Contenido de Cariópsis como de la Pureza Internacional directa de la fracción de espiguillas, en 35 muestras de semilla. El coeficiente de regresión se estimó en 1.123 con un  $R^2=0.9899$  (Figura 17).

El procedimiento para determinar la pureza internacional indirecta en cualquier muestra de semilla de *A. gayanus* consiste en determinar (1) el Contenido de Espiguillas ("Irish pure seed") y (2) Contenido de Cariópsis. Estas observaciones se utilizan en la siguiente fórmula:

$$\text{Pureza Indirecta} = \frac{\text{Contenido de Espiguillas} \times \left[ \frac{\text{Contenido de Cariópsis} \times 1.123}{100} \right]}{100}$$

( % peso)                      ( % No.)

$$= \left[ 0.0123 \times \text{Contenido de Espiguillas} \times \text{Contenido de Cariópsis} \right] \% (\text{peso})$$

donde, el Contenido de Espiguillas se determina en una muestra de 5 g tomada al azar del lote de semilla.

El Contenido de Cariópsis se determina en 200 espiguillas tomadas al azar.

1.123 es el coeficiente de regresión que expresa la relación generalizada entre el Contenido de Cariópsis y la Pureza Internacional de esta especie.

El grado de relación entre la pureza cuando se mide directamente por separación manual y el método indirecto de la fórmula se cuantificó mediante la estimación de la correlación entre los valores derivados de 47 muestras de semilla (Figura 18). Se encontró un valor altamente

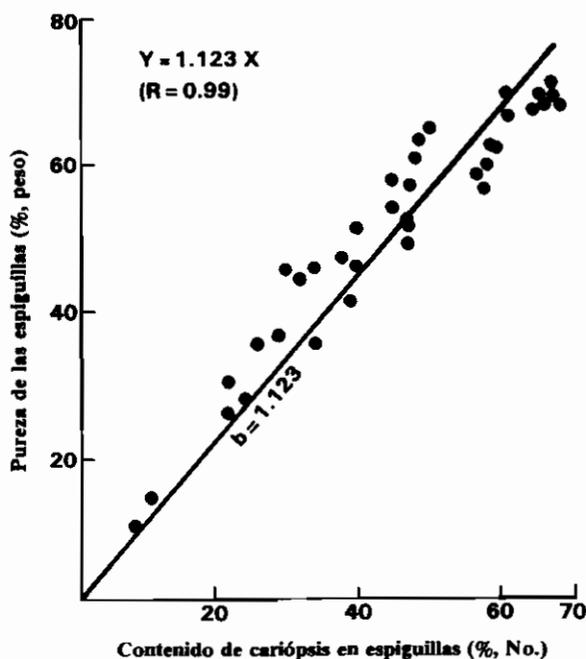


Figura 17. Regresión de pureza y el contenido de cariópsis de espiguillas en *Andropogon gayanus* CIAT 621.

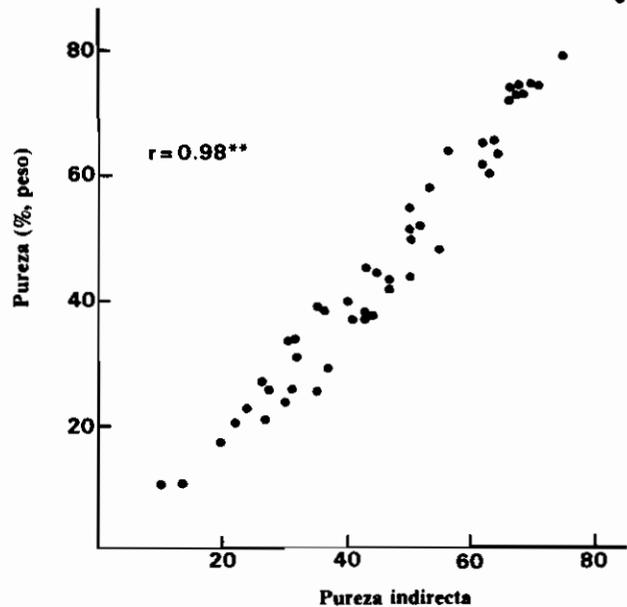


Figura 18. Correlación entre estimativos directos e indirectos de la pureza de la semilla en lotes de semilla limpia de *Andropogon gayanus*.

significativo de 0.98. De acuerdo con lo anterior, se concluyó que el método de la fórmula indirecta presenta suficiente exactitud como para garantizar su empleo.

Las ventajas del método indirecto son: (a) las determinaciones se pueden hacer en un 25% del tiempo requerido por el método directo y (b) su precisión es relativamente alta. La estimación indirecta de la pureza depende en gran parte de la representatividad de las 200 espiguillas que se incluyen en la determinación del Contenido de Cariópsis. Obviamente, errores por la inclusión de masas de semilla liviana ocasionarán variación.

La utilidad básica del método indirecto consiste no en su capacidad para medir la pureza en términos absolutos sino por la capacidad para determinar los rendimientos de semilla pura. En un programa de producción de semilla el cual tenga objetivos de producción y experimentales, existe la necesidad de registrar tanto el peso de la semilla como su pureza en un número considerable de muestras a fin de determinar el rendimiento de semilla pura. Por consiguiente, la determinación de la pureza debe ser razonablemente rápida y precisa y no extrema en cualquiera de los sentidos.

## Patrones de maduración del cultivo

En CIAT-Palmira se realizó un estudio preliminar para la determinación del punto óptimo de madurez para la cosecha de semilla con base en colecciones repetidas realizadas en ocho períodos durante la época de maduración del cultivo.

El peso de las espiguillas cosechadas alcanzó un tope a los 22 días después del máximo de floración y disminuyó considerablemente después de 36 días. La proporción de espiguillas con cariopsis varió entre 24-68%, indicando variaciones temporales en la eficiencia global de la formación de semilla, pero se observó en un tope a los 43 días después del máximo de floración.

El peso de semilla pura alcanzó un máximo a los 22 días después del máximo de floración y disminuyó marcadamente después de los 43 días. El peso unitario de las espiguillas de semilla pura tendió a disminuir constantemente de 292 mg/100 a los 22 días después del máximo de floración a 250 mg/100 espiguillas de semilla pura a los 64 días (Figura 19). Tanto la viabilidad como la germinación de semilla pura presentaron sus máximos valores (aproximadamente un 90%) a los 10 meses después de la cosecha en tanto que se observó cierta tendencia a disminuir a los 50 días después del máximo de floración.

El punto óptimo de madurez para cosechar debería coincidir con el rendimiento máximo de semilla pura viable. Con base en esto, la maduración de la cosecha ocurrió aproximadamente a los 28 días después del máximo de floración. Como el rendimiento máximo de espiguillas ocurrió siete días antes, el desprendimiento de las espiguillas se inicia antes del estado de óptima madurez para cosecha; en efecto, las espiguillas se desprenderán al menos dos semanas antes de la madurez de cosecha.

## Procesamiento de la semilla

La masa de semillas de *A. gayanus* es liviana y adhesiva debido a las pilosidades y aristas, lo cual origina problemas de manejo en comparación con las otras gramíneas. Esto impide la transferencia mecánica a las tolvas o elevadores convencionales, mientras que el agrupamiento disminuye la tasa y eficiencia de paso por las zarandas planas.

Para homogenizar el tamaño de las partículas, eliminar las aristas y, por lo tanto, mejorar las tasas de flujo y la separación dentro de un sistema aire-zarandas se ha utilizado una desaristadora mecánica o un molino de martillo modificado (donde tanto los martillos como el cilindro interior están revestidos de caucho).

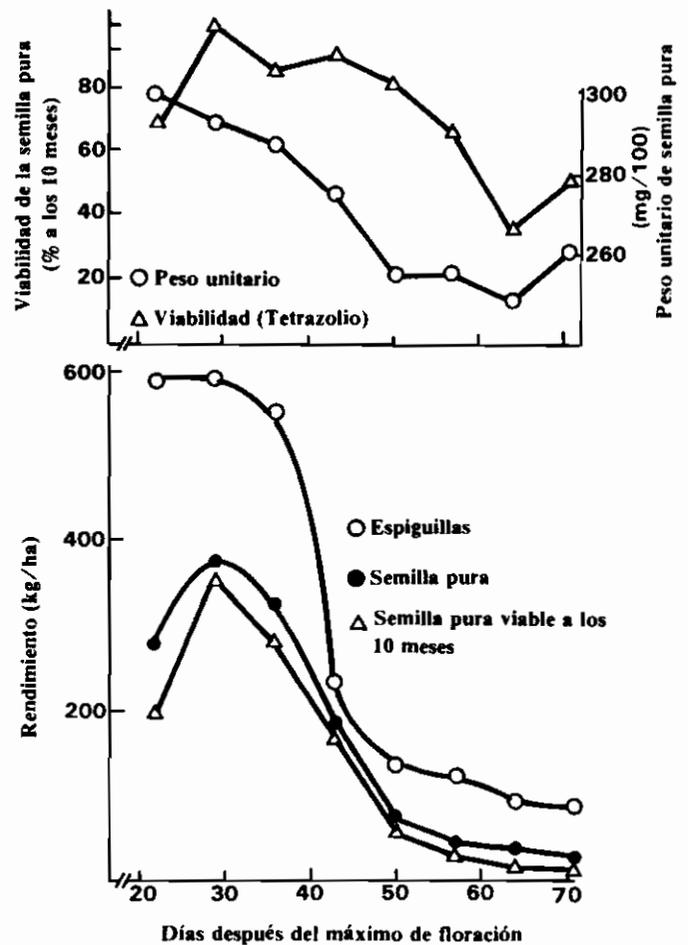


Figura 19. Características de la semilla pura y rendimiento de productos durante la madurez del cultivo de *Andropogon gayanus* CIAT 621, en CIAT-Palmira.

Se comparó el procesamiento mecánico de semilla mediante el empleo del removedor de la arista y luego su limpieza mediante un sistema aire-zarandas para obtener semilla clasificada, con el sistema de trilla y pelado manual. Los resultados se presentan en el Cuadro 28. La remoción de la arista es muy efectiva siempre y cuando la semilla esté seca cuando se introduce el desaristador. El aumento del contenido de cariopsis y la pureza indican la capacidad de la criba limpiadora a base de aire para eliminar no solamente la parte de material inerte (polvo, aristas y partículas pequeñas de material vegetativo), sino también muchas espiguillas pequeñas o vacías. La densidad de la masa también aumentó en aproximadamente un 39% (base relativa). La germinación no se reduce debido al tratamiento mecánico; más bien puede mejorar inicialmente. Aún es necesario definir el efecto a largo plazo.

Cuadro 28. Características de semilla cruda sin procesar y semilla clasificada mecánicamente en tres lotes de Andropogon gyanus.

Descripción	Semilla cruda <sup>1</sup>		Semilla clasificada <sup>2</sup>	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Espiguillas desaristadas (% , No. )	28	22-34	94	88-98
Contenido de espiguillas (% , No. )	71	67-75	92	88-95
Contenido de Cariopsis (% , No. )	39	34-46	51	37-64
Pureza (% , peso)	30	27-36	51	37-62
Germinación (% , No. a los 10 meses)	21	8-43	39	34-45
Contenido de semilla pura viable (% , a los 10 meses)	6	2-15	20	13-28
Densidad de la masa (kg/m <sup>-3</sup> )	47	45-49	65	59-71

1 Semilla después de la trilla manual, sin ningún refinamiento mecánico.

2 Semilla después de la trilla manual, seguida por una pasada por el removedor de aristas mecánico y dos pasadas por la criba limpiadora a base de aire.

Los resultados del Cuadro 28 representan los dos extremos de procesamiento alternativos. Las muestras de semilla cruda en este estudio recibieron el beneficio de un tratamiento de desbrazado parcial a mano del material trillado, de tal manera que los promedios para los lotes crudos serán inferiores. La semilla procesada mecánicamente pasó dos veces por la criba limpiadora mientras que comercialmente es probable que solamente pase una vez y, por lo tanto, se obtengan valores un poco menores.

La demanda relativa de semilla cruda y clasificada será afectada por el sistema de siembra utilizado y los costos de transporte de la semilla. La semilla cruda indudablemente será utilizada donde la semilla sea producida localmente en la finca y donde no se pueda contar con sembradoras mecánicas o éstas sean demasiado costosas. La semilla clasificada facilitará la siembra mecánica y disminuirá los costos de almacenamiento y transporte. En sitios donde la semilla sea cosechada con combinada, sería deseable disponer de una desbrazadora mecánica para emplearla antes del secamiento o remoción de la arista.

## Potenciales Regionales de Producción de Semilla

Como parte de una evaluación general de los potenciales regionales de producción de semilla, se inició en 1979, en

seis regiones, una fase experimental de campo con este propósito. Las localidades y colaboradores se presentan en el Cuadro 29. Inicialmente se hizo énfasis en comenzar el proyecto en las localidades ubicadas en las regiones de mayores latitudes, con alguna distribución estacional de lluvias y una baja incidencia de heladas, y en colaborar con instituciones ya activas en la evaluación de germoplasma.

Los experimentos de campo pretenden recolectar información sobre la fenología, los rendimientos de semilla y la incidencia de malezas, plagas y enfermedades, mientras que la información climática, edáfica, agronómica y económica se colecta de otras fuentes.

Los materiales genéticos incluidos fueron nominados por el colaborador y el CIAT. Cada material se sembró en parcelas puras en áreas de 80 m<sup>2</sup> con tres repeticiones.

Las condiciones estacionales adversas ejercieron efectos negativos en el número de materiales establecidos, así como también en la variabilidad dentro de cada localidad, especialmente en Santa Cruz, Sete Lagoas y Valledupar. Las malezas fueron un problema para las leguminosas en Sete Lagoas reflejando antecedentes de la localidad. En Chapare, Brasilia, Felixlandia y CIAT-Quilichao se hicieron las cosechas de primer año de semilla de gramíneas y leguminosas. En Sete Lagoas y Santa Cruz sólo se cosecharon gramíneas.

Cuadro 29. Localidades, colaboradores e introducciones de leguminosas y gramíneas establecidas en la red regional sobre potencial de producción de semilla.

Localidad	Latitud	Altitud (m)	Institución colaboradora <sup>1</sup>	Fecha de siembra	No. de introducciones Leguminosa Gramínea	
<u>Bolivia</u>						
Chapare	16°S	250	COTESU	Dec. 1978	9	3
Santa Cruz	17°S	200	CIAT	Jan. 1979	5	2
<u>Brasil</u>						
Brasilia	15°S	1007	CPAC	Dec. 1978	9	4
Felixlandia	18°S	600	EPAMIG	Jan. 1979	11	3
Sete Lagoas	19°S	700	EPAMIG	Dec. 1978	6	3
<u>Colombia</u>						
CIAT-Quilichao	3°N	1100	-	Oct. 1978	10	3
Valledupar	10°N	340	ICA	May 1979	3	5

- <sup>1</sup> COTESU, Cooperación Técnica del Gobierno Suizo; CIAT, Centro de Investigación Agrícola Tropical; CPAC, Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados; EPAMIG, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais; ICA, Instituto Colombiano Agropecuario.



# MICROBIOLOGIA DEL SUELO

El objetivo de la sección de Microbiología del Suelo es maximizar los beneficios de la fijación biológica del nitrógeno en forrajes adaptados a los suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical, dándole prioridad a la simbiosis leguminosas *Rhizobium*. La estrategia de la investigación consiste en: (1) mantener y aumentar los recursos de germoplasma de *Rhizobium* del CIAT; (2) evaluar el potencial simbiótico de la fijación de nitrógeno de aislamientos de *Rhizobium* en leguminosas adaptadas; y (3) probar el potencial simbiótico de aislamientos seleccionados en el campo, inicialmente en CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia, y luego en ensayos regionales en toda el área objetivo del Programa de Pastos Tropicales.

## Colección de *Rhizobium*

La adición de 55 cepas de *Rhizobium* a la colección en 1979, aumentó el total a 2098. La información sobre toda la colección se encuentra registrada en un sistema de recuperación de datos y detallado en el Catálogo de *Rhizobium* del CIAT.

La recolección de nódulos, especialmente de *Zornia* spp., se realizó en los Llanos Orientales de Colombia (departamento del Meta y comisaría de Vichada). Para cada localidad se colectó información completa y se tomaron muestras de suelo para su análisis.

## Selección de Cepas

Las cinco etapas de selección de cepas de *Rhizobium* no han variado desde 1977 (Informe Anual del CIAT, 1977).

### Etapas I (Cultivos en tubos asépticos)

La falta de cámara de crecimiento demoró la evaluación en la Etapa I. Debido a ésto se exploraron sistemas alternativos.

En un estudio de hemotoxina en bandejas hecho con la sección de Fertilidad de Suelos y Nutrición de las Plantas, hubo nodulación en un sistema anaeróbico, lo cual indica el potencial de sustituir los tubos de agar actualmente utilizados por solución nutritiva. Se evaluaron varias soluciones nutritivas y se usaron bolsitas de plástico (17 x 3 cm) para efectuar un estudio comparativo con el método de rutina de plantas en tubos con agar. Para el sistema en prueba se requieren bolsas plásticas con solución nutritiva y papel embebido en la solución. Una ventaja del sistema es

que se pueden colocar hasta seis veces el número de tratamientos en el mismo espacio en el cuarto de luces. Se utilizaron varias leguminosas para comparar ambos sistemas según apariencia de las plantas, número de días hasta la nodulación y localización y abundancia de nódulos. En las bolsas de plástico se usaron las soluciones nutritivas de Norris y Date así como de Hoagland (modificada para simular el estrés de los suelos ácidos, con o sin 3 ppm de Al), mientras que en los tubos se usó el agar de Jensen. Los resultados preliminares indicaron un crecimiento más rápido de las plantas en las bolsas de plástico. Hasta 109 cepas resultaron inefectivas en uno de los miembros del género hospedante del cual se aislaron.

### Etapas II (Cultivo en arena con una solución nutritiva, pH 7)

La carencia de un material inerte ideal para sustituir la arena de río utilizada anteriormente, limitó el número de pruebas realizadas durante 1979.

*Zornia latifolia* 728 y *Stylosanthes capitata* 1315 no desarrollaron suficientes raíces en la arena de cuarzo sin nitrógeno como para permitir la iniciación de la nodulación. En un futuro se empleará nitrógeno en una concentración de 5 ppm.

### Etapas III (Cultivo en potes con suelo de la localidad)

Se repitió la evaluación de nueve aislamientos de *Rhizobium* en *D. ovalifolium* CIAT 350 en suelo de CIAT-Quilichao, debido a los resultados divergentes al hacer la comparación con los obtenidos en las Etapas II y IV. En la primera prueba de la Etapa III las cepas variaron significativamente en el grado en que afectaron la producción de materia seca; la cepa de *Rhizobium* CIAT 283 ocupó el primer lugar entre las cepas inoculadas (Cuadro 30) pero no fue mejor que el *Rhizobium* nativo como lo indicó su equivalencia estadística con el testigo sin la aplicación de N. En la segunda prueba de la Etapa III, la cepa de *Rhizobium* CIAT 282 produjo más materia seca que el testigo sin N aunque no de manera significativa. En la prueba de la Etapa II, CIAT 283 fue la menos efectiva.

Cuadro 30. Comparación de la respuesta de cepas de *Rhizobium* en la Etapa II y dos estudios idénticos en la Etapa III, en *Desmodium ovalifolium* CIAT 350.

Cepa de <i>Rhizobium</i> CIAT No.	Rendimiento promedio de materia seca					
	Etapa III Noviembre 1978		Etapa III Julio 1979		Etapa II Julio 1978	
	(g/2 retoños)		(g/2 retoños)		(g/2 plantas)	
+N Testigo	1 <sup>1</sup>	4.98a <sup>3</sup>	2 <sup>1</sup>	12.52a	2 <sup>1</sup>	0.411a
-N Testigo	2	4.07ab	6	11.46a	37 <sup>2</sup>	0.054g
283	3	3.95ab	1	14.14a	11	0.202bcdefg
359	4	3.75b	8	10.91a	3	0.402a
388	5	3.59b	11	10.39a	5	0.338abc
297	6	3.42bc	10	10.66a	9	0.254bcdef
533	7	3.32bc	7	11.42a	8	0.264bcdef
512	8	3.29bc	4	12.09a	4	0.347ab
529	9	3.02bc	5	11.68a	7	0.295abcd
507	10	2.86bc	3	12.09a	1	0.419a
299	11	2.33c	9	10.68a	6	0.334abc

1 Orden descendente global según las medias.

2 En la prueba de la Etapa II se presentan los testigos con y sin N y las mejores cepas entre 39 evaluadas.

3 Los promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 0.05.

La falta de correlación entre las pruebas de la Etapa III pueden deberse a los efectos estacionales en el comportamiento de los rizobios. Esto se tiene que determinar con experimentos repetidos, establecidos en el campo y cosechados a distintos intervalos, para medir los efectos de las estaciones lluviosa y seca en la producción de follaje y respuesta a la inoculación.

Para probar la respuesta de *Z. latifolia* 728 y *S. capitata* 1315 a 15 cepas de *Rhizobium*, se adoptó un sistema libre de contaminantes, que permitía colocar más plantas en el mismo espacio (50/m<sup>2</sup> versus 9/m<sup>2</sup> anteriormente).

Los análisis estadísticos de producción de materia seca de *Zornia* en los suelos de CIAT-Quilichao y Carimagua no

mostraron diferencias significativas entre las cepas, y tampoco entre cepas y los testigos con o sin N. El alto contenido de N en el suelo de CIAT-Quilichao pudo enmascarar las respuestas a la inoculación, mientras que en Carimagua los resultados pueden mostrar la presencia de cepas nativas eficientes. Con el objeto de identificar las cepas nodulantes se prepararán los antisueros.

Aunque los rendimientos de materia seca de *S. capitata* CIAT 1315 en suelo de Carimagua no se analizaron estadísticamente, la evaluación visual de la nodulación indicó que las cepas CIAT 301 y 871 fueron superiores. La producción media de materia seca de *S. capitata* 1315 en el suelo de CIAT-Quilichao (Cuadro 31) muestra que las cepas de *Rhizobium* CIAT 301 y 1363 fueron las mejores.

Cuadro 31. Producción media de materia seca de *Stylosanthes capitata* CIAT 1315 bajo condiciones de invernadero en suelo de CIAT-Quilichao (Etapa III).

Cepa de Rhizobium CIAT No.	No. de orden <sup>1</sup>	Rendimiento promedio materia seca (g/2 retoños)
71	12	1.76ab <sup>2</sup>
79	10	1.78ab
301	1	2.10a
763	5	1.96ab
765	4	1.96ab
870	11	1.78ab
871	7	1.88ab
882	3	2.00ab
887	16	1.53ab
1238	8	1.83ab
1358	6	1.91ab
1359	13	1.72ab
1363	2	2.10a
1460	14	1.71ab
1468	17	1.29b
+N Testigo	15	1.56ab
-N Testigo	9	1.82ab

1 Según la producción media de la materia seca.

2 Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.05.

#### Etapa IV (Ensayos de campo)

En las Etapas II y III (Informe Anual del CIAT, 1978), se observaron diferencias estadísticas dependientes de las cepas, en respuesta a su inoculación en *D. ovalifolium* CIAT 350. En los experimentos de la Etapa IV, los resultados fueron estadísticamente significativos para el primer corte, pero no para los cortes posteriores durante 1979. El experimento sobre tecnología de inoculación, realizado en CIAT-Quilichao, empleando tres cepas y tres técnicas, nuevamente mostró que no hay efectos significativos debido a los tratamientos después del primer corte, como tampoco para los rendimientos acumulados de los distintos tratamientos.

El propósito del experimento con 31 cepas de *Leucaena* sp. CIAT 871, fue determinar si alguna cepa podría hacer nodular esta leguminosa en un suelo ácido. Mediante la acumulación de materia seca en dos cosechas, como repeticiones, se efectuó una prueba de comparación múltiple de Duncan en la respuesta a la inoculación. En Carimagua no se observaron diferencias estadísticas en los rendimientos como respuesta a las cepas (Cuadro 32). Las cinco cepas clasificadas como las mejores en la primera

cosecha no fueron las mismas en la segunda cosecha. Después de la segunda cosecha, se evaluó la nodulación de raíces en cinco plantas de cada uno de los tratamientos. Las calificaciones de la nodulación de los distintos tratamientos no se correlacionaron significativamente con el rendimiento de materia seca. En los tratamientos con una producción de materia seca superior al promedio, solamente la mitad alcanzó una nodulación mayor que el promedio. Los rizobios nativos o quizás contaminaciones provenientes de las plantas inoculadas ocasionaron la producción de nódulos en plantas en tratamientos sin inoculantes. Algunas cepas consideradas como efectivas, tales como CIAT 1967 y 1920 (Informe Anual de Carimagua, 1978), resultaron ineficientes este año, mientras que otras mejoraron. En CIAT-Quilichao se registraron diferencias estadísticas en el rendimiento para las cosechas acumuladas.

En CIAT-Quilichao y Carimagua se estableció un estudio con *S. capitata* 1315 y *Z. latifolia* 728 para la selección de cepas de *Rhizobium*.

**Verificación de los resultados en la Etapa IV.** Las respuestas que se registraron como resultado de las

inoculaciones, se deberían verificar para determinar si los nódulos formados en la planta corresponden a los de la cepa inoculada. Esta es importante especialmente bajo las condiciones sépticas del campo, en donde el *Rhizobium* nativo y competitivo puede llegar a nodular la planta. Para efectuar esta labor se han adicionado varios antisueros a la colección existente en el laboratorio.

## Potencial de Respuesta a la Inoculación

Debido al alto contenido de N en el suelo de CIAT-Quilichao, no es confiable la respuesta en producción de materia seca a la inoculación. En el experimento con *S. capitata* CIAT 1315 establecido en CIAT-Quilichao, se incluyó un testigo con tallos de maíz molidos (2 ton/ha). Si ocurre una gran diferencia entre este tratamiento y el testigo sin N, será necesario reevaluar la selección de cepas en CIAT-Quilichao, puesto que el alto contenido de N en el suelo puede estar limitando la respuesta a la inoculación.

## Estudio de Extrapelación de las Recomendaciones de Inoculantes

Se está realizando un estudio de hospedantes, el cual determinará la inefectividad y eficiencia de varias cepas de *Rhizobium* en diversas líneas promisorias de *Stylosanthes*.

Como en la Etapa I, la inefectividad de las cepas bajo condiciones definidas de suelos ácidos, se estudió en bolsas de crecimiento. La información sobre la variación de la inefectividad se utilizará en la planeación de los experimentos de las Etapas II y III para estudiar la eficiencia de una cepa bajo condiciones definidas, asépticas y en suelo séptico de la localidad. Esta información ayudará a clarificar las limitaciones de la recomendación de cepas.

Esta clase de información es necesaria puesto que las especies relacionadas de *Desmodium* reaccionaron de manera diferente al *Rhizobium* en el campo experimental de Carimagua. *D. ovalifolium* 350 noduló eficientemente en las parcelas sin inocular. Ninguno de los tratamientos de tres cepas x tres tecnologías de inoculación aumentó significativamente la producción de materia seca en comparación con los testigos con y sin aplicación de N. Los rizobios nativos parecen ser tan efectivos como las mejores cepas seleccionadas entre los 70 aislamientos de *Desmodium* en las evaluaciones preliminares efectuadas. Por otra parte, *D. heterocarpon* 365 (taxonómicamente la misma especie que *D. ovalifolium*, *D. heterocarpon* var. *heterocarpon*) resultó clorótico y noduló pobremente. Un inoculante efectivo podría ser de gran ayuda para esta accesión. Se están adelantando los experimentos en las Etapas I, II y III para seleccionar buenos inoculantes.

Cuadro 32. Producción de materia seca acumulada en dos cosechas de *Leucaena* sp. CIAT 871, inoculado con cepas de *Rhizobium* en Carimagua.

Cepa de <i>Rhizobium</i>	Rendimiento de materia seca (kg/ha)	Calificación de nodulación <sup>2</sup> (segunda cosecha)	CIAT No.	(kg/ha)	Calificación de nodulación (segunda cosecha)
CIAT No.					
1920	610	3	42	370	6
1967	540	5	685	362	5
1919	533	10	1921	361	7
1931	524	11	1963	352	8
1939	480	10	1961	345	12
1964	471	9	847	338	5
1966	468	7	1923	337	7
1965	460	10	1959	301	10
1934	449	10	1732	284	5
+N Testigo	433	2	1937	259	8
1944	429	4	1747	251	7
1740	418	5	1742	250	8
1735	415	6	1947	237	8
346	399	4	-N Testigo	234	1
843	394	6	1962	137	2
1942	375	10	1927	121	10
1917	371	13	9	85	1

1 No se encontraron diferencias significativas entre las cepas.

2 Suma de cinco plantas calificadas por inspección visual de la nodulación (3 = abundante, 2 = moderada, 1 = escasa, 0 = ninguna; promedio = 6.9).

Cuadro 33. Crecimiento y estabilidad de cepas de Rhizobium en varios medios ácidos de selección y cambios en su pH.

Medio de cultivo <sup>1</sup>	Rhizobium CIAT No. <sup>2</sup>	Densidad de células		pH			
		Inicial	Final	Inicial	Final		
1	270 A	2.2.10 <sup>4</sup>	8.28.10 <sup>3</sup>	4.7	4.75		
	B		1.12.10 <sup>8</sup>		4.50		
	861 A	1.8.10 <sup>4</sup>	1.10		4.7		
	B		1.10		4.7		
	907 A	3.5.10 <sup>3</sup>	1.49.10 <sup>3</sup>		4.7		
	B		1.75.10 <sup>3</sup>		4.7		
	2	270 A	2.2.10 <sup>4</sup>		4.7.10 <sup>8</sup>	4.7	6.9
		B			9.1.10 <sup>7</sup>		7.3
861 A		1.8.10 <sup>4</sup>	0.10 <sup>1</sup>	4.8			
B			0.10 <sup>1</sup>	6.2			
907 A		3.5.10 <sup>3</sup>	1.2.10 <sup>8</sup>	4.5			
B			6.9.10 <sup>8</sup>	4.5			
3		270 A	2.2.10 <sup>4</sup>	1.2.10 <sup>7</sup>			6.0
		B		-			-
	861 A	1.8.10 <sup>4</sup>	>.10 <sup>1</sup>	5.1			
	B		>.10 <sup>1</sup>	5.2			
	907 A	3.5.10 <sup>3</sup>	1.10 <sup>6</sup>	5.5			
	B		8.10 <sup>6</sup>	6.2			
	4	270 A	2.2.10 <sup>4</sup>	4.4.10 <sup>7</sup>		4.7	4.9
		B		3.7.10 <sup>6</sup>			6.5
861 A		1.8.10 <sup>4</sup>	1.0.10 <sup>9</sup>	4.8			
B			-	-			
907 A		3.5.10 <sup>3</sup>	>.10 <sup>1</sup>	4.3			
B			2.10 <sup>7</sup>	4.9			
5		270 A	2.2.10 <sup>4</sup>	2.2.10 <sup>8</sup>	6.6		6.6
		B		>.10 <sup>6</sup>			4.9
	861 A	1.8.10 <sup>4</sup>	>.10 <sup>1</sup>	4.9			
	B		1.10 <sup>3</sup>	4.8			
	907 A	3.5.10 <sup>3</sup>	4.6.10 <sup>7</sup>	6.5			
	B		3.2.10 <sup>7</sup>	6.6			

1 Clave para los medios: 1 = Keyser con glicerol, sin indicador de pH; 2 = Keyser con glicerol y bromocresol verde como indicador de pH; 3 = Keyser con arabinosa, sin indicador de pH; 4 = Keyser con arabinosa con bromocresol verde como indicador de pH; 5 = medio de levadura manitol sin indicador de pH.

2 Repeticiones A y B.

## Comparación de Medios Ácidos y Ricos para Cultivos de Rhizobium

Se han observado diferencias fenotípicas entre las cepas aisladas de un mismo nódulo. Los aislamientos cultivados en el medio común (enriquecido) de laboratorio pueden requerir de factores especiales de crecimiento y no ser aptos para los suelos ácidos. Más aún; el mantenimiento de las

cepas en tales medios ha sido considerado como una causa de pérdida de habilidad competitiva (supervivencia e infectividad) bajo condiciones de campo. Por otro lado, las cepas resultaron menos eficientes cuando se mantuvieron en un medio ácido. Se está desarrollando un estudio destinado a determinar el mejor medio de aislamiento, y determinar la correlación entre el tipo de medio de aislamiento-mantenimiento y la eficiencia de la cepa con el tiempo bajo condiciones ácidas definidas.

Cuadro 34. Recomendaciones actuales de inoculación desarrolladas para diversas leguminosas forrajeras promisorias.

Especie	Accesión CIAT No.	Cepa de <u>Rhizobium</u> CIAT No.	Tecnología
<b>Categoría 4</b>			
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	299	Recubrimiento de RF <sup>1</sup>
<u>Zornia latifolia</u>	728	71	Recubrimiento de RF
<u>Stylosanthes capitata</u>	1019, 1315	71 + 1238	Recubrimiento de RF
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	79	Recubrimiento de RF
<b>Categoría 3</b>			
<u>Stylosanthes capitata</u>	1318, 1323, 1325, 1342, 1405, 1728, 1943	71 + 1238	Recubrimiento de RF
<u>Zornia spp.</u>	9179, 9220, 9245, 9258, 9260, 9270, 9286, 9295, 9648	71	Recubrimiento de RF
<u>Aeschynomene brasiliana</u>	9681, 9684	71	Recubrimiento de RF
<u>A. histrix</u>		71	Recubrimiento de RF
<u>Desmodium heterophyllum</u>	349	31	Recubrimiento de RF
<u>Stylosanthes hamata</u>	147	71	Recubrimiento de RF
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001	299	Recubrimiento de RF

1 Comprimido equivale al vocablo técnico inglés "pellet". RF = roca fosfórica.

El medio ácido se modificó ligeramente y se evaluaron dos fuentes de carbono (arabinosa y glicerol) por su capacidad para sostener el crecimiento de rizobios sin cambio en el pH. El bromocresol verde, un indicador de pH con un punto de equivalencia en el rango ácido (pH=4.5) se evaluó por sus posibles efectos adversos en el crecimiento de rizobios. Los resultados preliminares indican que ambos medios permiten el crecimiento de rizobios mientras que la reacción final depende de la cepa (Cuadro 33). El glicerol se escogió como el medio más aconsejable y el menos costoso (US\$461.90/kg versus \$9.55/kg para la arabinosa y glicerol, respectivamente).

Se han aislado cepas de nódulos colectados de *Z. latifolia* 728 y *S. capitata* 1315 cultivadas bajo condiciones de invernadero en suelo de Carimagua sin inocular. Las cepas se obtuvieron, mediante la siembra de medios enriquecidos

y acidificados, con la suspensión celular de los nódulos. Las eficiencias de los aislamientos se compararán bajo condiciones controladas en jarras de Leonard. Este estudio se repetirá periódicamente para determinar si con el tiempo hay efectos adversos al almacenamiento en cualquiera de los medios.

## Recomendaciones de Inoculantes

Las recomendaciones de inoculantes para las accesiones promisorias de leguminosas se presentan en el Cuadro 34. Durante 1979 se produjeron 63 kg de inóculo con turba como base. CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) utilizaron 36 kg, mientras que las agencias nacionales e internacionales recibieron 12 y 8 kg respectivamente. Las entidades privadas recibieron 7 kg de inoculante.

# FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION DE LA PLANTA

El objetivo global de la sección de Fertilidad del Suelo y Nutrición de la Planta es identificar y corregir las deficiencias minerales y toxicidades durante el período de establecimiento de pastos en los suelos ácidos e infértiles del área objetivo del Programa de Pastos Tropicales. La estrategia de investigación toma en cuenta la relación suelo-planta como un criterio muy importante para definir los requerimientos nutricionales críticos y la tolerancia a ciertas limitaciones nutricionales. Los objetivos específicos de esta sección son: (1) seleccionar germoplasma por su tolerancia a la toxicidad de Al y Mn, y baja disponibilidad de P en el suelo; (2) determinar los requerimientos nutricionales del germoplasma promisorio durante el período de establecimiento y (3) evaluar las condiciones nutricionales de los suelos y plantas forrajeras en localidades representativas de los ensayos regionales del Programa.

## Tolerancia a la Toxicidad de Al y Bajo P Disponible

Hay una clara evidencia de que la mayoría de los Oxisoles y Ultisoles ácidos del área objetivo presentan altos niveles de Al en el perfil del suelo, que afectan adversamente la productividad de las especies forrajeras. Uno de los efectos adversos de la alta saturación de Al en el suelo es la disminución de la penetración de las raíces lo cual inhibe el uso de nutrimentos y humedad del subsuelo. Además, estos suelos requieren cierta cantidad de fertilizante fosforado para contrarrestar su alta capacidad de fijación de P y satisfacer las necesidades de la planta para que ésta dé rendimientos adecuados. La toxicidad de Al y deficiencia de P con frecuencia se presentan simultáneamente en estos suelos y es difícil separar ambos problemas a causa de la tendencia del Al a reaccionar químicamente con el P.

Cuando se tiene en consideración el alto costo de los fertilizantes fosforados y la evidencia de que hay respuestas diferenciales entre especies forrajeras por tolerancia a los altos niveles de Al y bajos niveles de P en el suelo, la selección y uso de especies forrajeras y/o accesiones tolerantes a ambos factores se debe considerar como una parte integral de la solución de los problemas que desafían al Programa de Pastos Tropicales.

Se realizó una selección preliminar por tolerancia a la toxicidad de Al en numerosas introducciones del germoplasma de pastos de la colección del Programa. La técnica utilizada fue simple y rápida, basada en la estimación visual de la tinción del sistema radical de plántulas jóvenes y calibrada con testigos cuya tolerancia a Al es conocida. Este método utiliza una solución de hematoxilina (0.2%), la cual tiene una alta afinidad por el Al y permite distinguir entre las plantas tolerantes y las menos tolerantes. Todas las accesiones forrajeras se desarrollaron en tres tratamientos con Al (0, 5 y 10 ppm de Al con 0.5 ppm de P) en una solución 1/10 de Arnon y Hoagland. La diferenciación de tejidos meristemáticos entre accesiones tolerantes y sensibles a la toxicidad de Al se determinó a medida que la concentración de Al en las raíces de las plántulas aumentó en relación con la disminución del crecimiento radical.

Los géneros *Stylosanthes* y *Zornia* presentaron el mayor número de accesiones tolerantes al Al, y *Centrosema* y *Macroptilium* el mayor número de accesiones sensibles (Cuadro 35). Aunque la tolerancia al Al varió ampliamente a nivel de géneros, ésta también varió marcadamente entre accesiones de un mismo género. Puesto que el germoplasma de gramíneas y leguminosas se clasificó previamente en categorías basadas en las evaluaciones cualitativas de campo en Carimagua, los resultados de las pruebas de hematoxilina se compararon con los resultados de campo. Esta relación se presenta en el Cuadro 36 e incluye germoplasma de las categorías II, III y IV. La comparación entre las pruebas de hematoxilina y los resultados de campo muestra que existe una relación estrecha. En consecuencia, la evaluación de las accesiones forrajeras por su tolerancia a Al utilizando la prueba de hematoxilina es simple, rápida, precisa y permite evaluar un alto número de materiales simultáneamente.

## Efectos Morfológicos y Fisiológicos de la Toxicidad del Al

Debido a la estrecha relación entre la prueba de hematoxilina y los resultados de campo, se necesita una mejor comprensión de los cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en las leguminosas forrajeras debido a la toxicidad por Al. Según lo anterior, se diseñó

un estudio para determinar el efecto del Al en el crecimiento de tres especies de *Stylosanthes* e identificar, mediante la prueba de hematoxilina, los cambios anatómicos y morfológicos en las raíces debido a la toxicidad del Al. Los resultados de este estudio se presentan en la Figura 20. El daño ocasionado por el Al en las partes aéreas y raíces de las especies de *Stylosanthes* varió marcadamente. En general, *S. capitata* y *S. guianensis* resultaron menos afectadas que *S. sympodiales*, una especie sensible al Al. Se observó un 69% de disminución en la longitud de las raíces de *S. sympodiales*, mientras que en *S. capitata* y *S. guianensis* las disminuciones sólo fueron del 13 y 19%, respectivamente. La materia seca de las partes aéreas y raíces disminuyó de manera similar.

Desde el punto de vista nutricional, el aumento de Al produjo una disminución en el contenido de P, Ca y Mg en los tejidos (Figuras 21 y 22). El contenido de P en *S. sympodiales* disminuyó significativamente en las partes aéreas a medida que las concentraciones de Al aumen-

taron. Con el contenido de Ca en las partes aéreas y raíces se observó un comportamiento similar, así como también con el Mg en las raíces. Sin embargo, los niveles de Al parece que tienen muy poco ó ningún efecto en los contenidos de K (Figura 22).

El aumento de Al en la solución nutritiva causó la acumulación del P en las raíces y restringió su translocación a las partes aéreas en todas las especies de *Stylosanthes* (Cuadro 37). Sin embargo, *S. capitata* resultó menos afectada que las otras dos especies. En contraste, la fuerte disminución de la absorción total de Ca y Mg por el aumento del Al, no afectó la translocación de estos nutrimentos a las partes aéreas. Esto indica que los índices de transporte de Ca y Mg no pueden ser utilizados para identificar las especies tolerantes al Al. La implicación práctica de estos resultados consiste en que las deficiencias de Ca y Mg en la presencia de Al en una especie forrajera, es el resultado de una reducción de la absorción de Ca y Mg en vez de su translocación a las partes superiores.

Cuadro 35. Evaluación de germoplasma de leguminosas forrajeras por su tolerancia a Al mediante la prueba de la hematoxilina.

Género	No. de accesiones evaluadas	Tolerantes		Susceptibles	
		5 ppm Al	10 ppm Al	5 ppm Al	10 ppm Al
<i>Stylosanthes</i>	296	197	182	99	114
<i>Zornia</i>	156	112	93	44	63
<i>Centrosema</i>	151	23	15	128	136
<i>Macroptilium</i>	104	19	19	85	85
<i>Vigna</i>	69	10	10	59	59
<i>Phaseolus</i>	9	1	1	8	8
<i>Aeschynomene</i>	93	42	32	51	61
<i>Calopogonium</i>	55	0	0	55	55
<i>Galactia</i>	81	30	30	51	51
<i>Pueraria</i>	1	1	0	0	1
<i>Leucaena</i>	1	0	0	1	1
<i>Desmodium</i>	2	1	1	1	1
Total	1018	436	383	582	635

Cuadro 36. Comportamiento comparativo de germoplasma de leguminosas según su tolerancia a la alta saturación de Al y bajo P en condiciones de campo y utilizando la prueba de hematoxilina.

Especie	Accesión CIAT No.	Categoría	Rendimiento relativo en el campo		Prueba de hematoxilina <sup>1</sup>	
			86% Al sat.		5 ppm Al	10 ppm Al
			2.6 ppm P		0.5 ppm P	
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	IV	79		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	728	IV	82		T	T
<u>Stylosanthes capitata</u>	1019	IV	60		T	S
<u>Stylosanthes capitata</u>	1315	IV	80		T	T
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	IV	70		T	S
<u>Stylosanthes capitata</u>	1318	III	85		T	T
<u>Stylosanthes capitata</u>	1323	III	48		S	S
<u>Stylosanthes capitata</u>	1325	III	22		S	S
<u>Stylosanthes capitata</u>	1342	III	16		S	S
<u>Stylosanthes capitata</u>	1405	III	55		T	T
<u>Stylosanthes capitata</u>	1693	III	-		-	-
<u>Stylosanthes capitata</u>	1728	III	-		T	T
<u>Stylosanthes capitata</u>	1943	III	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9179	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9220	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9245	III	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9258	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9260	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9270	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9286	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9295	III	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	9648	III	-		T	T
<u>Aeschynomene brasiliana</u>	9681	III	50		T	T
<u>Aeschynomene brasiliana</u>	9684	III	24		S	S
<u>Aeschynomene histrix</u>	9666	III	33		S	S
<u>Aeschynomene histrix</u>	9690	III	66		T	T
<u>Stylosanthes hamata</u>	147	III				
<u>Desmodium heterophyllum</u>	349	III	20		S	S
<u>Desmodium gyroides</u>	3001	III	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	813	II	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	935	II	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	7041	II	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	7214	II	-		T	T
<u>Zornia sp.</u>	7373	II	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	7376	II	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	7377	II	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	7465	II	-		-	-
<u>Zornia sp.</u>	7475	II	-		-	-
<u>Zornia latifolia</u>	9151	II	83		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9199	II	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9215	II	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9225	II	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9226	II	-		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9265	II	48		T	T
<u>Zornia latifolia</u>	9267	II	12		S	S
<u>Zornia latifolia</u>	9282	II	83		T	T

Cuadro 36 (cont.)

Especie	Accesión CIAT No.	Categoría	Rendimiento relativo en el campo		Prueba de hematoxilitina <sup>1</sup>	
			86% Al sat.		5 ppm Al	10 ppm Al
			2.6 ppm P		0.5 ppm P	
<i>Zornia</i> sp.	9284	II	89		T	T
<i>Zornia</i> sp.	9292	II	17		S	S
<i>Zornia</i> sp.	9472	II	-		-	-
<i>Zornia</i> sp.	9473	II	-		-	-
<i>Zornia</i> sp.	9589	II	-		T	T
<i>Zornia</i> sp.	9600	II	15		S	S
<i>Zornia</i> sp.	9616	II	9		S	S
<i>Zornia</i> sp.	9771	II	51		T	S
<i>Zornia</i> sp.	9896	II	8		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1007	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1191	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1298	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1319	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1321	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1322	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1324	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1328	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1332	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1333	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1334	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1338	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1339	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1340	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1343	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1414	II	78		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1419	II	52		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1441	II	69		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1495	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1497	II	100		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1499	II	-		T	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1504	II	36		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1516	II	-		S	S
<i>Stylosanthes capitata</i>	1519	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1520	II	67		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1535	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1642	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1686	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1781	II	-		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1899	II	65		T	T
<i>Stylosanthes bracteata</i>	1906	II	-		S	S
<i>Stylosanthes bracteata</i>	1281	II	83		T	T
<i>Stylosanthes bracteata</i>	1582	II	57		T	T
<i>Stylosanthes bracteata</i>	1643	II	20		S	S
<i>Stylosanthes humilis</i>	1222	II	37		-	-
<i>Stylosanthes humilis</i>	1303	II	12		S	S
<i>Centrosema</i> spp.	5062	II	-		S	S
<i>Centrosema</i> spp.	5064	II	-		T	T
<i>Centrosema</i> spp.	5065	II	-		T	T
<i>Centrosema</i> spp.	5066	II	-		S	S
<i>Centrosema</i> spp.	5126	II	-		S	S

Cuadro 36 (cont.)

Especie	Accesión CIAT No.	Categoría	Rendimiento relativo en el campo		Prueba de hematoxilina <sup>1</sup>	
			86% Al sat.		5 ppm Al	10 ppm Al
			2.6 ppm P		0.5 ppm P	
<i>Centrosema</i> spp.	5127	II	-		T	T
<i>Centrosema</i> spp.	5189	II	-		S	S
<i>Vigna adenantha</i>	4016	II	51		T	T
<i>Stylosanthes guianensis</i>	136	RT	-		T	T
<i>Stylosanthes guianensis</i>	184	RT	90		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1078	RT	79		T	T
<i>Stylosanthes capitata</i>	1097	RT	-		-	-
<i>Macroptilium</i> sp.	535	RT	-		S	S
<i>Centrosema</i> híbrido	438	RT	55		T	S
<i>Leucaena leucocephala</i>	734	Testigo Negativo	30		S	S
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Testigo Negativo	0		S	S

1 T = tolerante; S = susceptible.

Desde el punto de vista morfológico, el crecimiento longitudinal de la raíz principal de *S. sympodiales* se inhibió tan pronto las plantas se transfirieron a las soluciones con Al. Además, el color de la raíz cambió de blanco a café y las raíces laterales presentaron una desintegración y desorganización de células. Estas observaciones fueron menos evidentes en las otras dos especies. Mediante el corte de secciones longitudinales de las raíces después de su tinción con hematoxilina, se lograron diferenciar las zonas que acumulaban el Al. En el caso de una especie tolerante al Al, como *S. capitata*, la acumulación de Al no produjo destrucción de las células en la región cortical más externa de la raíz primaria. En contraste, en *S. sympodiales*, una especie sensible al Al, la tinción rojiza de la hemotoxilina demostró un flujo de Al en la parte central de la raíz primaria, lo cual coincidió con la desintegración de las células.

En otro experimento relacionado con lo anteriormente mencionado, se sometieron a nivel de campo accesiones de gramíneas y leguminosas forrajeras al estrés causado por alta saturación de Al y bajo contenido de P. Este experimento se estableció en 1977 durante la estación lluviosa en Carimagua, con cuatro niveles de cal (para proporcionar 90%, 85%, 75% y menos del 25% de saturación de Al) y cuatro niveles de P (para proporcionar 1.5, 3, 9 y 25 ppm de P-Bray II disponibles en el suelo). Los niveles de cal aplicados fueron de 0, 0.5, 1.0 y 5 ton/ha y las

dosis de P de 0, 17, 117 y 277 kg de P/ha. Tanto la cal como el P (como superfosfato triple, SFT) se aplicaron al voleo e incorporaron a 20 cm de profundidad.

El rendimiento relativo parece ser el criterio más útil para la comparación de la tolerancia de las diferentes especies forrajeras y/o accesiones al estrés por Al y P. La supervivencia de una planta bajo estrés de Al y/o P se consideró como un nivel de producción de materia seca que no excediera el 50% de su máximo rendimiento. Por otra parte, una planta productiva bajo estrés por Al y/o P se consideró con un rendimiento relativo entre 50-80% de su máximo rendimiento. El límite superior se fijó en un 80% debido al punto de inflexión observado con muchos ecotipos forrajeros. Un rendimiento relativo de más del 80% se consideró como excelente.

En la Figura 23 se muestra el comportamiento de ocho gramíneas tropicales. Cuando no se aplicó cal o P (92% de saturación de Al y 1.6 ppm de P), todas las gramíneas presentaron diferencias marcadas bajo estrés. *Brachiaria humidicola* 682 y *Andropogon gayanus* 621 produjeron más del 50% de su máximo rendimiento mientras que el resto de las gramíneas presentaron un 40% o menos de sus máximos rendimientos. El histograma del 92% de saturación de Al muestra la distribución de las gramíneas y las amplias diferencias entre ellas al estrés por Al y P. A medida que el nivel de P aumentó, con una saturación de Al constante, todas las gramíneas aumentaron sus rendimientos relativos.

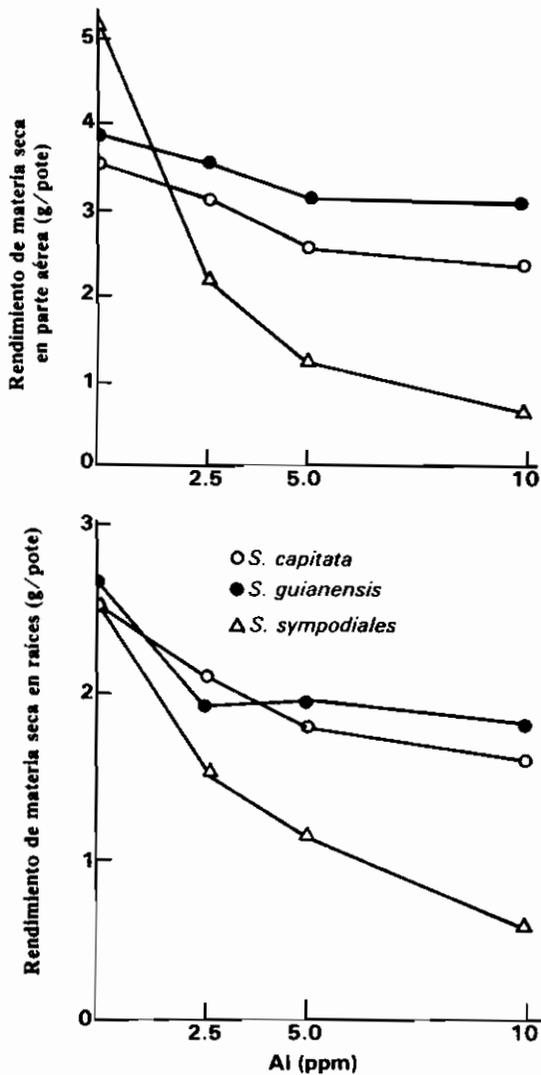


Figura 20. Efecto del Al en la producción de materia seca en raíces y partes aéreas de tres especies de *Stylosanthes* cultivadas en solución nutritiva.

Al aplicar 0.5 y 1.0 ton de cal/ha, la mayoría de las especies aumentaron su producción de materia seca. Esto indica que la respuesta de las gramíneas tolerantes al Al es relativa, principalmente en relación con los requerimientos de Ca y Mg en vez de ser una necesidad de encalamiento. Cuando la toxicidad del Al se eliminó mediante la aplicación de 5 ton de cal/ha, todas las gramíneas presentaron más del 50% de sus rendimientos relativos a los dos niveles más bajos de P. Sin embargo, cuando el P aumentó, la mayoría de las gramíneas presentaron una disminución marcada del rendimiento, lo cual probablemente se encuentra relacionado con algún desbalance nutricional debido a las altas aplicaciones de cal y P.

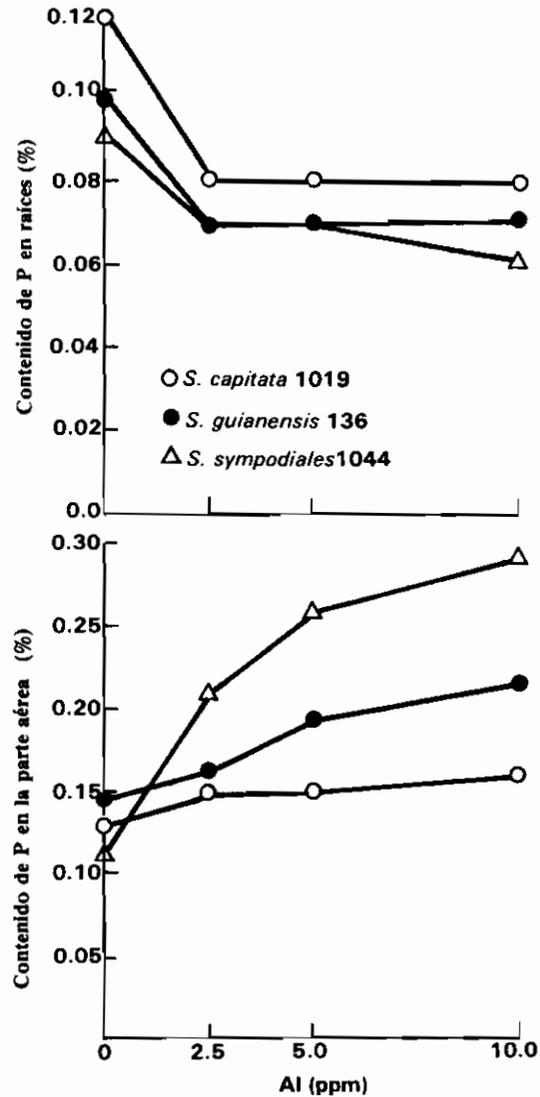


Figura 21. Efecto del Al en el contenido de P en las partes aéreas y raíces de tres especies de *Stylosanthes* cultivadas en solución nutritiva.

Los resultados con las leguminosas forrajeras se presentan en la Figura 24. Aunque se observaron variaciones marcadas entre las especies en respuesta a las aplicaciones de P y cal, en general los resultados fueron similares a los obtenidos con las gramíneas.

## Requerimientos Nutricionales de las Gramíneas y Leguminosas Forrajeras

La estrategia de la investigación desarrollada por la sección de Fertilidad del Suelo y Nutrición de la Planta para determinar los requerimientos minerales de las especies forrajeras promisorias ha considerado (1) la

necesidad de estandarizar los métodos analíticos para los suelos ácidos y tejidos vegetales, (2) la descripción de síntomas foliares visibles ocasionados por los desórdenes nutricionales, y (3) la determinación de las respuestas de las especies forrajeras promisorias a un nutrimento particular y su efecto en la composición mineral de la planta.

### Métodos analíticos estandarizados para suelos ácidos y tejidos vegetales

Durante 1979 se hicieron esfuerzos en la preparación de un manual descriptivo de los métodos analíticos y procedimientos utilizados para los análisis de suelo y tejidos vegetales en los suelos ácidos e infértiles del área objetivo del Programa de Pastos Tropicales. Puesto que los suelos de otros países no pueden ser traídos a Colombia, es

esencial que se estandaricen los métodos y procedimientos que serán utilizados por los laboratorios colaboradores. Hasta la fecha se han identificado seis laboratorios nacionales los cuales se encuentran localizados cerca de los sitios de los ensayos regionales. Muestras testigo de suelo y plantas han sido distribuidas a estos laboratorios para verificar la uniformidad de los resultados con los métodos y procedimientos propuestos.

### Síntomas foliares visibles de desórdenes minerales

Se realizó una serie de experimentos de invernadero para inducir síntomas de deficiencias y toxicidades de minerales. El estudio incluyó deficiencias de N, P, K, Ca, Mg y S entre el grupo de los macronutrientes y deficiencias de Zn, Cu,

Cuadro 37. Efectos del Al en la absorción y translocación de P, Ca, Mg y K en tres especies de *Stylosanthes* cultivadas en solución nutritiva.

Tratamiento Al (ppm)	<i>Stylosanthes capitata</i>				<i>Stylosanthes guianensis</i>				<i>Stylosanthes sympodiales</i>			
	Absorción (mg/g MS)		Índice de transporte (%)		Absorción (mg/g MS)		Índice de transporte (%)		Absorción (mg/g MS)		Índice de transporte (%)	
	Aérea	Raíces	Total		Aérea	Raíces	Total		Aérea	Raíces	Total	
<u>Fósforo</u>												
0.0	1.2	1.3	2.5	48	1.0	1.4	2.4	42	0.9	1.2	2.1	43
2.5	0.8	1.5	2.3	35	0.7	1.6	2.3	30	0.7	2.1	2.8	25
5.0	0.8	1.5	2.3	35	0.7	2.0	2.7	26	0.7	2.6	3.3	21
10.0	0.8	1.7	2.5	32	0.7	2.2	2.9	24	0.6	2.9	3.5	17
<u>Calcio</u>												
0.0	9.9	3.4	13.3	74	11.8	3.0	14.8	80	12.7	1.7	14.4	88
2.5	8.3	2.6	10.9	76	8.9	2.3	11.2	79	7.6	1.6	9.2	83
5.0	6.8	2.3	9.1	75	6.7	1.8	8.5	79	7.0	1.4	8.4	83
10.0	6.0	1.4	7.4	81	5.5	1.2	6.7	82	5.7	1.5	7.2	89
<u>Magnesio</u>												
0.0	2.3	3.0	5.3	43	2.3	4.2	6.5	35	2.6	3.7	6.3	41
2.5	2.0	2.3	4.3	47	2.2	2.7	4.9	45	2.7	1.3	4.0	68
5.0	2.2	1.7	3.9	56	2.2	1.3	3.5	63	2.7	1.2	3.9	69
10.0	2.2	1.3	3.5	63	2.2	0.9	3.1	71	2.5	0.7	3.2	78
<u>Potasio</u>												
0.0	18.3	20.2	38.5	48	18.0	29.5	47.5	38	21.8	22.1	43.9	50
2.5	15.9	22.0	37.9	42	15.2	30.8	46.0	33	23.2	22.6	45.8	51
5.0	15.8	22.2	38.0	42	16.4	26.0	42.0	39	25.7	21.0	46.7	55
10.0	16.7	25.0	41.7	40	17.6	28.5	46.1	38	22.5	18.9	41.4	54

1 Índice de transporte = (absorción mineral hacia la parte aérea/absorción mineral total) x 100.

Fe, B y Mo entre el grupo de los micronutrientes, y las toxicidades de Al y Mn. Se tomaron fotografías de las deficiencias y toxicidades en las diversas accesiones de gramíneas y leguminosas forrajeras; éstas, junto con una descripción detallada, se incluirán en el manual para los investigadores participantes en la evaluación de los ensayos regionales.

### Requerimientos de fertilizantes durante el establecimiento de pastos

Se hizo énfasis en la determinación de los requerimientos de fertilizantes durante el estado de establecimiento de las especies forrajeras promisorias. Los resultados presentados aquí corresponden a los de la fertilización con N, P, K y S en suelos de CIAT-Quilichao y Carimagua.

### Requerimientos de N de gramíneas forrajeras

Aunque la fertilización de gramíneas forrajeras con N no se considera factible en el área objetivo, es importante tener conocimientos sobre la demanda de N por las gramíneas forrajeras promisorias. En cualquier pradera, se asume que el N será suministrado por la leguminosa en las mezclas. La Figura 25 presenta la respuesta de tres gramíneas forrajeras (*Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* 621 y *Brachiaria decumbens* 606), a la fertilización con N en CIAT-Quilichao durante el segundo año de la evaluación, en comparación con las mezclas con tres leguminosas forrajeras (*Stylosanthes guianensis* 136 y 184 y el híbrido de *Centrosema* 438). Las tres gramíneas mostraron una respuesta positiva al N, aunque *A. gayanus* 621 presentó una respuesta significativa solamente hasta los 200 kg de

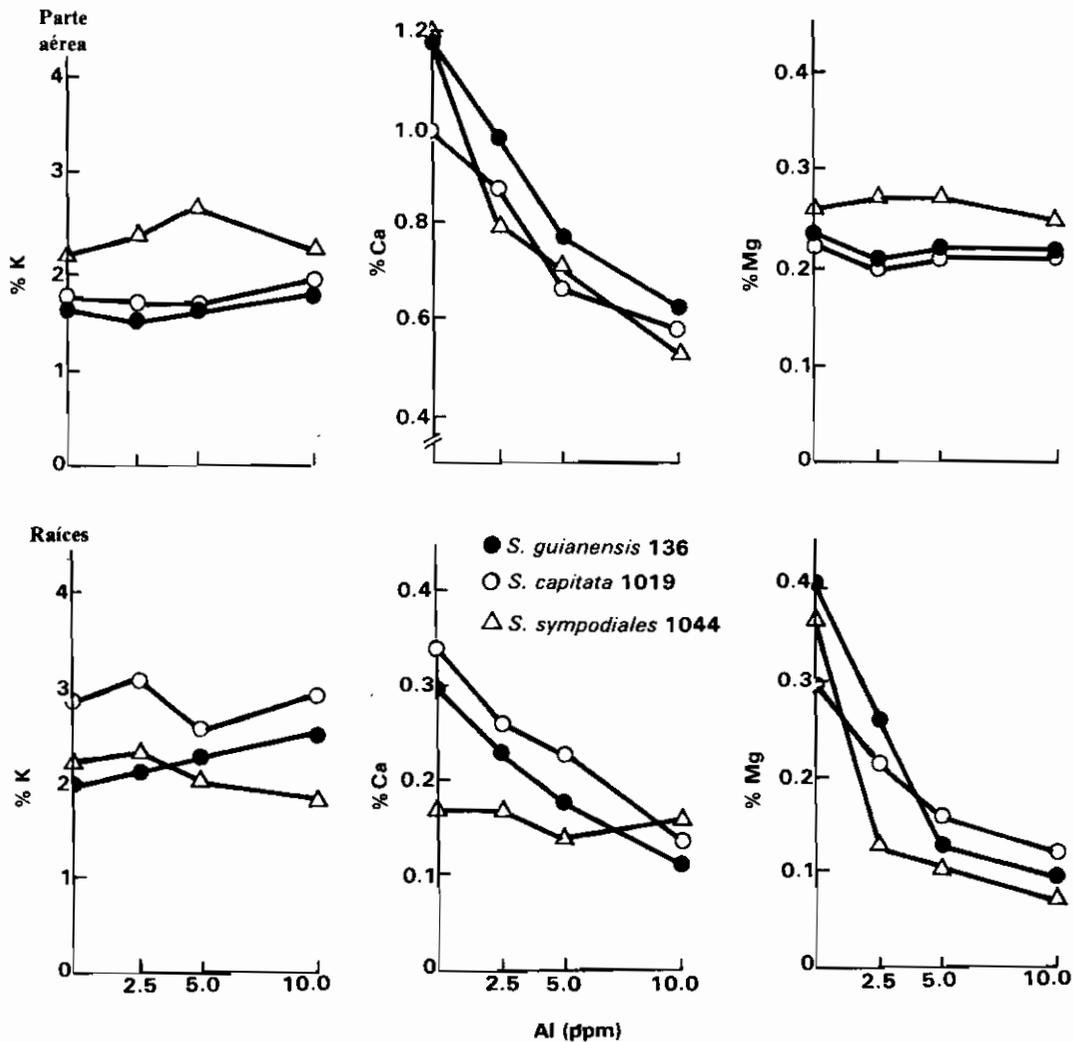


Figura 22. Efecto del Al en el contenido de K, Ca y Mg en las raíces y parte aérea de tres especies de *Stylosanthes* cultivadas en soluciones nutritivas.

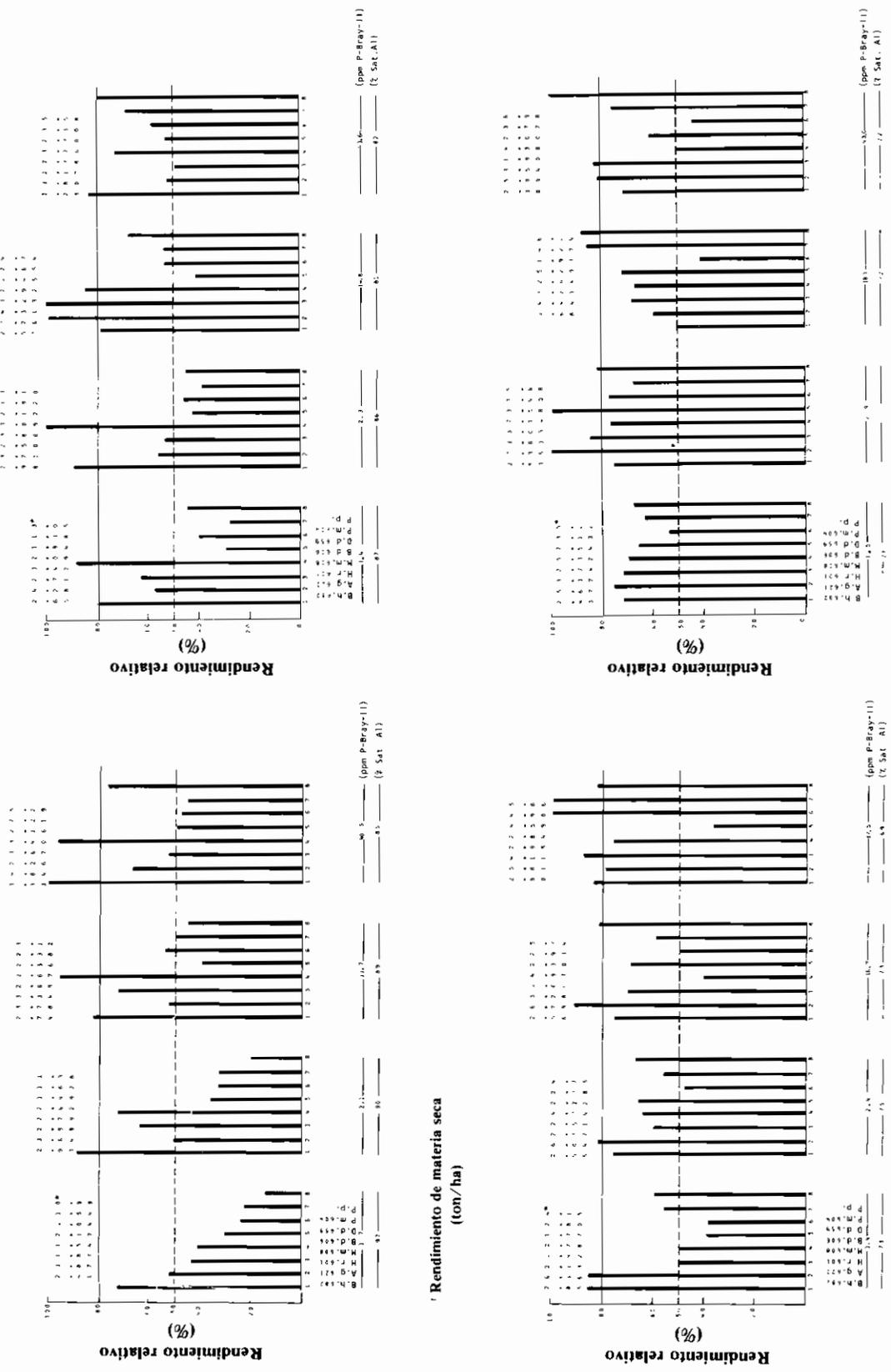


Figura 23. Respuesta diferencial de ocho gramíneas forrajeras tropicales a diferentes niveles de P y 92,86,77 y 27% de saturación de AI (0.5, 1 y 5 ton de cal/ha) bajo condiciones de campo en Carimagua. 1 = *Brachiaria humidicola* 682; 2 = *Andropogon gayanus* 621; 3 = *Hyparrhenia rufa* 601; 4 = *Melinis miniiflora* 508; 5 = *Brachiaria decumbens* 606; 6 = *digitaria decumbens* 659; 7 = *Panicum maximum* 604; 8 = *Pennisetum purpureum*. (Los números sobre las barras son los rendimientos promedio de materia seca en ton/ha.)

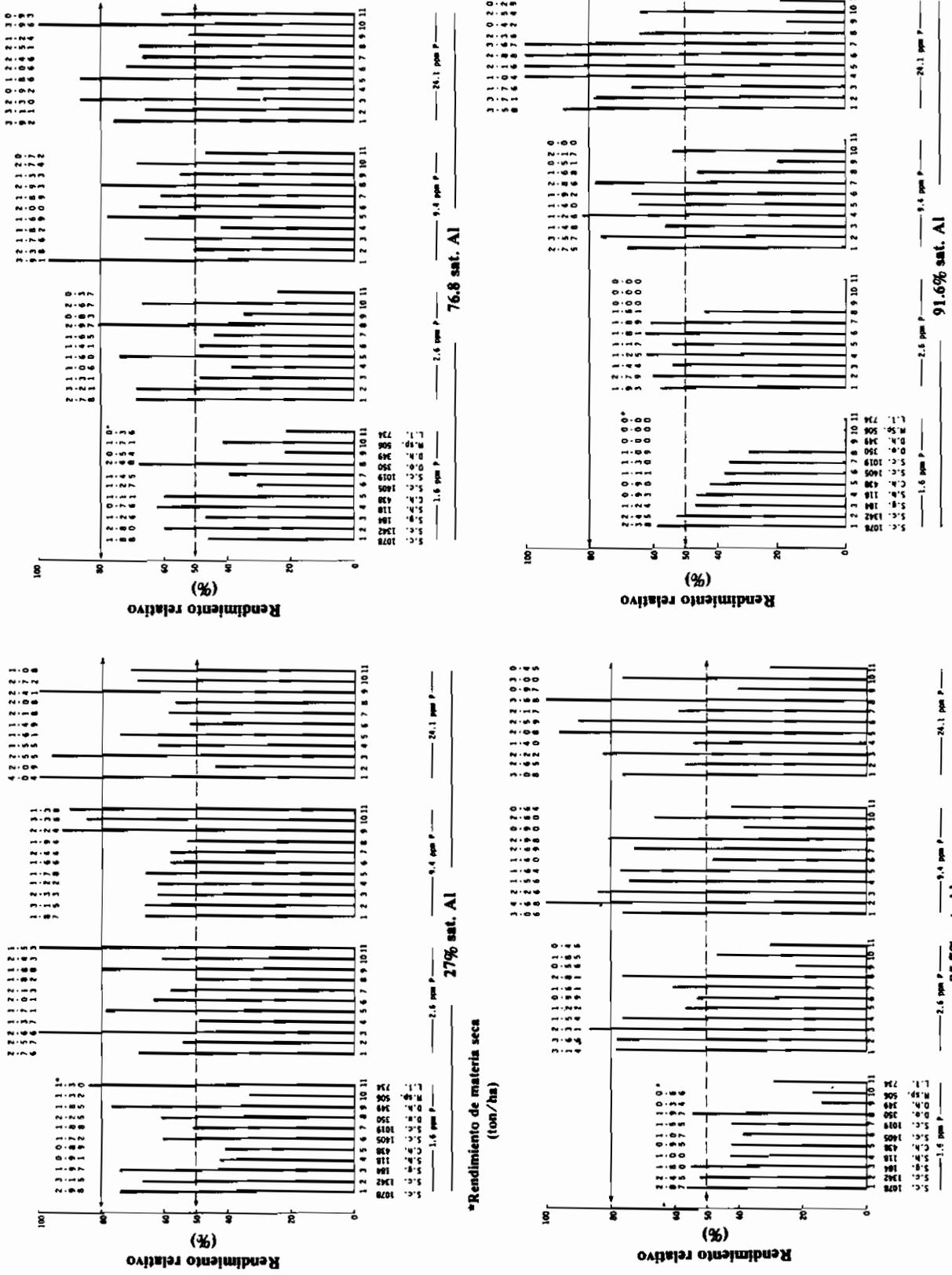


Figura 24. Respuesta diferencial de 11 leguminosas forrajeras a diferentes niveles de P y 92, 86, 77 y 27% de saturación de Al (0, 0.5, 1 y 5 ton de cal/ha) bajo condiciones de campo en Carimagua. 1 = *Siyosanthès capitata* 1078; 2 = *Siyosanthès capitata* 1342; 3 = *Siyosanthès guianensis* 184; 4 = *Siyosanthès humilis* 438; 5 = *Centrosera* híbrido 438; 6 = *Siyosanthès capitata* 1405; 7 = *Siyosanthès capitata* 1019; 8 = *Desmodium ovalifolium* 350; 9 = *Desmodium heterophyllum* 349; 10 = *Macropitium* sp. 506; 11 = *Leucaena leucocephala* 734. (Los números sobre las barras son los rendimientos promedio de materia seca en ton/ha.)

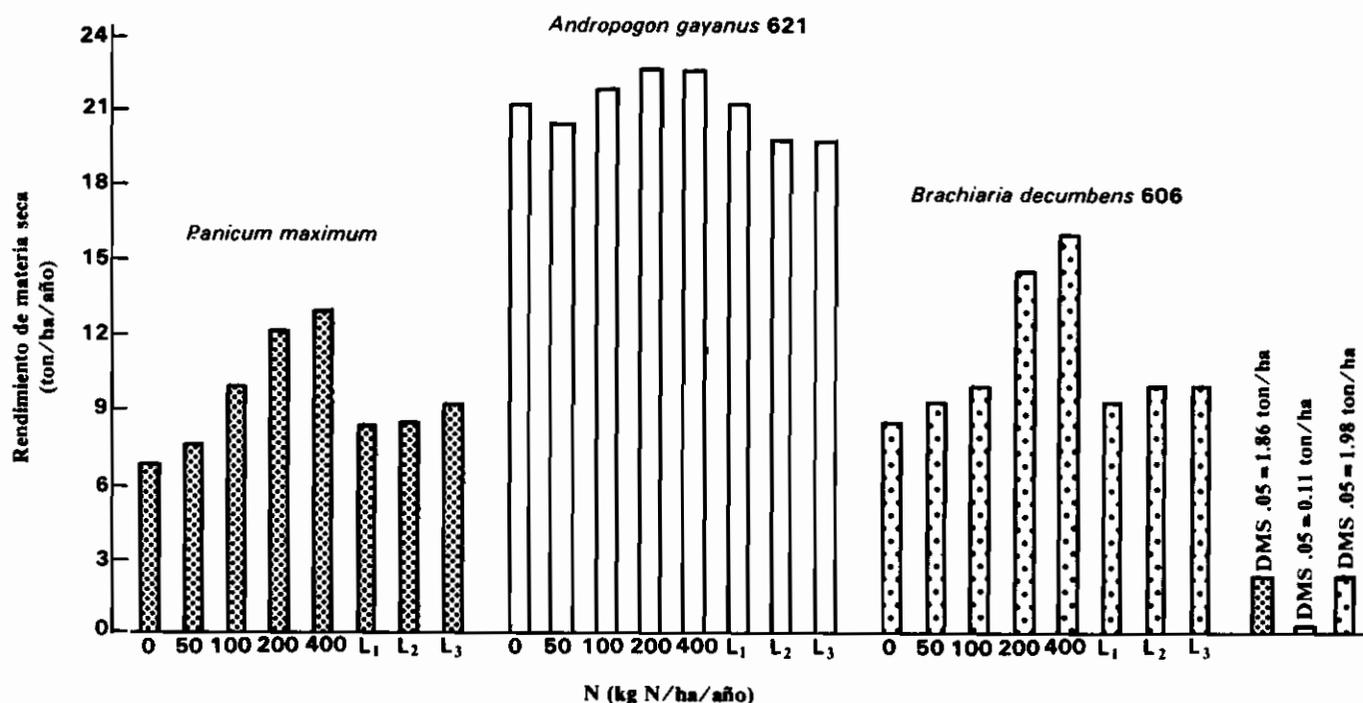


Figura 25. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno (aplicado en la forma de urea) en el rendimiento de tres gramíneas forrajeras, comparado con sus mezclas con tres leguminosas (L<sub>1</sub> = *Stylosanthes guianensis* 136, L<sub>2</sub> = *S. guianensis* 184 y L<sub>3</sub> = híbrido *Centrosema* 438) bajo condiciones de campo en CIAT-Quilichao.

Cuadro 38. Contenido de nitrógeno en la planta, equivalencia en proteína, absorción de nitrógeno y recuperación de nitrógeno en tres gramíneas forrajeras bajo un sistema de corte en CIAT-Quilichao.

Especie de gramínea	N aplicado (kg N/ha/año)	N (%)	Proteína (%)	Absorción de N (kg N/ha/año)	N recuperado <sup>1</sup> (%)
<u>Andropogon gayanus</u> 621	0	1.27	7.94	197	-
	50	1.24	7.75	188	0
	100	1.31	8.19	218	21
	200	1.32	8.25	226	15
	400	1.48	9.25	248	13
<u>Panicum maximum</u>	0	1.29	8.06	84	-
	50	1.30	8.13	94	20
	100	1.38	8.63	132	48
	200	1.53	9.56	178	47
	400	1.90	11.87	234	38
<u>Brachiaria decumbens</u> 606	0	1.06	6.62	83	-
	50	1.12	7.00	94	20
	100	1.16	7.25	113	30
	200	1.38	8.62	193	55
	400	1.78	11.12	269	46

<sup>1</sup> % N recuperado =  $\frac{\text{Absorción de N en cada dosis} - \text{Absorción de N sin aplicar N}}{\text{Dosis de N}} \times 100$

N/ha/año: *P. maximum* y *B. decumbens* 606 presentaron respuestas lineales hasta los 400 kg de N/ha/año. Por otro lado, se observó que *A. gayanus* 621 también tuvo un rendimiento potencial más alto que el de las otras dos gramíneas en todas las dosis de N; es interesante resaltar que el porcentaje de recuperación del N aplicado fue inferior para *A. gayanus* (Cuadro 38). Sin embargo, a causa del mayor rendimiento potencial, *A. gayanus* todavía se considera como la especie más eficiente en utilizar el N aplicado.

En este mismo estudio también se consideró la relación N:S de las tres gramíneas. De manera general, se asume que el nivel crítico de 0.1% de S es el requerido para las gramíneas forrajeras tropicales. Esto aparentemente no es el caso con *A. gayanus*; sin embargo, casi en todas las oportunidades el contenido de S en el tejido estuvo por debajo del considerado como mínimo (Figura 26). Estos resultados indican que el requerimiento crítico de S de *A. gayanus* 621 es menor que el de *P. maximum* y *B. decumbens* 606; por lo tanto, se debe considerar la posibilidad de que el contenido de S en el tejido de *A. gayanus* no sea suficiente para satisfacer los requerimientos de S del animal.

En Carimagua, también se obtuvo una respuesta positiva a la fertilización de gramíneas con N (Figura 27). *A. gayanus* 621, *B. decumbens* 606 y *M. minutiflora* respondieron significativamente desde 75 a 225 kg N/ha durante la estación lluviosa de 1979. Sin embargo, la eficiencia de la utilización de N se espera sea superior con *A. gayanus* 621 que con *B. decumbens* 606, con base en el porcentaje de N recuperado y observado en CIAT-Quilichao; se están realizando estudios adicionales para confirmarlo.

### Requerimientos de P y K de gramíneas forrajeras

**Calibración de las pruebas de P en suelo.** Hasta el momento se han utilizado diversos extractantes para determinar el P disponible en el suelo. Fue necesario comparar las pruebas para correlacionarlas.

Se evaluaron cuatro métodos para la determinación de P en un Oxisol de Carimagua. Los análisis de regresión y correlación entre el porcentaje de rendimiento de *P. maximum* y el P extractado por medio de cuatro métodos (Bray I, Bray II, Carolina del Norte en relación suelo:extractante 1:4 y Carolina del Norte en relación suelo:extractante 1:10) demostraron que las cantidades de P extraído se encontraban en relación directa con la cantidad

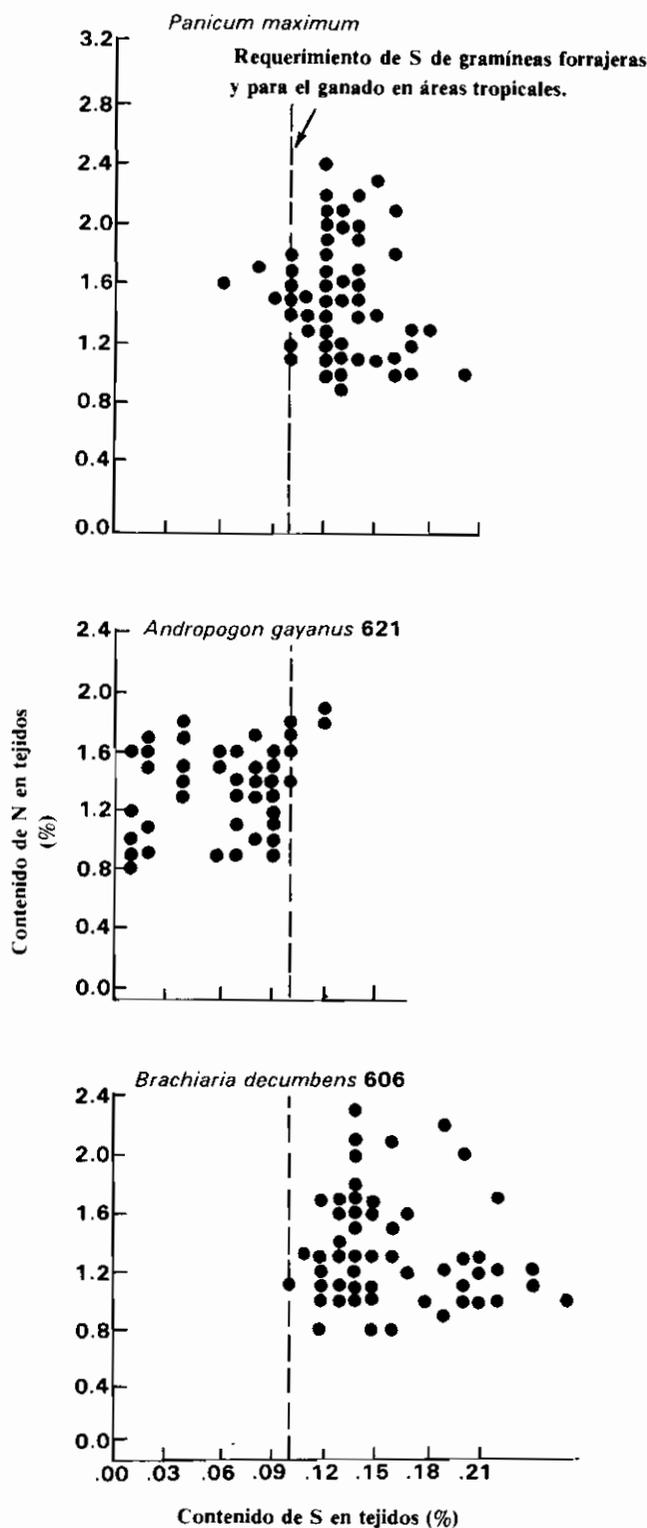


Figura 26. Relación entre el contenido de S y N en el tejido de tres especies de gramíneas en CIAT-Quilichao.

de P aplicado (Figura 28). Sin embargo, la cantidad de P extraído por los métodos Bray I, Bray II y el método modificado de Carolina del Norte (relación 1:10) fue mayor y dieron un rango de P disponible mayor que el método tradicional de Carolina del Norte (relación 1:4). Los coeficientes de correlación que relacionan el P extraído por los cuatro métodos con los rendimientos de *P. maximum* se presentan en el Cuadro 39. Aunque los métodos se encuentra correlacionados, el extractante Bray II produjo la mejor correlación con el porcentaje de rendimiento ( $r=0.90$ ), sin diferencias significativas al compararlo con los métodos Bray I y Carolina del Norte 1:10. Se encontró un coeficiente de correlación ( $r=0.66$ ) entre el método de Carolina del Norte 1:4 y el porcentaje de rendimiento. Los resultados de este estudio demostraron que el método Bray II, Bray I y el método modificado de Carolina del Norte suministran buenos índices de P disponibles para las plantas en el Oxisol de Carimagua.

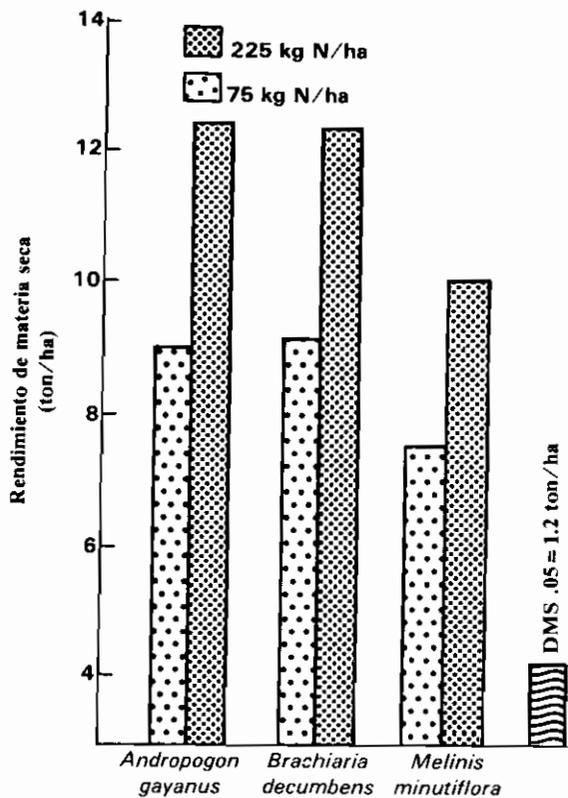


Figura 27. Respuesta de tres gramíneas tropicales a la fertilización con nitrógeno bajo las condiciones de campo en el Oxisol de Carimagua. (Suma de cuatro cortes durante la estación lluviosa.)

**Fuentes de fósforo en las gramíneas forrajeras.** A principios de 1978 se estableció en CIAT-Quilichao un experimento a largo plazo con *A. gayanus* 621 y *P. maximum* destinado a evaluar los efectos de fuentes de P de bajo costo, en los requerimientos diferenciales de gramíneas forrajeras, con el objeto de disminuir el costo de las aplicaciones de fertilizantes. Se aplicaron tres fuentes de roca fosfórica (Pesca, Gafsa y Huila) y superfosfato triple (SFT) al voleo, en cantidades de 0 a 1600 kg de  $P_2O_5$ /ha, incorporados al suelo. Hasta la fecha los resultados no han presentado diferencias significativas entre fuentes de P. Por lo tanto, únicamente se presentan los resultados obtenidos con el SFT.

La Figura 29 presenta los rendimientos de las dos gramíneas forrajeras. *A. gayanus* 621 mostró tan solo respuesta significativa a la aplicación de 800 kg de  $P_2O_5$ /ha, en comparación con la parcela testigo. Sin embargo, los rendimientos del testigo fueron altos. Se obtuvo un aumento significativo del rendimiento de *P. maximum* con sólo 60 kg de  $P_2O_5$ /ha; la respuesta continuó siendo lineal hasta alcanzar el máximo a los 100 kg de  $P_2O_5$ /ha, nivel después del cual la respuesta no varió. Los resultados indican que *A. gayanus* 621 tiene menores requerimientos de P para dar altos rendimientos en comparación con *P. maximum*. La Figura 30 ilustra el efecto de la fertilización con P en la absorción de P, N, K y S por las dos gramíneas.

**Fertilización con P x K.** *A. gayanus* 621 y *B. decumbens* 606 también se evaluaron en Carimagua por sus respuestas a P y K. Después de dos cortes, ambas gramíneas presentaron respuesta al P a razón de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha, pero ninguna respuesta al K (Figura 31). Después del segundo corte, la cantidad de K se aumentó a 20 y 50 kg de  $K_2O$ /ha, respectivamente. La Figura 32 ilustra los resultados del tercer corte los cuales muestran una interacción significativa entre el K y el P. Cuando se aplicaron cantidades muy bajas de K, *A. gayanus* 621 no respondió a las aplicaciones de P; sin embargo, cuando el K se aplicó en la cantidad de 20 kg de  $K_2O$ /ha, se encontró una mayor respuesta al P hasta 100 kg de  $P_2O_5$ /ha. Con 50 kg de  $K_2O$ /ha, el rendimiento de materia seca aumentó. *B. decumbens* presentó un tipo de respuesta similar a la aplicación de K, pero sólo dio respuesta hasta el nivel de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha. Estos resultados preliminares indican que para determinar el nivel crítico de un nutriente, otros no deben ser limitantes.

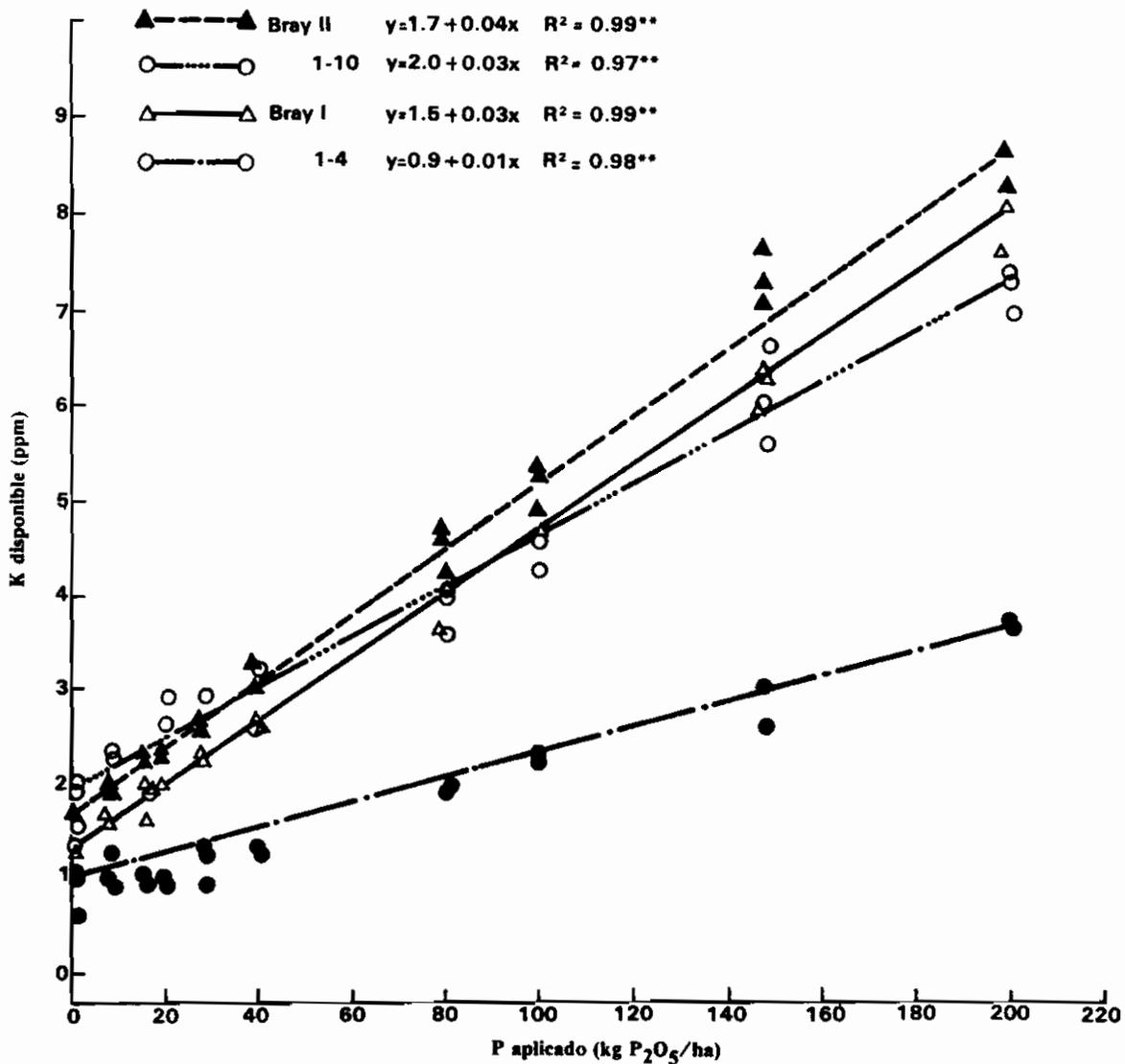


Figura 28. P disponible en el Oxisol de Carimagua, según las soluciones extractantes Bray I, Bray II, Carolina del Norte (NC) relación suelo:extractante 1:10 y NC relación suelo:extractante 1:4.

Cuadro 39. Coeficientes de correlación simple (r) que relacionan cuatro pruebas de P disponible en el suelo y el rendimiento de *Panicum maximum* en el Oxisol de Carimagua.

Prueba	Extractante	Bray I	Bray II	NC-1:10	NC-1:4	Rendimiento
Bray I	0.03N NH <sub>4</sub> F + 0.025N HCl	1.00	-	-	-	0.87**
Bray II	0.03N NH <sub>4</sub> F + 0.1N HCl	0.99**	1.00	-	-	0.90**
NC-1:10	0.025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0.05N HCl	0.98**	0.98**	1.00	-	0.85**
NC-1:4	0.025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0.05N HCl	0.97**	0.97**	0.96**	1.00	0.66*

\* Probabilidad al nivel del 0.05.

\*\* Probabilidad al nivel del 0.01.

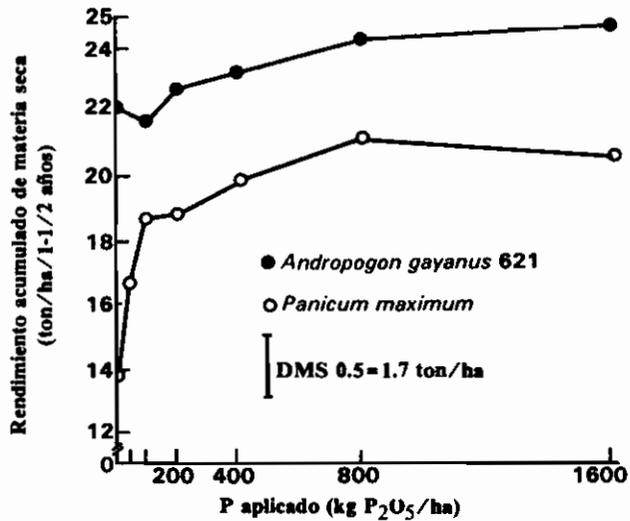


Figura 29. Efecto de la fertilización con fósforo en el rendimiento de materia seca de dos gramíneas tropicales cultivadas en CIAT-Quilichao.

### Fertilización con S en leguminosas forrajeras

Se realizó un experimento en el invernadero con suelos de CIAT-Quilichao y Carimagua para determinar los efectos del S en el rendimiento de *Zornia latifolia* 728, *Stylosanthes capitata* 1019 y *Desmodium ovalifolium* 350.

Los rendimientos relativos de materia seca para ambos suelos se presentan en la Figura 33. No hubo ninguna respuesta a la aplicación de S en el suelo de CIAT-Quilichao; sin embargo, las tres leguminosas dieron rendimientos relativamente mayores en el suelo de Carimagua. *S. capitata* 1019 y *Z. latifolia* 728 presentaron una respuesta lineal a las aplicaciones de S y alcanzaron los mayores rendimientos con 15 kg de S/ha. *D. ovalifolium* 350 también presentó una respuesta positiva al S dando un rendimiento máximo con 20 kg de S/ha. Los rendimientos de materia seca disminuyeron con la mayor dosis de S, lo cual probablemente se deba a un desbalance entre el N y el S.

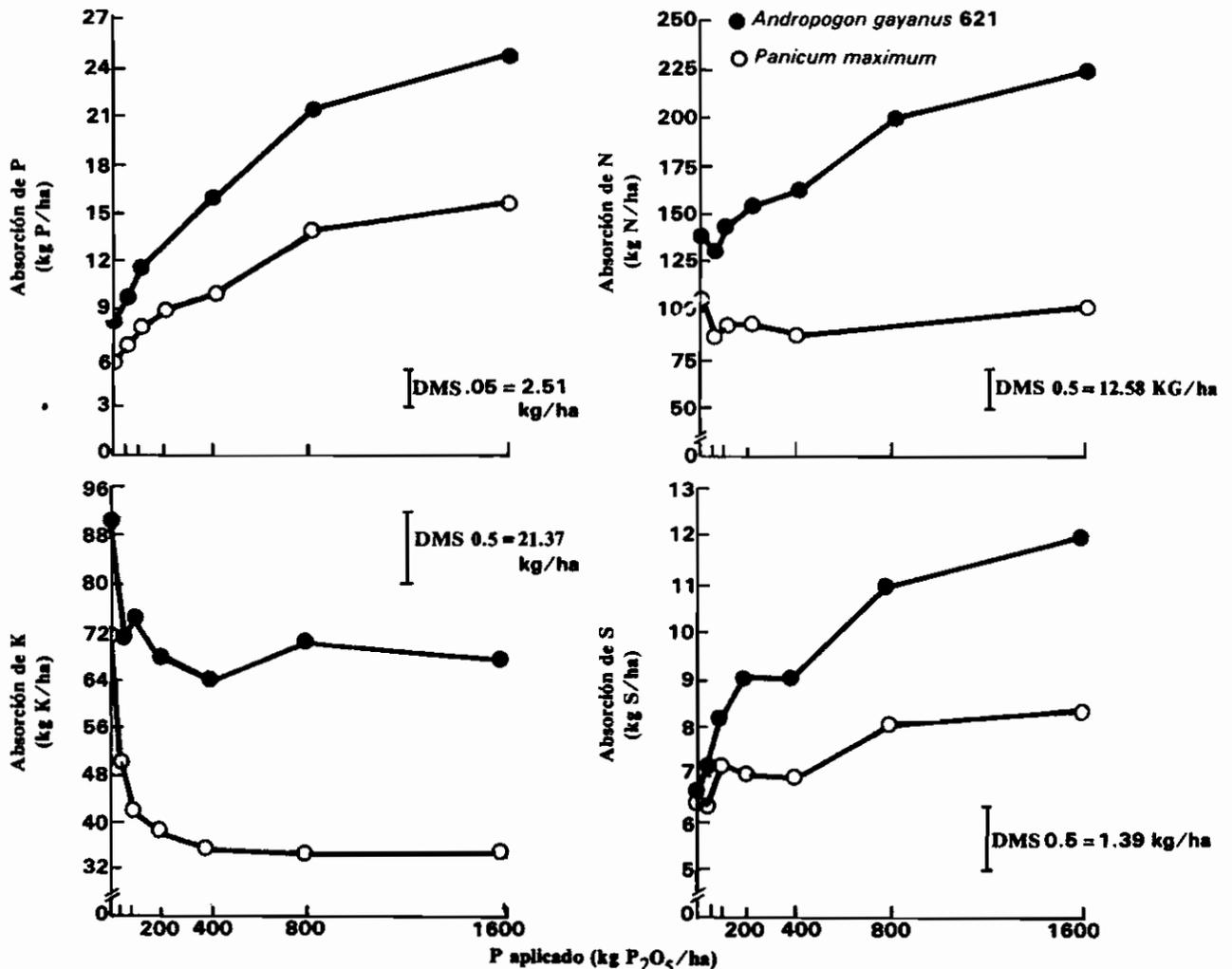


Figura 30. Efectos de la fertilización con P en la absorción de P, N, K y S por dos gramíneas tropicales.

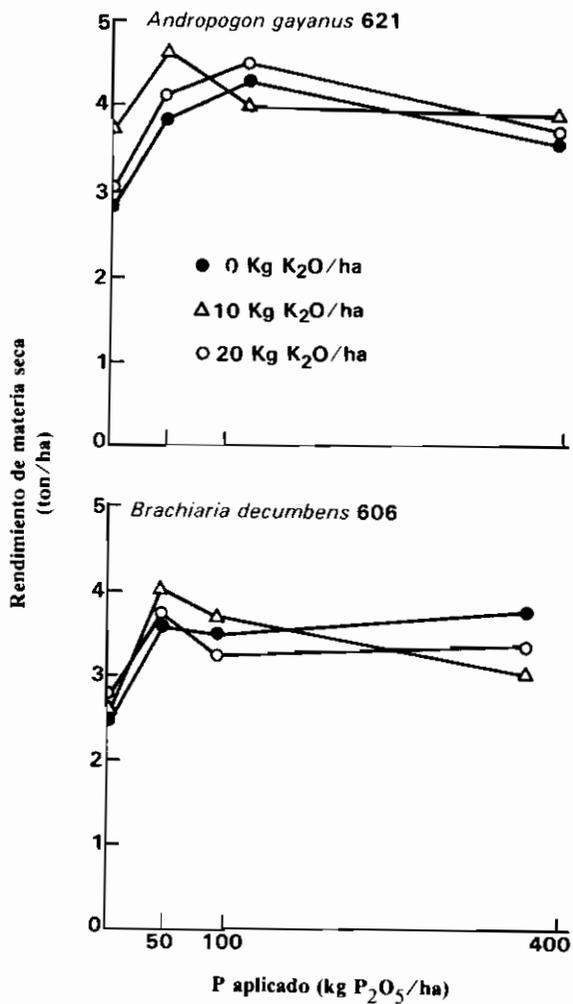


Figura 31. Efectos del fósforo y potasio en la producción de materia seca de *Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens* en un Oxisol de Carimagua. (Total de los dos primeros cortes, 1979.)

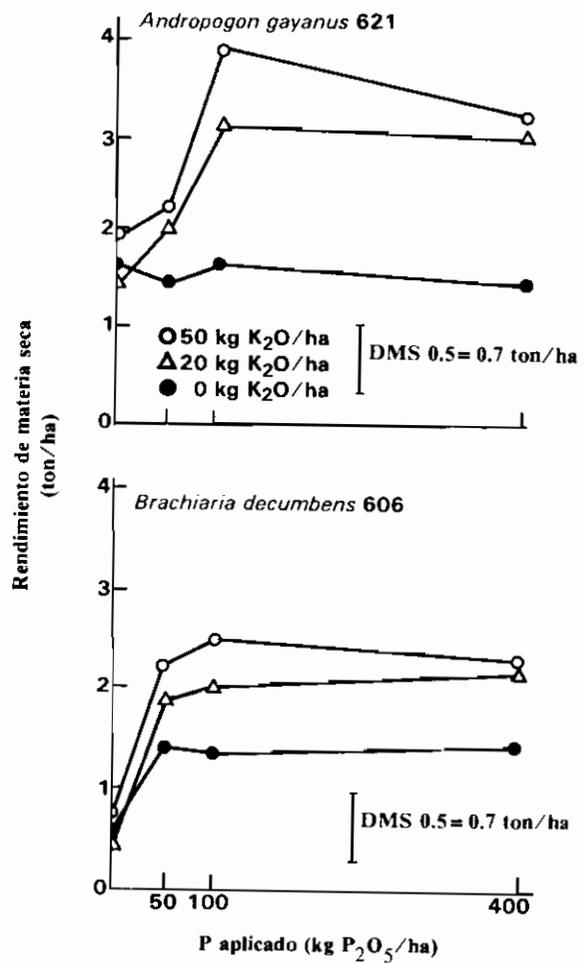


Figura 32. Efectos del fósforo y potasio en la producción de materia seca de *Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens* en un Oxisol de Carimagua. (Tercer corte durante la estación lluviosa, 1979.)

Cuadro 40. Contenidos y formas de azufre en la capa superior (0 - 20 cm) de suelos de CIAT-Quilichao y Carimagua.

Formas de S	Contenido de S (ppm)	
	CIAT-Quilichao	Carimagua
S Total	1013	420
S Orgánico	633	231
S Inorgánico	380	189
S Disponible [Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]	29	10

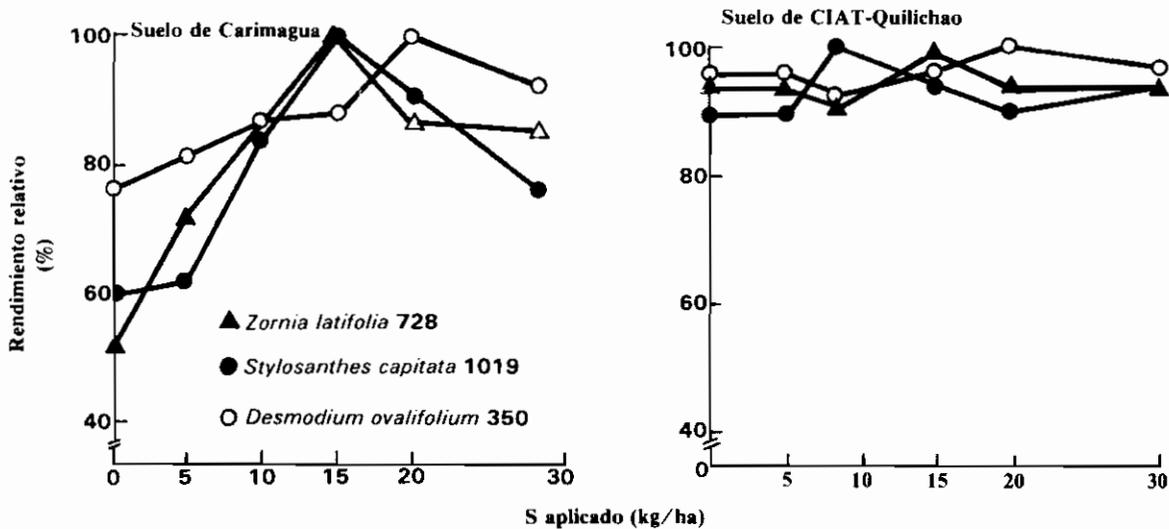
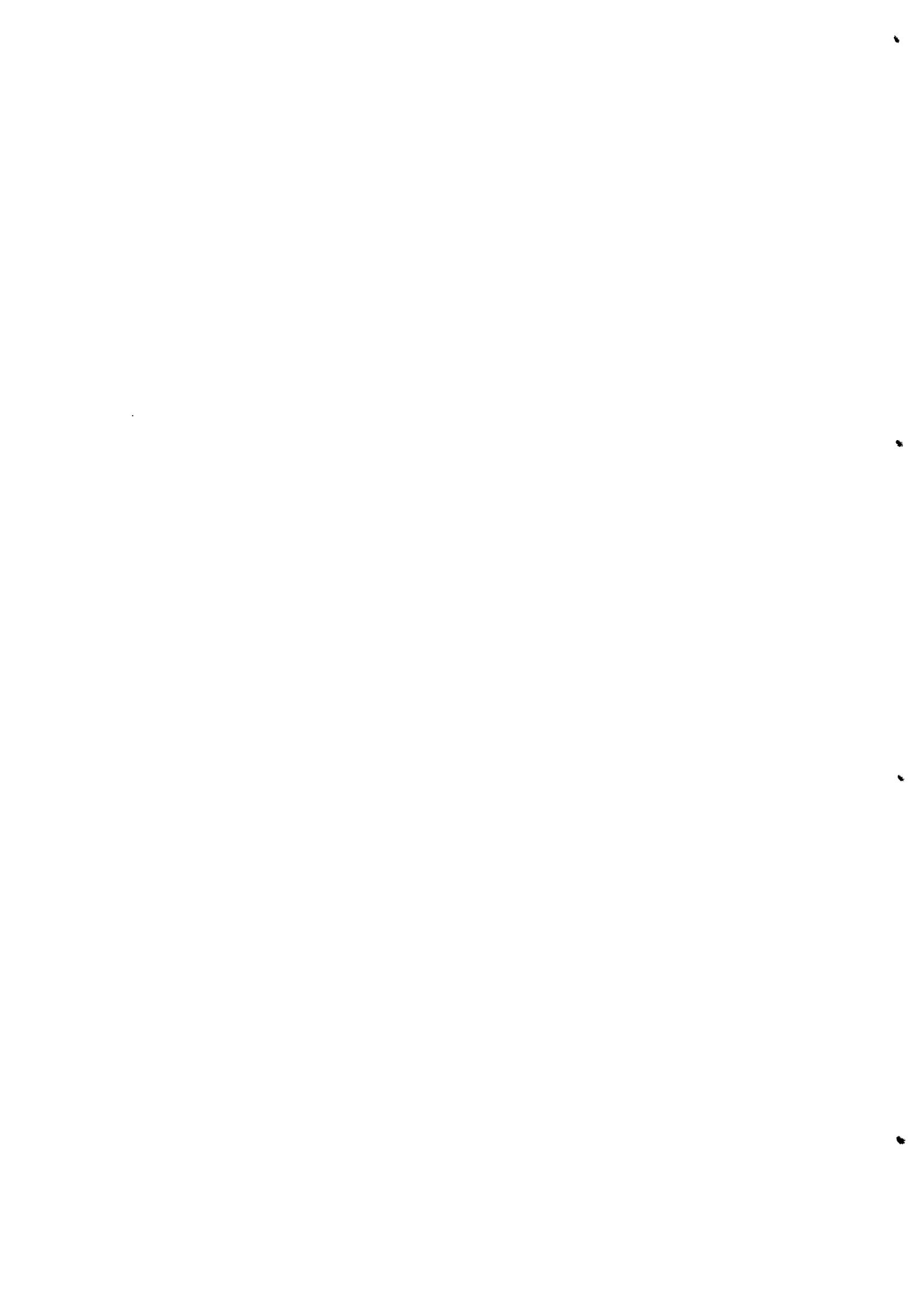


Figura 33. Rendimiento relativo de tres leguminosas forrajeras tropicales cultivadas bajo condiciones de invernadero en suelos de CIAT-Quilichao y Carimagua, en respuesta a la fertilización con azufre.

La falta de respuesta a la aplicación de S en el suelo de CIAT-Quilichao se puede explicar por el hecho de que el S natural es considerablemente mayor debido al contenido

de materia orgánica en la capa superior del suelo. El Cuadro 40 presenta el contenido y las formas de S en la capa superior de ambos suelos.



# DESARROLLO DE PASTOS EN SABANAS HIPERTERMICAS (CARIMAGUA)

Los objetivos de la sección de Desarrollo de Pastos en Carimagua continúan siendo el desarrollo de métodos de establecimiento sencillos, de bajo costo, junto con prácticas eficientes de mantenimiento. Se iniciaron nuevos ensayos durante el año y se continuaron varios experimentos a largo plazo.

Se establecieron varias asociaciones nuevas de leguminosas/gramíneas. Se recomienda la siembra simultánea de la gramínea y de la leguminosa, en surcos espaciados 0.50-1.00 m, usando un patrón de siembra leguminosa/gramínea de 1:1 ó 2:2. La siembra en surcos combinada con fertilización en bandas favorece el establecimiento de una población vigorosa de plántulas con el mínimo de fertilizantes y ambas especies tienen suficiente tiempo y espacio para quedar bien establecidas con mínima competencia de malezas. En el patrón de siembra 1:1 se podrían presentar problemas con gramíneas de tipo erecto cuando los animales en pastoreo se mueven entre los surcos de gramínea, pisoteando la leguminosa sembrada en ese espacio.

Se reconfirmó la importancia de afirmar el suelo de la cama de la semilla en el surco, al momento de la siembra. Esto se hizo en una parcela de producción de semillas, la cual fue arada y rastrillada poco antes de la siembra de *Stylosanthes capitata* y *Zornia latifolia*. Los surcos pisados por la rueda del tractor germinaron y se desarrollaron mucho mejor y más rápido que los surcos no compactados. Parece ser de especial importancia afirmar el suelo cuando se ara el terreno poco antes de la siembra, debido al aflojamiento profundo del suelo e insuficiente tiempo para que las lluvias afirmen el suelo.

## Reducción de Costos en el Establecimiento de Pastos

Además del ahorro en cal y fertilizantes que resulta del uso de especies tolerantes a condiciones de suelos ácidos, los costos de establecimiento de pastos pueden reducirse aún más utilizando el método de baja densidad de siembra descrito en los Informes Anuales del CIAT, 1977 y 1978. Este método requiere menos semilla para el establecimiento de buenas especies productoras de semilla con

*Andropogon gayanus* y para especies estoloníferas o rastreras tales como *Brachiaria humidicola*, *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides*. Se requiere menos mano de obra debido a que se siembra y fertiliza un menor número de sitios. Esto es especialmente importante para especies propagadas vegetativamente, puesto que las tareas de cosecha y transporte de materiales de siembra se simplifican considerablemente. Inicialmente se requiere poco fertilizante; los niveles óptimos para una densidad de siembra de 1000 sitios/ha son de 3 y 1 kg/ha de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente. El nivel de fertilizante recomendado se aplica sólo después de haber asegurado el establecimiento. Con las asociaciones de leguminosas y gramíneas, los costos del fertilizante se reducen más debido a que la simbiosis leguminosa/*Rhizobium* suministra N a la gramínea.

A medida que se ha tenido más experiencia con las siembras a baja densidad se ha hecho evidente la importancia de las plantas madres, especialmente cuando se siembra en sabana nativa con control parcial de la vegetación. Las plantas originales se deben proteger adecuadamente de la competencia de otra vegetación y del ataque de insectos y ser abonadas con suficiente fertilizante para que se desarrollen plantas fuertes con raíces profundas y vigorosas, antes de ser sometidas a la competencia de especies introducidas o nativas. Una vez establecidas, las especies bien adaptadas son muy persistentes y algunas son desplazadoras agresivas de especies nativas de la sabana. El costo del fertilizante y del control de insectos para las plantas es tan bajo debido al reducido número de sitios sembrados por hectárea, que permite aplicar cualquier tratamiento para asegurar el desarrollo de una población vigorosa.

Mediante el uso de especies bien adaptadas y agresivas junto con la siembra en surcos y la fertilización en bandas, los costos de control de malezas se mantienen a un mínimo. Al menos una de las especies de la asociación debe ser competitiva fuerte; capaz de proteger la pradera de la invasión de malezas.

Otros medios de reducir los costos de establecimiento incluyen el desarrollo de sistemas de siembra simples y mecanizados. En la actualidad se está sembrando en Carimagua a escala comercial, con una abonadora de tolva (tipo esparcidora de cal), equipada con un accesorio especial para la siembra de semillas pequeñas. La siembra se hace directamente sobre la superficie preparada y no se requiere labranza adicional, si la superficie del terreno se encuentra lo suficientemente rugosa y protegida del impacto de las gotas de lluvia y de la erosión.

Uno de los mayores costos (después de la fertilización) en el establecimiento de pastos, es la labranza requerida para la preparación del terreno para la siembra. El año pasado se inició un ensayo en el cual se sembraron cuatro gramíneas y tres leguminosas en asociación, cada cual a razón de 1000 sitios/ha en todas las combinaciones leguminosa/gramínea posibles. La siembra se hizo en franjas de 60 cm, distanciadas a 3.16 m, preparadas con una cultivadora de escardillos a una profundidad de 12 cm. El área de sabana nativa entre las franjas recibió cuatro tratamientos de control: (1) quema, (2) control químico, (3) un pase con la cultivadora de escardillos, distanciados 30 cm y a 12 cm de profundidad y (4) rastrillada. El fertilizante inicial solamente se aplicó en los sitios de siembra; las áreas intermedias se fertilizaron después de avanzada la cobertura de estolones. Se observó una fuerte interacción entre especies y sistema de control de vegetación. *Panicum maximum* se incluyó en la prueba, pero el daño por las hormigas fue tan severo para las plántulas que no se logró una cobertura efectiva; los resultados para esta especie no se presentan aquí.

Las dos leguminosas rastreras, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides*, fueron muy efectivas para invadir áreas no colonizadas por gramíneas. Por lo tanto, si un tratamiento dado no fue favorable para la invasión de la gramínea asociada, ambas leguminosas compensaron y ocuparon toda el área no cubierta por la gramínea. Tanto *D. ovalifolium* como *P. phaseoloides* cubrieron completamente el área. En el tratamiento de control químico *B. humidicola* colonizó exitosamente toda el área y así permitió un menor desarrollo de la leguminosa asociada. *B. decumbens* tuvo menos éxito pero sus deficiencias fueron compensadas por las leguminosas. *S. capitata* fue bastante persistente pero no muy agresivo y no logró invadir la sabana nativa. En el Cuadro 41 se presenta un resumen de las observaciones.

Este ensayo ha demostrado la posibilidad de establecimiento de pastos usando asociaciones apropiadas de leguminosas/gramíneas, aún sin labranza en el área intermedia y con sólo labranza de bajo costo en la franja sembrada. Esta reducción en los requerimientos en labranza reduce el costo total de establecimiento. Nuevas pruebas establecidas este año están explorando la posibilidad de ampliar aún más la distancia entre franjas puesto que *B. humidicola* y *P. phaseoloides* fueron capaces de extenderse e invadir más de los 3.16 m. de distancia entre los sitios sembrados en dicha prueba. Con base en estos resultados se están planeando ensayos para estudiar el reemplazo gradual de la sabana utilizando mayores distancias (5-10 m) entre surcos de especies introducidas. El animal en pastoreo utilizaría la sabana nativa para complementar las especies introducidas durante el proceso de establecimiento que podría tomar varios años.

El riesgo de establecimiento se podría reducir considerablemente mediante el método de siembras ralas y también mediante el reemplazo escalonado de la sabana nativa. La inversión inicial es baja y la mayor inversión en fertilizantes se puede aplazar hasta que el establecimiento se haya asegurado.

En 1978 se iniciaron otros ensayos de baja densidad. Se sembró *A. gyanus* en cuatro densidades, desde 100 hasta 800 sitios/ha. El Cuadro 42 muestra que el promedio de recuentos de plantas obtenido con una preparación completa de la cama de la semilla fue alto aún con una población inicial de plantas muy baja. Sin embargo, la cobertura total del área solo se logró con 400 sitios/ha.

*A. gyanus* se sembró con *D. ovalifolium*, *S. capitata* y *P. phaseoloides* en un experimento para estudiar el efecto del estado de desarrollo de la sabana, el método de control de sabana y los niveles de P en el establecimiento. Las leguminosas se sembraron a una densidad de 1000 sitios/ha y la gramínea, 500 sitios/ha; esto se hizo en sabana madura e intacta y en sabana quemada recientemente, con y sin una labranza superficial con palas para controlar parcialmente la vegetación nativa y aflojar la superficie del suelo. Las dos leguminosas rastreras, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* han proporcionado una cobertura completa en todos los tratamientos de labranza y vegetación, a niveles de P intermedios y altos. En el primer año después de la siembra, *A. gyanus* no se estableció como se esperaba debido a la siembra tardía y a la limitada producción de semillas.

Cuadro 41. Habilidad competitiva de especies forrajeras para invadir y desplazar la vegetación de la sabana nativa fertilizada, la cual recibió cuatro tratamientos diferentes en Carimagua, 1979.

Tratamiento de la sabana nativa	Especie	Capaz de:	
		Invadir	Desplazar
Quema	<u>Desmodium ovalifolium</u>	Si	Si
	<u>Pueraria phaseoloides</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria radicans</u>		No
Control químico	<u>Desmodium ovalifolium</u>	Si	Si
	<u>Pueraria phaseoloides</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria humidicola</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria radicans</u>	Si	No
Cultivadora a 12 cm	<u>Desmodium ovalifolium</u>	Si	Si
	<u>Pueraria phaseoloides</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria humidicola</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria decumbens</u>	Si	Si
	<u>Andropogon gayanus</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria radicans</u>	Si	No
Preparación completa de la cama de la semilla	<u>Desmodium ovalifolium</u>	Si	Si
	<u>Pueraria phaseoloides</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria radicans</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria decumbens</u>	Si	Si
	<u>Andropogon gayanus</u>	Si	Si
	<u>Brachiaria radicans</u>	Si	No

Cuadro 42. Efecto de la población inicial de plantas madres de Andropogon gayanus y tres tratamientos para el control de sabana nativa en los recuentos de población.

No. de sitios/ha	Recuento de plántulas/m <sup>2</sup>		
	Preparación total	Método de control	
		Rastrillada ligera	Control químico
100	2.03	0.37	0.40
200	5.38	1.33	0.51
400	10.39	3.93	0.95
800	7.46	3.41	7.94

El método de siembras ralas ha sido usado con éxito para el establecimiento de pastos en áreas húmedas a lo largo de corrientes y lagos con especies que están bien adaptadas a la inundación o a condiciones de suelo saturado. Sin embargo, hay mayor potencial de crecimiento de malezas en estas áreas y por ello se utiliza una densidad de siembra más alta (2500 sitios/ha); de esta manera se proporciona una cobertura más rápida y se minimiza la competencia por malezas.

## Distribución Espacial de Especies Asociadas

La siembra en franjas de especies vigorosas como *B. decumbens* continúa siendo promisoría tanto para pastoreo rotacional como para pastoreo continuo.

La combinación de *B. decumbens*/*P. phaseoloides* en franjas alternas de 2.5 m parece ser relativamente estable después de tres años. El pastoreo más frecuente (4 y 6 semanas) favorece a la leguminosa. La Figura 34 muestra que no hubo efecto al incrementar el fertilizante de mantenimiento más allá de 0-15-15 kg/ha (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente) en la productividad y equilibrio de la asociación leguminosa/gramínea bajo tres regímenes de pastoreo. En nuevos ensayos de los cuales las dos especies se encuentran sembradas en triángulos y franjas alternas,

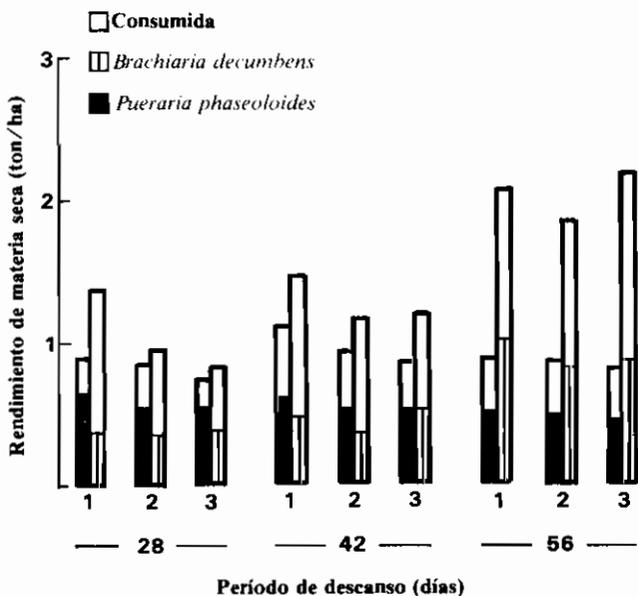


Figura 34. Efecto de la duración del período de descanso y de las aplicaciones de fertilizante (1 = 0-15-15; 2 = 0-45-15; 3 = 0-45-45) en la producción y el consumo de asociaciones de leguminosas/gramíneas, 1978.

como se describió en el Informe Anual del CIAT, 1978, *P. phaseoloides* ha llegado a ser dominante bajo pastoreo continuo. En parte, esto se debe al ataque severo del mió o salivita que limitó la producción de *B. decumbens* durante el comienzo de la estación lluviosa. La leguminosa ha invadido más del 50% del área originalmente sembrada de gramínea. La gramínea no ha sido desplazada y parece estar respondiendo al mejoramiento de la fertilidad (N) en el área invadida por la leguminosa. Inicialmente cada especie ocupó el 50% del área total.

Se estableció un ensayo sobre fecha de siembra para estudiar el efecto de la siembra de la leguminosa antes que la gramínea en cuatro asociaciones diferentes y tres patrones de siembra, incluyendo la siembra al voleo, patrones gramínea, leguminosa de 1:1 y 2:2 con una distancia de 50 cm entre surcos. En las Figuras 35 y 36 se puede observar el efecto relativo de la fecha de siembra en tres cosechas. En la primera cosecha el efecto es grande y es sorprendente que continúe siendo así especialmente en el caso de *A. gayanus* y *P. maximum* aún en la última cosecha, un año después del establecimiento. Como se muestra en la Figura 37, la siembra en surcos fué claramente superior a la siembra al voleo según los recuentos de población.

En otro ensayo sobre fecha de siembra, se sembraron ocho especies cada mes durante el período de lluvias, con dos tipos diferentes de preparación de la cama de la semilla. Las Figuras 38 y 39 muestran el efecto de la fecha de siembra y de la preparación del terreno en los recuentos de población después de tres semanas y seis meses. Tanto la fecha de siembra como la preparación del suelo parecen tener grandes efectos en algunas especies mientras que otras son poco afectadas por cualquiera de las dos variables. En general, las siembras a principios de la estación lluviosa resultan en mejores poblaciones, especialmente en el caso de las leguminosas. Sin embargo, se pueden lograr siembras exitosas con la mayoría de las especies durante un período de siembra prolongado en el cual la precipitación sea adecuada y segura.

Se obtuvieron datos adicionales sobre la extracción de humedad del perfil del suelo durante la estación seca. El estrés durante la estación seca se le ha atribuido a la falta de humedad. Sin embargo, con la gran cantidad de agua que hay almacenada en el subsuelo de Carimagua, el estrés no solamente se le puede atribuir a la falta de humedad sino también a la nutrición inadecuada de las plantas dada la

baja fertilidad del subsuelo. La mayoría de las especies de pastos utilizados en Carimagua son suficientemente tolerantes al Al de manera que la acidez del subsuelo no debería restringir la penetración de raíces; sin embargo, la falta de nutrimentos, especialmente de Ca, puede limitar la penetración o al menos reducir la proliferación de raíces en el subsuelo y, así, la planta está sometida a una situación en la cual no hay agua donde hay fertilidad (0-20 cm) y muy poca fertilidad donde hay agua. El Ca parecerá ser

especialmente crítico puesto que no se mueve hacia abajo, a la cofia de la raíz dentro de la planta. Una especie como *S. capitata*, que parece ser excepcionalmente eficiente en la absorción de Ca, puede ser especialmente capaz de extraer humedad de los perfiles friables profundos de Oxisoles tales como los de Carimagua. Los patrones de extracción en la Figura 40 muestran el efecto aparentemente marcado del estado de madurez de la planta en la utilización de humedad por dos ecotipos de *S. capitata* (uno de floración

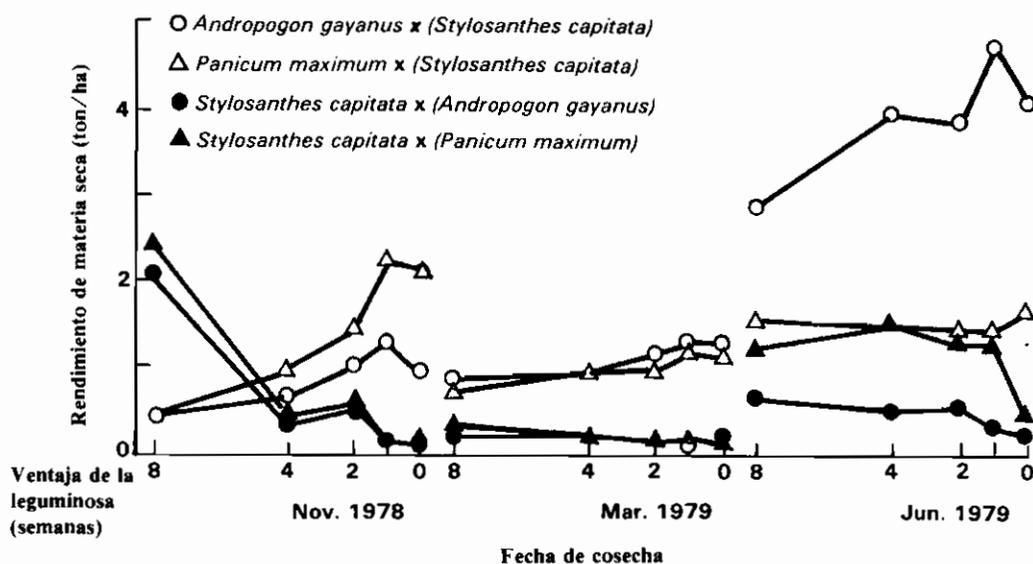


Figura 35. Efecto de la fecha relativa de siembra de *Stylosanthes capitata* en mezcla con *Andropogon gayanus* o *Panicum maximum* en la producción de forraje. Los datos de rendimiento son para la primera especie anotada; las especies asociadas se encuentran entre paréntesis.

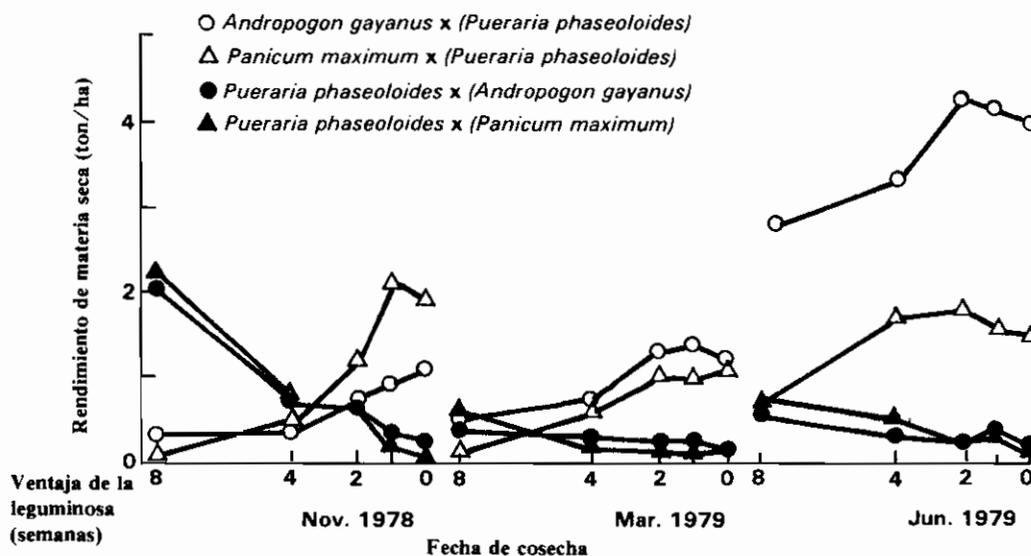


Figura 36. Efecto de la fecha relativa de siembra de *Pueraria phaseoloides* en mezcla con *Andropogon gayanus* o *Panicum maximum* en la producción de forraje. Los datos de rendimiento son para la primera especie anotada; las especies asociadas se encuentran entre paréntesis.

temprana y el otro de floración tardía). Para la época en que comenzó la estación seca, *S. capitata* 1019 había florecido y se había cosechado, por consiguiente, utilizó relativamente poca humedad del perfil. Por otro lado, *S. capitata* 1078 floreció a comienzos de enero y se cosechó a finales del mismo mes; mientras tanto, se había secado el perfil hasta una profundidad de 1.50 m.

La Figura 41 muestra el efecto del tiempo de aplicación de herbicidas después de quemar la sabana nativa. Parece que un control óptimo se obtiene con glifosato y dalapon cuando se aplican 15 días después de la quema; un mayor retraso reduce considerablemente la efectividad de ambos herbicidas. EL MSMA y DSMA fueron ligeramente más efectivos después de una demora de 30 días. La Figura 42 muestra los efectos de la dosis de aplicación de los cuatro herbicidas. Se observó poca ventaja de la aplicación de dosis mayores que las recomendadas.

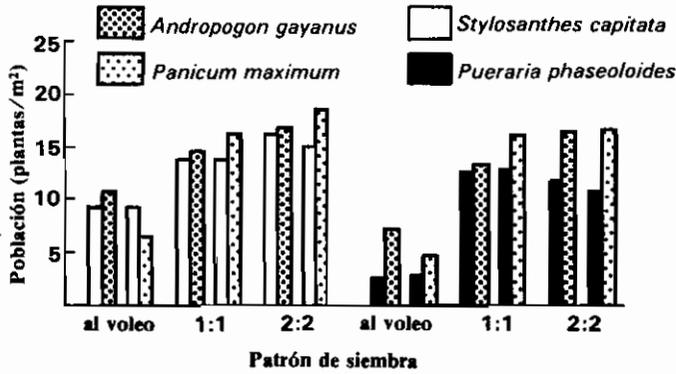


Figura 37. Efecto del patrón de siembra (distancia entre surcos = 50 cm) en los recuentos de población de cuatro asociaciones.

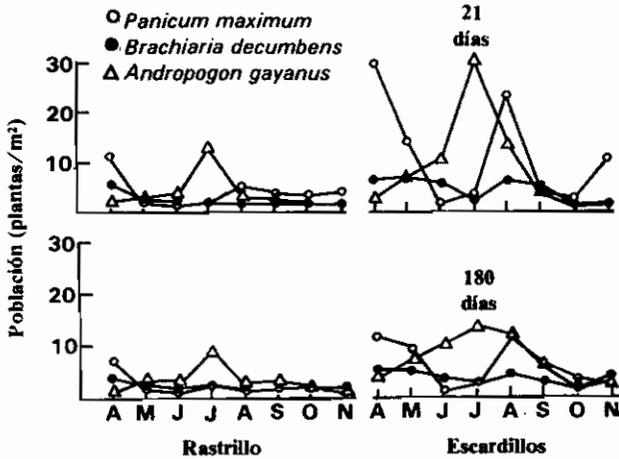


Figura 38. Efecto de la preparación de la cama de la semilla y de la fecha de siembra en los recuentos de población de tres gramíneas forrajeras, a los 21 y 180 días de la siembra.

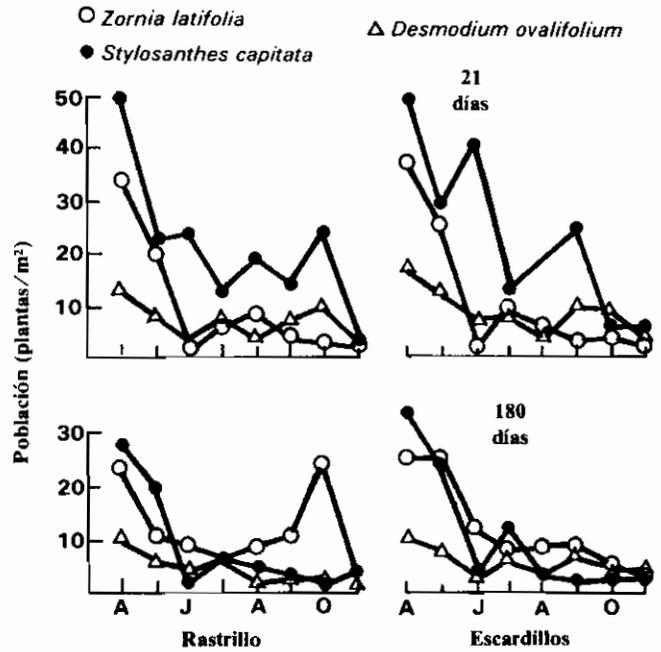


Figura 39. Efecto de la preparación de la cama de la semilla y de la fecha de siembra sobre los conteos de población de tres leguminosas forrajeras, a los 21 y 180 días después de la siembra.

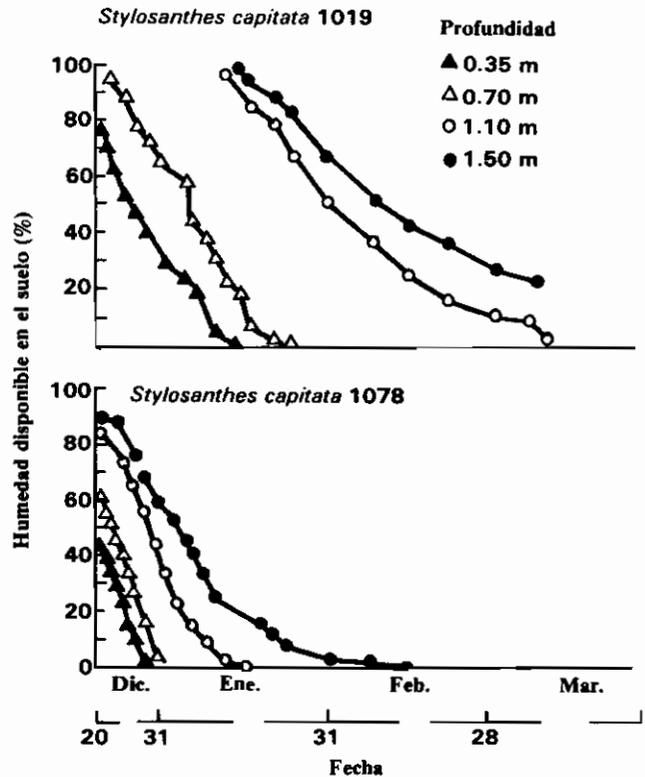


Figura 40. Patrones de extracción de humedad del suelo por *Stylosanthes capitata* 1019 (máxima floración a principios de noviembre y cosechada a principios de diciembre) y *S. capitata* 1078 (máxima floración a principios de enero y cosechada a finales de enero).

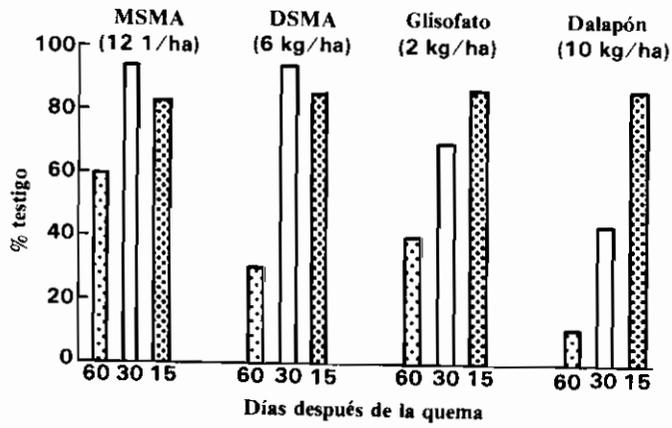


Figura 41. Efecto del retraso de la aplicación de herbicidas después de la quema, en el control de la vegetación de la sabana nativa.

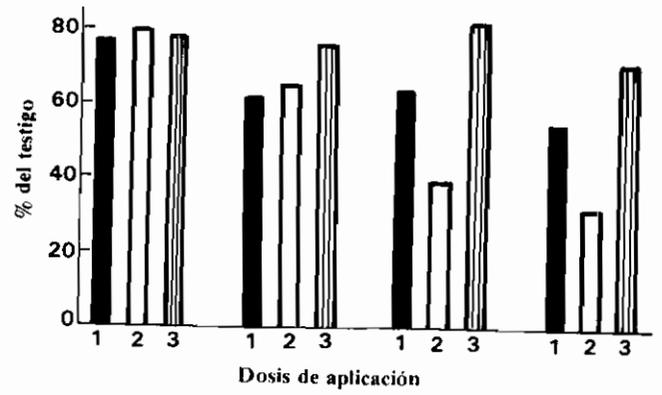


Figura 42. Efecto de la dosis de aplicación de herbicidas en el control de la vegetación de la sabana nativa (1 = dosis recomendada; 2 = doble de la dosis recomendada; 3 = triple de la dosis recomendada; las cifras entre paréntesis son las dosis de aplicación recomendadas.)



# DESARROLLO DE PASTOS EN LAS SABANAS TERMICAS (CERRADO)

Los objetivos de la sección de Desarrollo de Pastos del Cerrado incluyen: (1) el desarrollo de sistemas eficientes para el establecimiento de leguminosas y gramíneas forrajeras apropiadas para ecosistemas representativos de sabanas tipo Cerrado en América del Sur; y (2) determinar los requerimientos de fertilización tanto para el establecimiento como para el mantenimiento de gramíneas y de asociaciones gramíneas/leguminosas más promisorias para el área.

La estrategia para el desarrollo de pastos adoptada en el centro del Cerrado se presentó en el Informe Anual del CIAT, 1977. Las actividades de investigación diseñadas para llenar los vacíos tecnológicos para la implementación de esta estrategia incluyen: (1) la identificación de los factores edáficos más importantes que limitan el establecimiento de pastos, con énfasis en leguminosas; (2) la determinación de los requerimientos para el establecimiento y mantenimiento de asociaciones de gramíneas/leguminosas seleccionadas para las condiciones de los suelos del Cerrado; (3) el desarrollo de sistemas eficientes para el establecimiento de pastos con énfasis en la utilización del mínimo de insumos; y (4) el desarrollo de técnicas de renovación de praderas degradadas.

## Identificación de Deficiencias Nutricionales

La principal deficiencia en los suelos del Cerrado es la de fósforo. Otros nutrientes incluyendo el K, Mg, Zn, y Mo, se han identificado como limitantes para algunos cultivos. Especies forrajeras, especialmente leguminosas, tienen requerimientos nutricionales específicos para asegurar el establecimiento, la productividad y la persistencia. Estos requerimientos varían de un suelo a otro y entre especies.

En 1978 se iniciaron experimentos exploratorios de fertilidad en dos suelos importantes del Cerrado — Latosol Amarillo Rojo (LVA) y Latosol Rojo Oscuro (LVE), usando como testigos a *Centrosema pubescens* CIAT 438 y *Calopogonium mucunoides*. Los experimentos fueron factoriales 2<sup>8</sup> en un diseño de repeticiones fraccionales que incluyeron Ca, Mg, K, S, Cu, Zn, Mn, Mo, y B. Todos los materos recibieron una aplicación basal de P equivalente a 100 kg de P/ha. En un experimento paralelo se estudió el efecto de los niveles de P y CaCO<sub>3</sub>.

En el LVE hubo una respuesta significativa a la aplicación de 30 kg de S/ha (Informe Anual del CIAT, 1978) con *Centrosema*. *Calopogonium* respondió al S y a 500 kg de CaCO<sub>3</sub>/ha. Ambas leguminosas respondieron al K en los dos suelos. El Mg no fue tan importante como el S, Ca y K, pero se observaron interacciones entre el Mg con el S y Mo. Con base en los resultados de invernadero, se estableció un experimento de campo incluyendo esos tratamientos a varios niveles.

Un experimento paralelo con niveles de 50, 100, 200 y 400 kg de P/ha y 0, 100, 500 y 1000 kg de CaCO<sub>3</sub>/ha mostró la importancia del Ca como nutrimento en estos suelos ácidos.

Los contenidos de Ca y P en las plantas de *Calopogonium* variaron con los niveles de CaCO<sub>3</sub> y P, como se muestra en las Figuras 43 y 44. Es interesante anotar que cuando no se aplicó cal al suelo LVA, las plantas de *Calopogonium* presentaron menos de un 1% de Ca, a menos que se hubieran aplicado más de 200 kg de P/ha en la forma de fosfato monocálcico. Por otra parte, cuando se aplicaron niveles altos de P, las plantas presentaron más de un 1% de Ca aún sin enclamiento. Las plantas cultivadas en el LVE siguieron la misma tendencia, pero parecen requerir más CaCO<sub>3</sub> o fosfato para alcanzar valores deseables de Ca en los tejidos. Esto indica la

importancia del Ca y la posible necesidad de Ca adicional cuando se usa una fuente de P baja en Ca, tal como superfosfato triple (SFT).

El contenido de Mg disminuyó con el aumento de los niveles de  $\text{CaCO}_3$  en ambos suelos pero más en LVA que en LVE, alcanzando valores extremadamente bajos cuando se aplicaron 1000 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha. Es claro que se requiere una dosis balanceada de Ca y Mg para obtener un óptimo crecimiento.

En la actualidad se adelantan experimentos de campo para confirmar estos resultados y determinar los niveles óptimos de Ca, Mg, K y S.

## Requerimientos de Fosfato para el Establecimiento de *Andropogon gayanus*

En 1979 se inició un experimento de campo para determinar los requerimientos de P para el establecimiento y crecimiento inicial de *A. gayanus* y *S. capitata* y para evaluar diferentes fuentes de P. Se aplicaron niveles de 0, 60, 120 y 240 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  como superfosfato triple (SFT), roca fosfatada de Araxa (RF) y termofosfato (una RF tratada con calor). Las aplicaciones basales consistieron en 50 kg de S/ha, 100 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha, 5 kg de Zn/ha y 0.5 kg de molibdato de amonio/ha. Se sembró una mezcla de *A. gayanus* 621 y *S. capitata* 1078 a una densidad de siembra de 6 y 4 kg/ha, respectivamente, en un terreno virgen recientemente preparado.

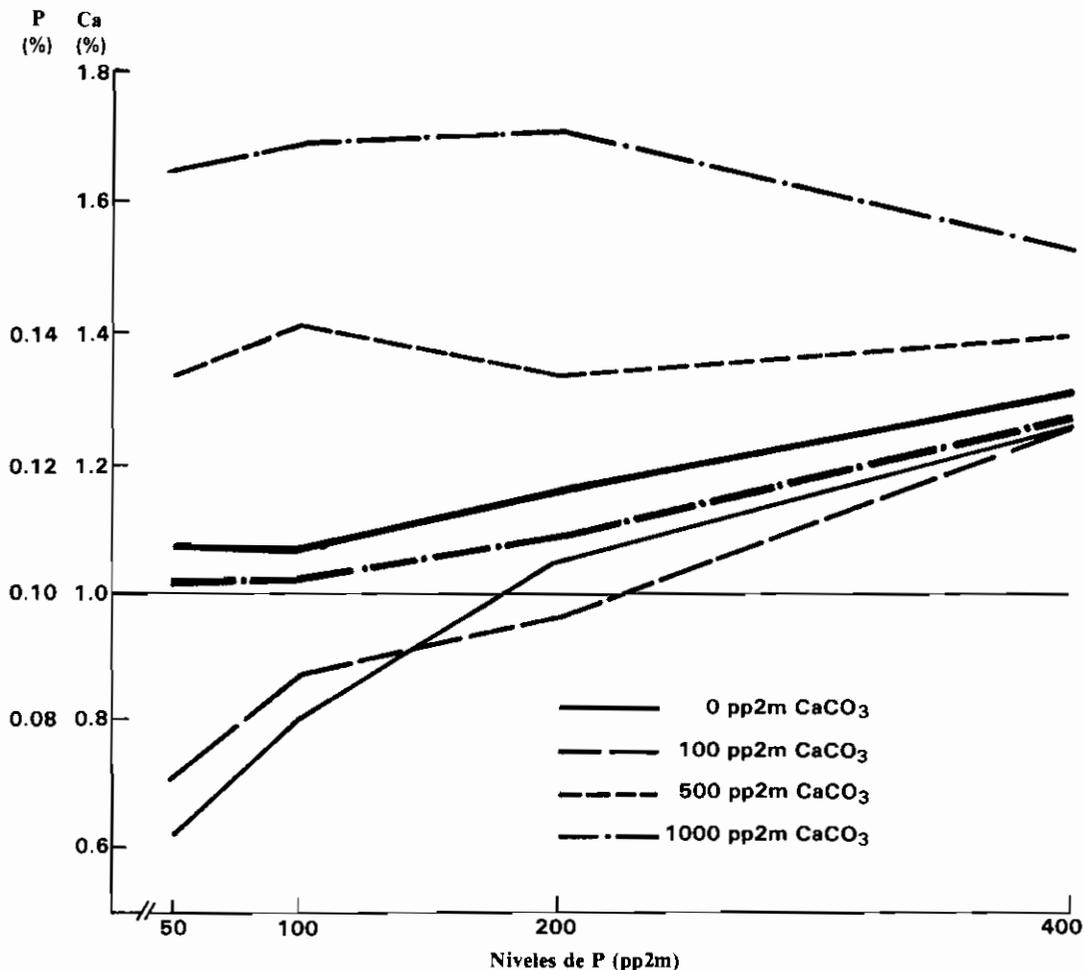


Figura 43. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de P y  $\text{CaCO}_3$  en el contenido de Ca y P en plantas de *Calopogonium mucunoides* cultivadas en un LVA bajo condiciones de invernadero.

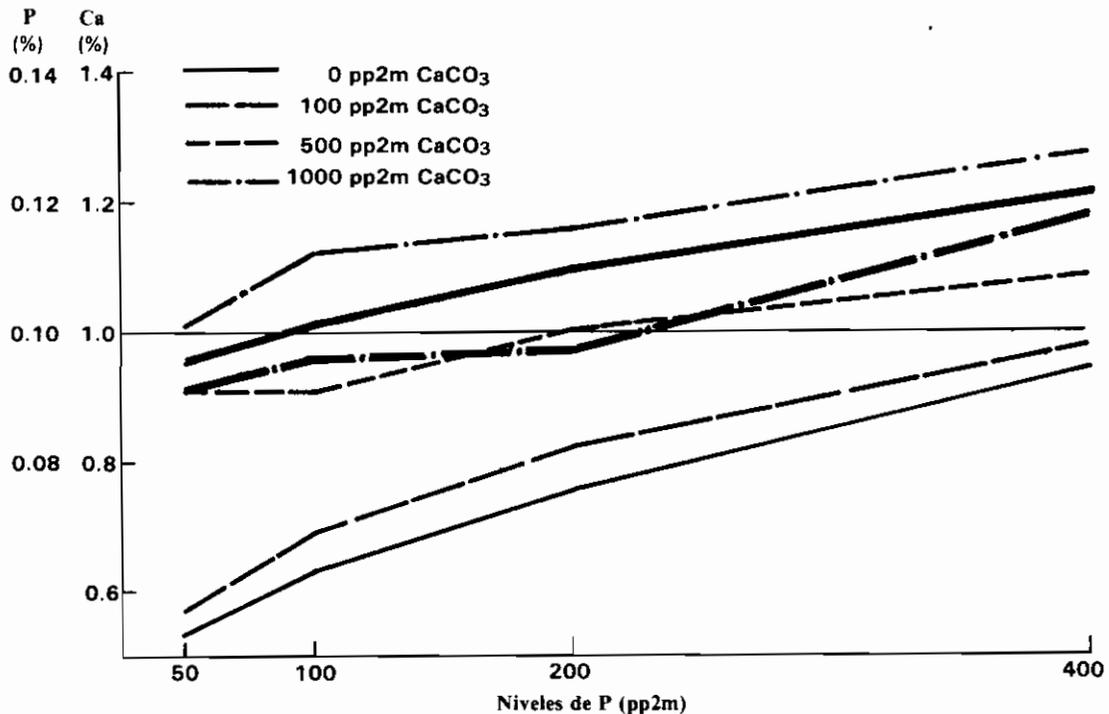


Figura 44. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de P y cal en el contenido de Ca y P en plantas de *Calopogonium mucunoides* cultivadas en un LVE bajo condiciones de invernadero.

Como lo indicó el número de plantas por unidad de área, en todas las parcelas se observó un establecimiento razonable para ambas especies excepto en los testigos.

Sin embargo, el crecimiento inicial fue muy lento en todos los tratamientos. *S. capitata* no dio una alta producción de materia seca y para la época en que el pasto se cortó a una altura de 15 cm casi todo el forraje era gramínea.

La Figura 45 muestra la producción de materia seca en función de los niveles de P de tres fuentes. En el tratamiento sin P no hubo crecimiento medible, lo cual refleja la extrema deficiencia de P en este suelo. La máxima producción de materia seca se obtuvo con 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en la forma de termofosfato y la respuesta fue lineal para el rango de P utilizado en el experimento. Parece que la dosis de 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha fue demasiado baja para un máximo crecimiento en este suelo. El tratamiento de SFT produjo menos que el de termofosfato en todos los niveles, con excepción del más bajo (60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) en el cual la producción fue similar. La máxima producción con esta fuente se logró a un nivel de 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha con algunas disminuciones en los niveles más altos. La RF de Araxa dio una buena respuesta con una producción similar al SFT en la dosis de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

La fijación rápida del P soluble en agua y la baja disponibilidad inicial de P proveniente de la RF pueden explicar estas diferencias en el comportamiento de las plantas. Sin embargo, el P disponible fue muy alto al mayor nivel de SFT aplicado, como se muestra en la Figura 45. Los análisis de las plantas mostraron claramente que el parámetro principal asociado con la producción más alta observada para el termofosfato fue el contenido de Mg en los tejidos de la planta. El Mg fue considerablemente más alto para todos los niveles de aplicación de termofosfato (Cuadro 43). El contenido de P de la planta fue bajo para todos los tratamientos. Sin embargo, los valores de P fueron similares o más altos para todos los niveles de SFT el cual se comportó pobremente. Estos resultados confirman la importancia del Mg en este suelo para especies de pastos y coincide con los resultados del experimento de invernadero.

La Figura 46 muestra el efecto de la fuente y del nivel del fosfato en los contenidos de P, Ca y Mg intercambiables en el suelo. Los altos niveles de fosfato aplicados de las tres fuentes resultaron en un incremento del Ca intercambiable. El Mg intercambiable aumentó cuando se usó termofosfato pero disminuyó cuando se usó SFT o RF de Araxa, sustentando así la hipótesis de que la respuesta al termofosfato no solamente se debió al P sino también a los aumentos en la disponibilidad de Mg.

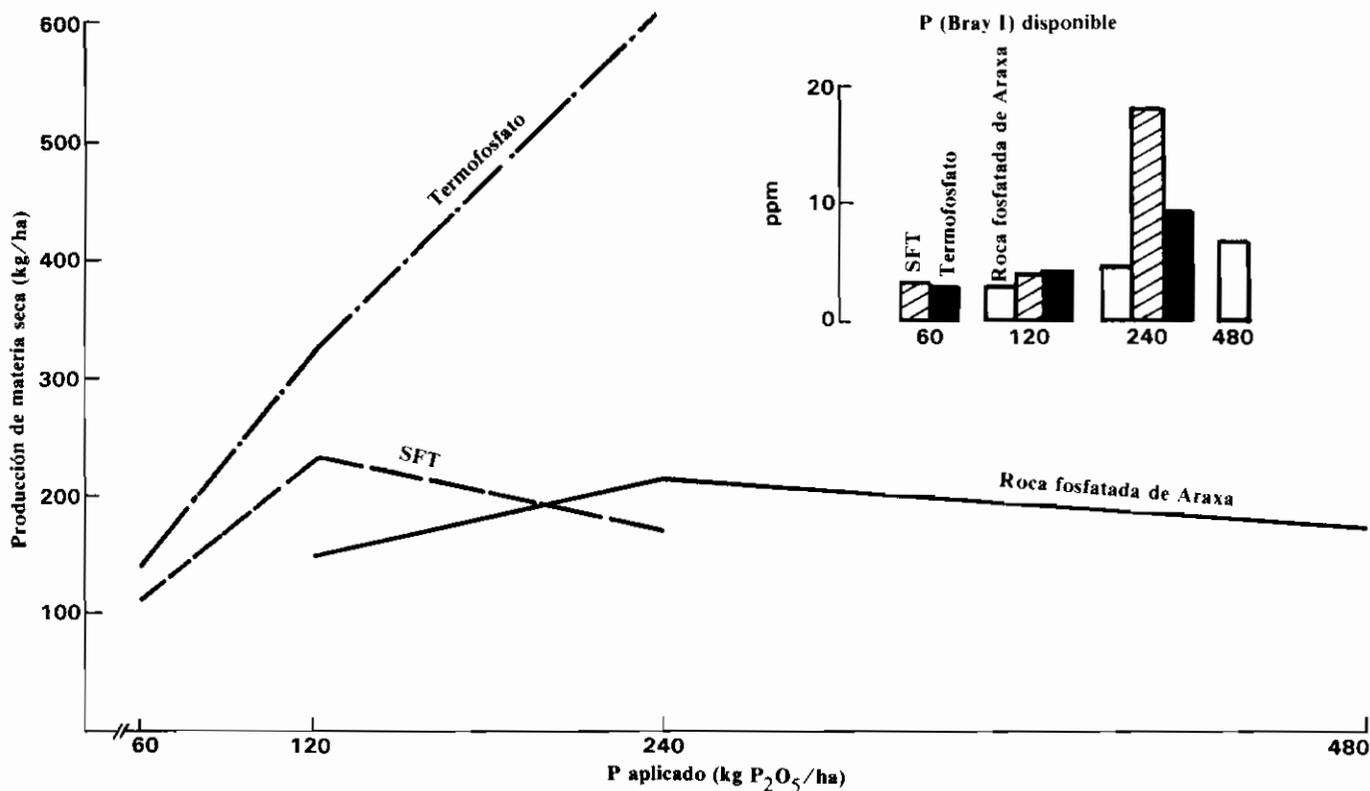


Figura 45. Efecto de la fuente y del nivel de P en la producción de materia seca total de una mezcla de *Andropogon gayanus*/*Stylosanthes capitata* (primer corte) y en la disponibilidad de P en un LVA.

Cuadro 43. Efecto de tres niveles de P aplicado en la forma de tres fuentes en el contenido de P, Ca y Mg en *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes capitata* (como porcentaje de materia seca) cultivados en el campo en un LVA en el Cerrado de Brasil. (Promedio de tres observaciones.)

Fuentes de P	P aplicado (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)								
	60			120			240		
	P	Ca	Mg	P	Ca	Mg	P	Ca	Mg
----- <i>Andropogon gayanus</i> -----									
SFT	0.07	0.21	0.12	0.07	0.21	0.13	0.08	0.24	0.14
Termofosfato	0.07	0.23	0.15	0.07	0.19	0.17	0.07	0.30	0.23
RF de Araxa				0.07	0.23	0.14	0.07	0.22	0.11
----- <i>Stylosanthes capitata</i> -----									
SFT	0.09	0.74	0.20	0.09	0.78	0.20	0.10	0.87	0.21
Termofosfato	0.09	0.83	0.24	0.09	0.78	0.25	0.10	0.78	0.31
RF de Araxa				0.09	0.91	0.21	0.10	0.81	0.20

DMS al 0.05 = 0.01 (P); 0.02 (Mg); 0.07 (Ca).

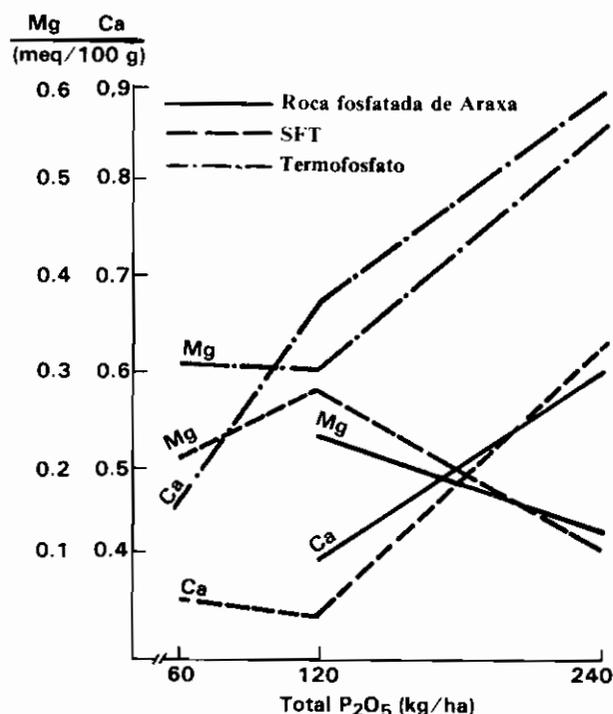


Figura 46. Efecto de la fuente y del nivel de P en el contenido de Ca intercambiable y Mg en un LVA.

## Adaptabilidad de Dos Gramíneas a Diversos Niveles de P y pH

*Panicum maximum* var. *Trichoglume* se utiliza ampliamente en las áreas más fértiles del Cerrado o después de una aplicación de altos niveles de cal y fertilizantes. Esta gramínea se conoce por su alta calidad, productividad y resistencia a la sequía. *A. gayanus* es menos exigente que *P. maximum* y presenta la ventaja de ser compatible con leguminosas. Con el propósito de definir el rango óptimo de pH y de disponibilidad de P para estas dos gramíneas en asociación con leguminosas, se inició un ensayo en un antiguo sitio experimental en donde se había aplicado en 1973, un amplio rango de niveles de P en diferentes fuentes (0, 86, 345 y 1380 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) y cal (0, 1.5, y 4.5 ton de CaCO<sub>3</sub>/ha). En 1978 el pH del suelo fluctuó entre 4.1 a 5.7 y los niveles de P de 0 a 130 ppm. No se aplicaron fertilizantes adicionales ni cal.

Las asociaciones de *P. maximum* var. *Trichoglume*/*Macroptilium atropurpureum* y *A. gayanus* 621/*S. capitata* 1078 se sembraron en un ordenamiento factorial de tratamientos, en un diseño experimental en bloques divididos.

Inicialmente, ambas leguminosas se desarrollaron lentamente mientras que las gramíneas, en general, exhibieron un crecimiento inicial vigoroso, respondiendo por la producción de la mayor parte de la materia seca.

La Figura 47 muestra el efecto de los niveles de CaCO<sub>3</sub> y P en la producción de materia seca de las dos gramíneas. *A. gayanus* presentó un buen comportamiento, especialmente cuando también se aplicó cal. En los niveles más altos de P (345 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) no se observó efecto de la cal en la producción de *A. gayanus*. Esto se ha interpretado como una respuesta al Ca más que al encalado en sí, puesto que la aplicación de P aumentó el Ca en el suelo pero no modificó el pH. *P. maximum* respondió al encalado a todos los niveles excepto en el nivel más alto de P (1380 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) probablemente a causa de su falta de tolerancia a niveles altos de Al intercambiable.

Se ha hecho un muestreo detallado del suelo como una base para determinar las condiciones óptimas de disponibilidad de P y los rangos de pH para el crecimiento y proporción de gramínea/leguminosa en la mezcla.

## Introducción de Leguminosas en Praderas Nativas

Las praderas nativas son un componente importante de los sistemas de fincas en el Cerrado. Su productividad así como su calidad son muy bajas, especialmente durante la estación seca. La introducción de leguminosas en las praderas nativas podría incrementar su productividad debido al aumento en la fijación de N y al mejoramiento de la calidad del forraje y del consumo durante la época seca.

En 1978 se inició un experimento de campo para estudiar métodos de establecimiento de tres especies de leguminosas. El establecimiento fue mejor en aquellos métodos que incluyeron alguna preparación del suelo, como el rastrillado, independientemente de la quema.

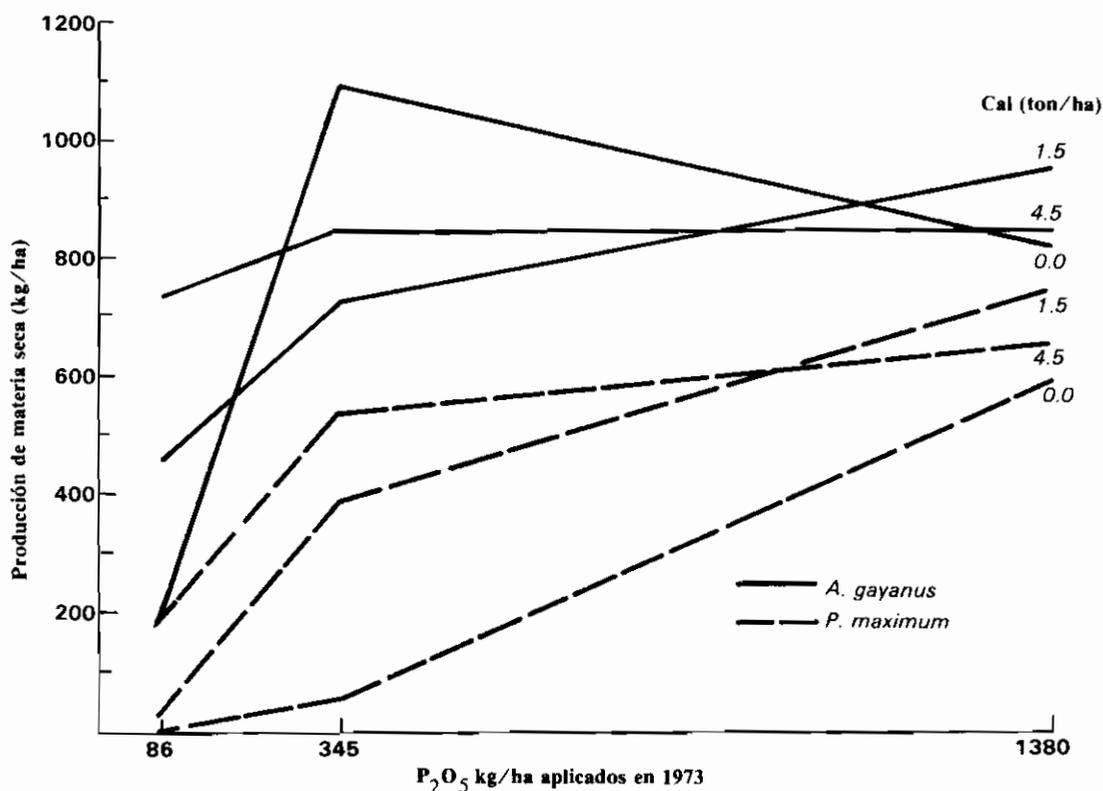


Figura 47. Producción de materia seca de *Andropogon gayanus* 621 y *Panicum maximum* var. Trichoglume en función de los niveles de P y cal aplicados en 1973 en una LVE del Cerrado de Brasil, 1979.

Los métodos investigados incluyeron siembra al voleo en la pradera original, siembra al voleo después de una ligera rastrillada y siembra de plantas madres en surcos espaciados 50 cm; todos los métodos se probaron con y sin quema previa (la quema se realizó en diciembre). Se incluyó un testigo sólo con fertilizante, sin labranza o siembra, y un tratamiento adicional con siembra y rastrillada más 1 ton de CaCO<sub>3</sub>/ha.

*Galactia striata*, *C. mucunoides* y *S. capitata* se sembraron a razón de 6, 9 y 4 kg/ha, respectivamente.

Los efectos del método de establecimiento de los recuentos de población ya se han publicado (Informe Anual del CIAT, 1978). En el Cuadro 44 se presentaron sus efectos en la pradera nativa. El rastrillado redujo la proporción de materia seca, especialmente cuando se combinó con quema. La siembra en surcos con mínima preparación fue tan efectiva como la rastrillada en términos de población de leguminosas establecidas y tuvo menos efecto en la producción de la pradera nativa. La quema no mejoró el establecimiento de leguminosas y

disminuyó severamente la productividad de la pradera, en las condiciones en que se realizó.

Cuadro 44. Efecto de la labranza y quema y de la introducción de leguminosas en el rendimiento de gramíneas nativas después de un año.

Método de establecimiento		Rendimiento de MS de pradera nativa (kg/ha)
Rastrillada	Quema	
-	-	949
-	+	590
+	-	467
+	+	142
Surcos con mínima preparación		
	Quema	
+	-	919
+	+	305

El crecimiento inicial de las leguminosas fue muy lento. Sin embargo, sobrevivió un número razonable de plantas y éstas produjeron abundante semilla durante el primer año. El crecimiento durante el segundo año fue mucho más agresivo; *C. mucunoides* intentó dominar la vegetación nativa y se extendió fuera de la parcela. *G. striata* produjo más materia seca cosechable debido a su hábito de crecimiento erecto. La altura de corte fue de 15 cm la cual no fue suficiente para cosechar la mayor parte de *C. mucunoides*.

Es claro que, aunque las gramíneas nativas contribuyeron significativamente, las leguminosas se establecieron bien y aumentaron significativamente la producción de materia seca y proteína. Al final de la estación seca la proteína cruda de las gramíneas bajó a un nivel del 4% mientras que las leguminosas fluctuaron alrededor de un 14%.

## Renovación de una Pradera de *Brachiaria*

*B. decumbens* se ha sembrado extensivamente en el Cerrado y es actualmente la gramínea más importante en el área. Una vez que se haya corregido la deficiencia de P, la productividad de esta gramínea depende principalmente de la disponibilidad de N en el suelo. Los fertilizantes nitrogenados son demasiado costosos para utilizarlos en la producción de ganado de carne bajo las condiciones del Cerrado.

*B. decumbens* inicialmente es una gramínea agresiva, difícil de asociar con leguminosas. En la ausencia de

leguminosas, la mineralización de N orgánico disminuye con el tiempo y alcanza una tasa relativamente baja, limitando severamente la productividad. Además, la calidad del forraje de las gramíneas en la pradera disminuye agudamente durante la estación seca. La introducción de leguminosas en las praderas de gramíneas podría contribuir a mejorar la calidad y a aumentar la disponibilidad de forraje durante todo el año y especialmente durante la estación seca.

En una pradera de *B. decumbens* de seis años de edad, se inició un experimento al comienzo de la estación de lluvias, en el cual se estudiaron cuatro métodos para la introducción de tres leguminosas. Las parcelas testigo sin leguminosas se fertilizaron con 0, 60 y 120 kg N/ha. Los métodos de establecimientos probados fueron: (1) siembra al voleo sin preparación del suelo; (2) siembra en franjas de 1.5 m de ancho con una preparación completa del suelo; (3) siembra al voleo después de una rastrillada moderada; y (4) siembra de plantas en surcos. Se utilizó una aplicación basal de 90 kg de  $P_2O_5$ /ha, 100 kg de  $K_2O$ /ha, 0.5 kg de molibdato de sodio/ha y 4 kg de Zn/ha. *C. mucunoides*, *Desmodium ovalifolium* 350 y *C. pubescens* 438 se sembraron a razón de 4, 3 y 4 kg/ha, respectivamente.

El establecimiento de *Calopogonium* fue bueno en todos los tratamientos, excepto en la siembra al voleo sin preparación del suelo y compitió fuertemente con la gramínea durante el primer año. *Centrosema* y *Desmodium* se establecieron razonablemente bien pero su crecimiento fue posible durante el primer año. La calidad del forraje será observada durante todo el año, una vez que las leguminosas estén bien establecidas y contribuyan apreciablemente a la producción total de forraje.



# UTILIZACION DE PASTOS

La sección de Utilización de Pastos conduce sus actividades de investigación en CIAT-Quilichao y Carimagua. Debido a las condiciones específicas de cada sitio, los estudios de carácter básico y menos específicos en cuanto a localización, que requieren menos tierra pero observación intensiva y metodología sofisticada, se llevan a cabo en CIAT-Quilichao. Los experimentos extensivos de pastoreo están localizados en Carimagua.

La sección concentra sus esfuerzos en (1) la evaluación del valor nutricional de material forrajero nuevo, (2) el estudio del manejo del pastoreo y (3) la evaluación de pastos según su potencial de producción animal.

## Valor Nutricional de Germoplasma Promisorio

El programa de trabajo de la sección incluye principalmente estudios sobre el consumo y digestibilidad *in vivo* de gramíneas, con énfasis en *Andropogon gayanus* y leguminosas, particularmente *Desmodium ovalifolium* y *Stylosanthes capitata*. En el futuro dará mayor énfasis a medir el valor nutricional de forrajes bajo condiciones de pastoreo, puesto que se reconoce que los estudios con animales confinados son, en ciertos casos, de valor limitado, como en el caso de *D. ovalifolium*, que fue bien aceptado por carneros enjaulados (Informe Anual del CIAT, 1978, página B-112), pero es aparentemente de baja palatabilidad para el animal en pastoreo.

En Carimagua se iniciaron experimentos con novillos con fistula esofágica para estudiar pastoreo selectivo en varias leguminosas de Categoría IV en mezclas con *A. gayanus*. Se hizo énfasis en el efecto de la estación del año en la composición cualitativa de la dieta, comparada con la composición botánica del forraje disponible.

## Manejo de Mezclas de Gramíneas/Leguminosas en Pastoreo

En CIAT-Quilichao hay dos grupos de experimentos similares para evaluar *Centrosema pubescens* (híbrido) 438 y *D. ovalifolium* en asociación con tres gramíneas (*A. gayanus*, *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*) en bloques separados dentro de una unidad de pastoreo.

Cada grupo de experimentos comprende pastoreo rotacional con intervalos de 4, 6 y 8 semanas de descanso, dos presiones de pastoreo (6.5 y 13.0 kg de materia seca/animal/día), y pastoreo continuo con carga anual fija.

En cada experimento se hicieron medidas de disponibilidad de forraje, composición botánica y de las partes de la planta, cobertura (estimada por el método de Penfound y Howard) y selección de dieta.

Los experimentos de pastoreo en la asociación con *C. pubescens* se iniciaron en marzo de 1978 y terminaron en octubre de este año. Las mezclas con *D. ovalifolium* fueron pastoreadas desde marzo de 1979.

Con base en éstos y otros experimentos, es evidente que *A. gayanus* es bastante compatible con la mayoría de las leguminosas pero es dominada fácilmente por las menos apetecibles y más agresivas, tales como *D. ovalifolium*. Esto es probablemente una indicación de que *A. gayanus* es sensible al sombrío de la corona. En contraste, *B. decumbens* compitió más agresivamente, dominando a las leguminosas asociadas bajo las condiciones de este experimento. La compatibilidad de *P. maximum* con leguminosas fue intermedia en comparación con las otras dos especies de gramíneas.

En la Figura 48 se muestra el efecto de la presión de pastoreo en la composición botánica y disponibilidad de forraje de las mezclas con *D. ovalifolium* pastoreadas cada cuatro semanas. Con otros intervalos de pastoreo (6 y 8 semanas) se observó un efecto similar de la presión de pastoreo. En general, los resultados indican que la baja presión de pastoreo y los períodos de descanso cortos (o pastoreo continuo) favorecen a la leguminosa, mientras que la alta presión de pastoreo y períodos de descanso prolongados tienden a favorecer a la gramínea en la mezcla. Esto es particularmente cierto para *A. gayanus* que tiene una mayor proporción de hojas en la presión alta de pastoreo.

Los resultados también indican que *D. ovalifolium* es susceptible al pisoteo intenso, como en el caso de la presión alta de pastoreo. Esta característica se podría usar como una práctica de manejo para prevenir que esta leguminosa agresiva llegue a dominar excesivamente la mezcla.

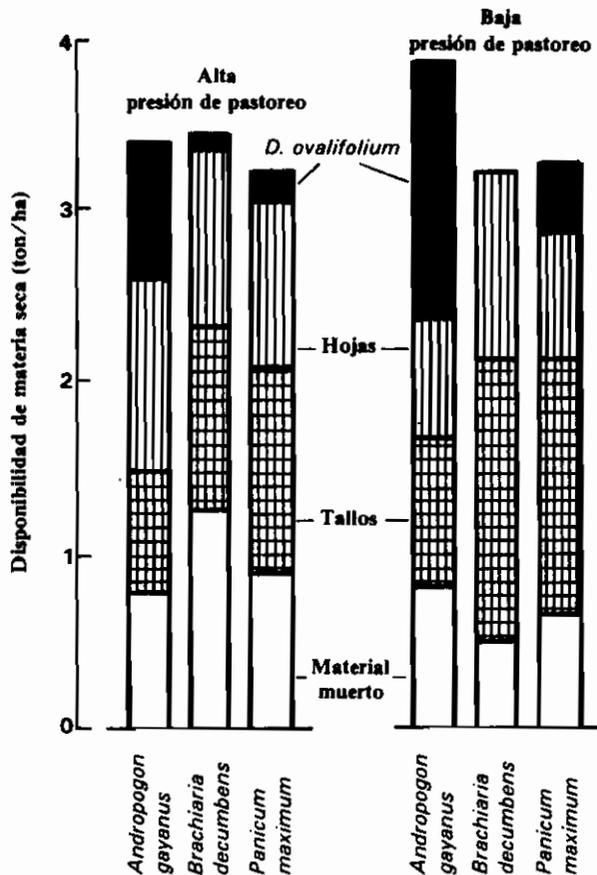


Figura 48. Efecto de la presión en la disponibilidad de forraje y composición botánica de tres asociaciones de gramíneas con *D. ovalifolium* en CIAT-Quilichao, durante la estación seca.

Los resultados de estudios de selectividad con novillos fistulados del esófago (Figura 49) indican que *D. ovalifolium* es consumida solamente cuando la gramínea disponible se reduce en la mezcla. *D. ovalifolium* parece ser de baja apetecibilidad para el bovino en pastoreo. Esto ha sido evidente en todos los ensayos de pastoreo en CIAT-Quilichao y Carimagua y enfatiza la necesidad de incluir novillos fistulados en las fases iniciales de la evaluación de germoplasma.

Es interesante observar que, a pesar de la baja disponibilidad de *A. gayanus* en comparación con las otras dos especies (Figura 48), su presencia en la dieta seleccionada es alta y relativamente constante en el período seco (Figura 49). Esto puede estar relacionado con la relativa buena aceptación de los tallos de *A. gayanus*.

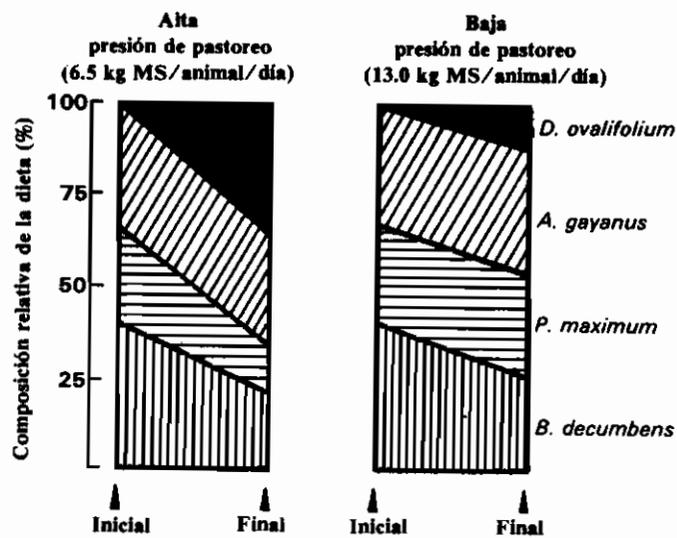


Figura 49. Efecto del pastoreo (período de pastoreo de cuatro semanas, 9 h/día) en la composición de la dieta de novillos fistulados del esófago pastoreando una pradera de *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* y *Andropogon gayanus*/*Desmodium ovalifolium* en CIAT-Quilichao.

La Figura 50 muestra la disponibilidad de forraje residual y la Figura 51 la composición de la dieta de novillos fistulados del esófago en pastoreo continuo de mezclas de *D. ovalifolium*/*A. gayanus* y *P. maximum*, en cuatro fechas de muestreo.

En un 90% del área (1 ha), *D. ovalifolium* se mezcló con *A. gayanus*, mientras que en el 10% restante esta leguminosa se asoció con *P. maximum*. Como puede observarse en la Figura 50, la disponibilidad de forraje residual de *D. ovalifolium* fue mayor que la de *A. gayanus*, con tendencia a aumentar con el tiempo de pastoreo. Los cambios en la disponibilidad de *A. gayanus* estuvieron relacionados con los incrementos en la proporción de tallos y material muerto. La proporción de tallos de *A. gayanus* fue relativamente constante en la dieta seleccionada (Figura 51) e independiente de la disponibilidad total de forraje. Esto no sucedió con las hojas, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo a su disponibilidad.

Nuevamente, el consumo voluntario de *D. ovalifolium* estuvo determinado por la disponibilidad de las gramíneas asociadas. Puesto que solamente un 10% de los potreros estaban cubiertos con la mezcla de *P. maximum*, el consumo de esta especie estuvo posiblemente limitado por disponibilidad. Sin embargo, parece que la selectividad hacia esta especie fue alta.

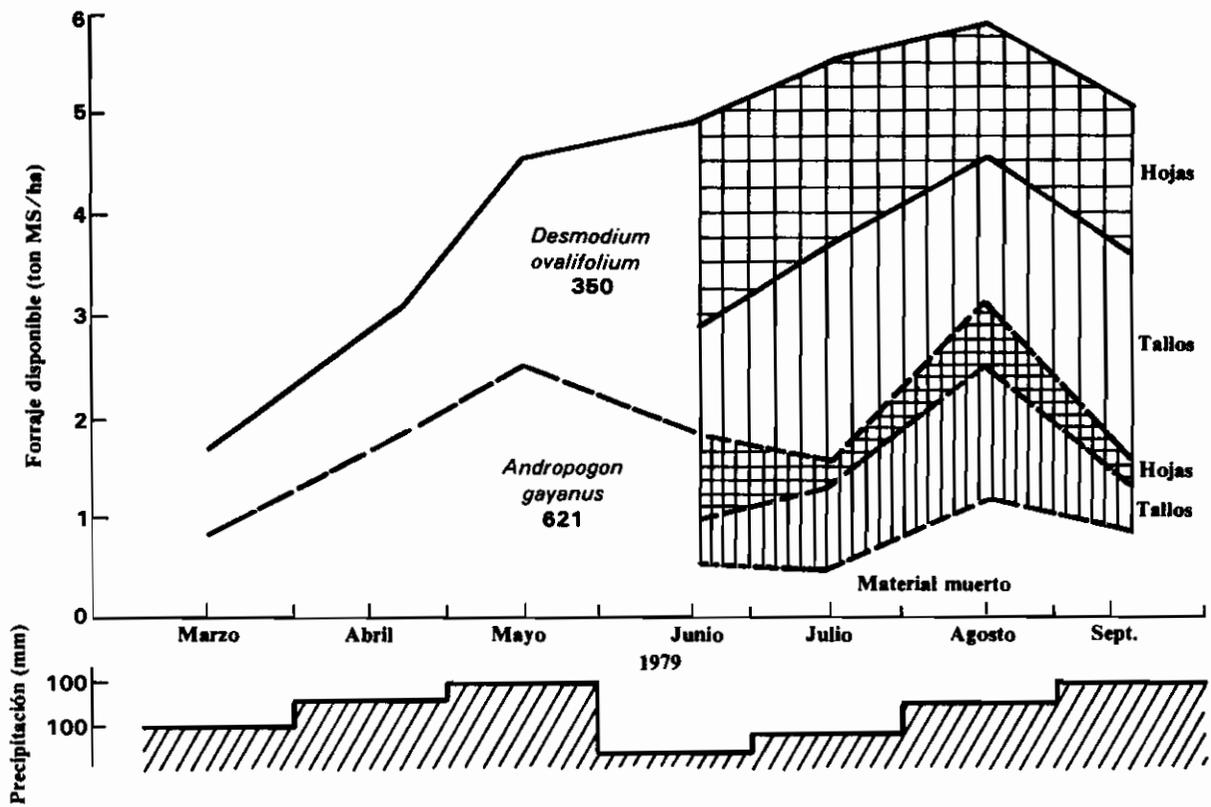


Figura 50. Disponibilidad de forraje residual en una pradera de *Andropogon gayanus*/*Desmodium ovalifolium* bajo pastoreo continuo, en CIAT-Quilichao.

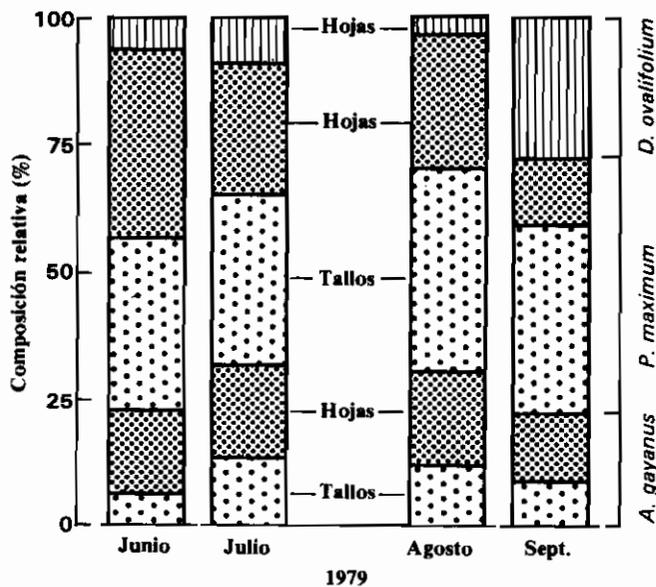


Figura 51. Composición de la dieta de novillos fistulados del esófago pastoreando una pradera de *Andropogon gayanus*/*Panicum maximum*/*Desmodium ovalifolium* en CIAT-Quilichao.

Durante el período experimental de 196 días de pastoreo continuo (marzo-septiembre), los tres novillos/ha ganaron en promedio 464 g/día. Los resultados de pesajes mensuales indican que las ganancias de peso animal están directamente relacionadas con la disponibilidad de *A. gayanus*.

Con relación a los experimentos de pastoreo continuo y rotacional con *C. pubescens* y *S. guianensis* 136+184 (solamente en pastoreo continuo) en mezcla con *B. decumbens*, *P. maximum* y *A. gayanus*, las leguminosas pudieron persistir solamente con *A. gayanus*. En el esquema rotacional, la baja presión de pastoreo favoreció la producción de materia seca de la leguminosa, particularmente durante la estación seca.

En términos de cobertura vegetal, el cubrimiento de las leguminosas tendió a decrecer cuando aumentaron los períodos de descanso de 4 a 6-8 semanas. Hubo poca diferencia en la disponibilidad y cobertura de la gramínea entre los tres intervalos de pastoreo. En general y como se esperaba, la cobertura de la leguminosa disminuyó cuando la de la gramínea aumentó.

En términos de cobertura vegetal, el cubrimiento de las leguminosas tendió a decrecer cuando aumentaron los períodos de descanso de 4 a 6-8 semanas. Hubo poca diferencia en la disponibilidad y cobertura de la gramínea entre los tres intervalos de pastoreo. En general y como se esperaba, la cobertura de la leguminosa disminuyó cuando la de gramínea aumentó.

En sistemas de pastoreo rotacional parecería más conveniente estimar la cobertura después del pastoreo, por el método de Penfound y Howard, ya que el volumen de forraje antes del pastoreo lo convierte en una tarea difícil. Se encontraron correlaciones altas entre cantidad de forraje antes del pastoreo y cobertura después del pastoreo, indicando que este método simple proporciona información muy útil si se usa después del pastoreo.

Se usaron animales fistulados del esófago para estimar la composición química y botánica de la dieta seleccionada. En cualquier época del año los animales fistulados pudieron seleccionar una dieta con 9% o más de proteína cruda del forraje disponible. La digestibilidad de la dieta seleccionada fue en promedio cinco unidades porcentuales más alta que la digestibilidad del forraje ofrecido.

La composición botánica del forraje disponible en las dos estaciones y la composición de la dieta de estas mezclas bajo pastoreo continuo se presentan en la Figura 52. El efecto estacional en la composición de la dieta fue evidente, confirmando que los animales seleccionan más leguminosas durante la estación seca, mientras que las gramíneas son preferidas durante la época lluviosa. De este modo, la presencia de leguminosas permitirá al ganado la selección de una dieta de buena calidad durante la estación seca. El contenido de proteína del forraje disponible parece ser un criterio importante de selección.

Durante 1978, el experimento de asociación de *C. pubescens* con tres gramíneas bajo pastoreo continuo tuvo una carga animal de 2 novillos/ha y el promedio de ganancia diaria de los animales fue de 720 g. Hasta septiembre de 1979 la carga animal fue de 3 novillos/ha y el promedio de ganancia diaria, 612 g. Estas cifras indican que, en el ecosistema de CIAT-Quilichao y bajo las condiciones del experimento, el potrero con *C. pubescens* puede persistir y producir ganancias de peso vivo de 520-680 kg/ha/año.

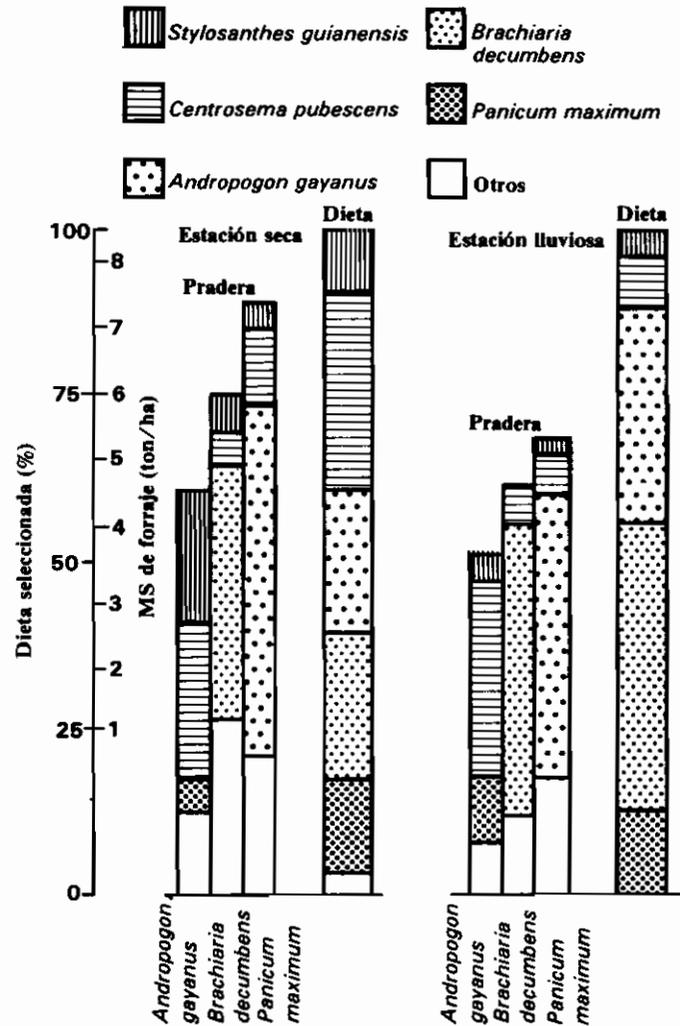


Figura 52. Composición botánica de la pradera y de la dieta seleccionada por novillos fistulados del esófago según la estación (estación seca, agosto-septiembre y estación lluviosa, noviembre-diciembre) bajo pastoreo continuo en CIAT-Quilichao, 1978.

## Potencial de Producción Animal en Praderas de Gramíneas Puras

Todos estos experimentos se realizan en Carimagua.

### *Brachiaria decumbens*

En el Cuadro 45 se presentan las ganancias de peso obtenidas durante el quinto año de pastoreo continuo en potreros de *Brachiaria decumbens*, con cargas animales fijas. Durante 1979 este experimento tuvo una carga animal más alta que en años pasados, ya que los análisis de disponibilidad de forraje indicaron una subutilización de la

pradera. Comparados con los resultados de 1978, las pérdidas de peso fueron más altas durante la estación seca de 1979 en todas las cargas animales, pero las ganancias compensatorias durante la siguiente estación lluviosa también fueron más altas que en cualquier otro año del experimento, resultando en una ganancia total de peso vivo por animal más alta. Este es un resultado notable, pues durante los dos años anteriores no se habían aplicado fertilizantes y el patrón de lluvias fue similar a aquel de años anteriores.

Comparada con las otras gramíneas estudiadas y con base en ganancias de peso obtenidas, *B. decumbens* parece tener un valor nutricional más alto. De todos modos, es importante reconocer que con *B. decumbens* existe el riesgo de pérdida de las praderas debido a su susceptibilidad al ataque del mión. Los experimentos de *B. decumbens* todavía no han sido atacados severamente por este insecto, pero otras pasturas sí. Por lo tanto, es importante tener disponible una gramínea alternativa para los llanos colombianos.

### **Panicum maximum**

Durante el segundo año de pastoreo, esta especie mostró síntomas severos de deficiencias de minerales. Como consecuencia, la disponibilidad de forraje disminuyó y para julio los novillos tuvieron que ser sacados de los potreros. Se aplicó fertilizante y el pastoreo se inició de nuevo en noviembre. Los requerimientos extremadamente altos de fertilizantes de *P. maximum* hacen que esta especie sea poco atractiva para el medio de Carimagua.

### **Andropogon gayanus**

Se están realizando tres experimentos con *A. gayanus*. Los potreros más antiguos se sometieron a pastoreo continuo a finales de 1977.

Como se indicó el año anterior (Informe Anual del CIAT, 1978), el manejo de potreros de esta especie no ha sido fácil. El manejo de esta gramínea durante el primer año de establecimiento parece afectar su comportamiento en los años siguientes. En consecuencia, el manejo de pastoreo durante la fase de establecimiento debe permitir a las plantas acumular algunas reservas. La alta presión de pastoreo durante el establecimiento parece conducir a la producción de macollas pequeñas y plantas débiles. Si esto ocurre dentro de una mezcla con una leguminosa agresiva, *A. gayanus* será dominada. Por otra parte, con una presión inicial de pastoreo baja, *A. gayanus* acumula gran cantidad de materia seca de mala calidad, la cual es difícil de remover sin quemar o con el uso de medios mecánicos. Afortunadamente, *A. gayanus* es resistente a la quema y, en efecto, parece que el uso cuidadoso de esta práctica tiene un efecto positivo en su capacidad de rebrote.

Por esta razón, uno de los tres experimentos se utiliza para estudiar el efecto de la quema en el comportamiento del pasto.

Otro factor que hace complejo el manejo de *A. gayanus* está relacionado con la alta tasa de crecimiento cuando las condiciones ambientales son favorables. Esto creó problemas en un experimento con carga animal baja, en el

Cuadro 45. Ganancias de peso vivo obtenidas en praderas de *Brachiaria decumbens* pastoreadas con cargas animales fijas continuas en Carimagua durante 1979<sup>1</sup>.

Carga (animales/ha)	Ganancias diarias de peso vivo (g/animal)			Ganancias anuales de peso vivo (kg/ha) <sup>2</sup>
	Estación seca	Estación lluviosa	Período total	
1.3	-73	679	441	209
1.8	-73	657	436	285
2.4	-41	578	308	269

1 Estación seca (diciembre-marzo), 99 días; estación lluviosa (marzo-octubre), 214 días; período total 313 días.

2 Extrapolado a 365 días.

cual *A. gayanus* creció tan alto, que dificultó la observación de los animales en pastoreo. Como consecuencia, ocurrió una alta infestación de garrapatas la cual sólo se detectó cuando ya había causado pérdidas de peso y mortalidad, debidas a enfermedades transmitidas por garrapatas. Una buena alternativa de manejo parece ser el pastoreo intermitente, particularmente en sistemas de producción en los cuales la proporción de pastos sembrados es pequeña.

En un experimento con diferentes cargas animales se obtuvieron ganancias de peso vivo tanto en la estación seca como en la de lluvias (Cuadro 46). La alta capacidad de carga y, por consiguiente, la alta producción animal por unidad de área son evidentes en un potrero bien establecido de *A. gayanus*. En contraste, el valor nutricional no es muy alto, como lo demuestran las ganancias de peso vivo de 110-150 kg/animal/año, que no son muy atractivas en operaciones de ceba.

En un experimento con diferencias cargas animales se obtuvieron ganancias de peso vivo tanto en la estación seca como en la de lluvias (Cuadro 46). La alta capacidad de carga y, por consiguiente, la alta producción animal por unidad de área son evidentes en un potrero bien establecido de *A. gayanus*. En contraste, el valor nutricional no es muy alto, como lo demuestran las ganancias de peso vivo de 110-150 kg/animal/año, que no son muy atractivas en operaciones de ceba.

En la Figura 53 se muestra la disponibilidad de forraje residual de los tres potreros durante las estaciones seca y

lluviosa. En cualquier carga animal, la proporción de hojas verdes fue bastante baja y la de material muerto fue alta. En septiembre, con carga animal alta, la proporción de hojas pareció ser crítica para la persistencia de la gramínea.

La mayor ventaja de esta gramínea parece ser su compatibilidad con leguminosas menos agresivas y la posible resistencia al mión. Por lo tanto, *A. gayanus* parece ser una buena alternativa para *B. decumbens*, una gramínea altamente susceptible al mión y difícil de asociar con la mayoría de las leguminosas.

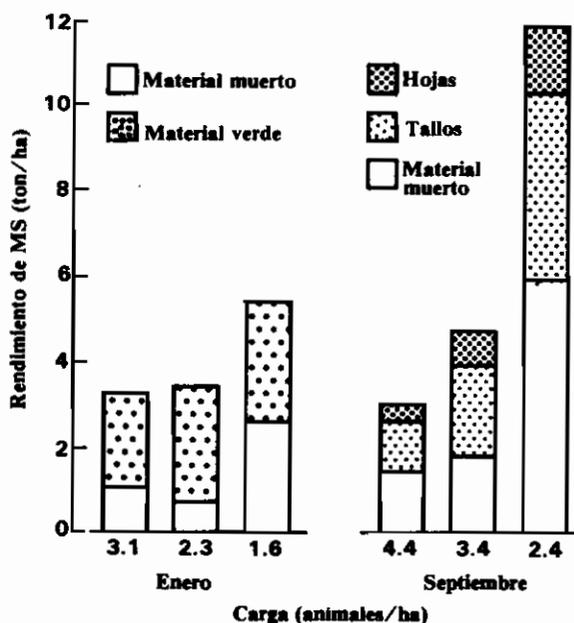


Figura 53. Disponibilidad de forraje residual de una pradera de *Andropogon gayanus* en Carimagua durante 1979. (Primer año de pastoreo continuo.)

Cuadro 46. Ganancias en peso vivo obtenidas en praderas de *Andropogon gayanus* 621 con cargas animales fijas en Carimagua durante 1979<sup>1</sup>.

Carga <sup>2</sup> (novillos/ha)	Estación seca (g/animal/día)	Estación lluviosa (g/animal/día)	Promedio para el período (365 días)		
			(g/animal/día)	(kg/animal)	(kg/ha)
2.4	-95	444	300	107	265
3.4	-99	467	316	115	395
4.4	-86	359	240	90	389

1 Estación seca (diciembre-marzo), 98 días; estación lluviosa (marzo-diciembre), 270 días; período total = 365 días.

2 13 novillos/potrero.

## Brachiaria humidicola

Como con todas las especies nuevas, es necesario desarrollar estrategias específicas de manejo. Por lo tanto, los resultados presentados son todavía preliminares. El pastoreo del primer experimento con *B. humidicola* empezó en diciembre de 1978. Las cargas animales se ajustaron al comienzo de la estación de lluvias pero tuvieron que ser aumentadas de nuevo en agosto debido al exceso de forraje disponible. Desde agosto, el comportamiento de los animales fue pobre con cualquier carga animal. Como se ha observado en otras áreas en donde *B. humidicola* ha llegado a ser un pasto importante en los últimos años, su valor nutricional es posiblemente más bajo que el de *B. decumbens*. Esto podría estar relacionado con la textura gruesa de las hojas, particularmente cuando maduran.

De todas maneras, esta gramínea es de interés para las condiciones de sabana debido a su buena adaptación y a su relativa tolerancia al mión. Por otra parte, a causa de su extrema agresividad y densa cobertura, las asociaciones con leguminosas menos competitivas serían difíciles.

## Manejo y Producción de Praderas de Gramíneas/Leguminosas

En 1978 se inició un experimento de pastoreo en Carimagua, para determinar el potencial de producción

animal de praderas con leguminosas de la Categoría IV. En asociación con *A. gayanus* 621 se sembraron con dos repeticiones praderas de 2 ha con *Zornia latifolia* 728, *Stylosanthes capitata* 1019+1315, *S. capitata* 1405, *Desmodium ovalifolium* 350 y *Pueraria phaseoloides*. *D. ovalifolium* también se sembró en mezcla con *B. decumbens*. Como testigos se sembraron praderas similares con las dos gramíneas solas.

La fertilización inicial para el establecimiento de las mezclas con *Z. latifolia*, *S. capitata* y las gramíneas incluyó 20 kg de P, 18 kg de K, 22 kg de S y 11 kg de Mg/ha. Para las mezclas con *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* se aplicaron 46 kg de P, 43 kg de K, 22 kg de S y 11 kg de Mg/ha.

El pastoreo experimental de las praderas con mezclas de *Z. latifolia*, *S. capitata* 1019 + 1315, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* con *A. gayanus* empezó en diciembre de 1978. Debido a la siembra tardía, el pastoreo en las otras praderas comenzó en abril. En el Cuadro 47 se presentan los resultados de las praderas a base de leguminosas que fueron pastoreadas durante la época seca.

Durante la época seca, solamente los novillos que pastorearon praderas de *D. ovalifolium/A. gayanus* perdieron algo de peso, mientras que el resto de las praderas produjeron ganancias de peso significativas.

Cuadro 47. Ganancias de peso vivo obtenidas en cuatro mezclas de leguminosas con *Andropogon gayanus* durante 1979 en Carimagua.

Leguminosa/ <i>A. gayanus</i>	Estación seca		Estación lluviosa		Período total		Ganancia total de peso vivo (kg/ha)
	Pastoreo (animal/ días/ha)	Ganancias diarias de peso vivo (g/animal)	Pastoreo (animal/ días/ha)	Ganancias diarias de peso vivo (g/animal)	Pastoreo (animal/ días/ha)	Ganancias diarias de peso vivo (g/animal)	
<i>Zornia</i> sp.	165 <sup>2</sup>	317	429 <sup>3</sup>	836	594	672	399
<i>S. capitata</i> 1019 + 1315	165	500	340 <sup>4</sup>	673	505	610	308
<i>D. ovalifolium</i>	165	-21	223 <sup>5</sup>	606	388	329	128
<i>P. phaseoloides</i>	165	371	438 <sup>6</sup>	732	603	618	373

- 1 Estación seca (diciembre-marzo), 96 días; estación lluviosa (marzo-octubre), 208 días; período total, 304 días.
- 2 Diciembre-febrero: 2 animales/ha x 69 días; febrero-marzo: 1 animal/ha x 27 días.
- 3 Marzo-mayo: 1 animal/ha x 55 días; mayo-septiembre: 2.5 animales/ha x 135 días; septiembre-octubre: 2 animales/ha x 18 días.
- 4 Marzo-mayo: 1 animal/ha x 55 días; mayo-agosto: 2.5 animales/ha x 114 días, descontinuado.
- 5 Marzo-mayo: 1 animal/ha x 55 días; mayo-julio: 2.5 animales/ha x 67 días, descontinuado.
- 6 Marzo-mayo: 1 animal/ha x 55 días; mayo-octubre: 2.5 animales/ha x 153 días.

Estas mezclas de leguminosa/gramínea parecen tener un potencial productivo de 360-420 kg/ha/año, dado que puede mantenerse un consumo voluntario razonable de la leguminosa y disponibilidad de la gramínea (estabilidad de la asociación).

En la Figura 54 se presentan los coeficientes de regresión para cada asociación en comparación con las praderas de la gramínea pura. No hubo diferencia significativa en el promedio de ganancia diaria entre mezclas de *Z. latifolia* y *P. phaseoloides*, pero ambas fueron superiores a *S. capitata*.

Las cargas animales fueron iguales para todas las praderas durante la época seca, comenzando con 2 novillos/ha en diciembre y reducida a 1 novillo/ha en febrero. Este bajo número de animales se sostuvo hasta mayo en todos los tratamientos para permitir la recuperación de las praderas. Desde mayo, se planeó una carga animal fija de 2.5 novillos/ha para todos los tratamientos y para el resto de la época de lluvias. Esto no fue posible en el caso de *D. ovalifolium* con *A. gayanus* y

con *B. decumbens* debido a la dominancia de la leguminosa y, por consiguiente, baja disponibilidad de las gramíneas. Por tal motivo, estos potreros se dejaron de pastorear en julio, en un intento para recuperar el balance de la asociación. En agosto se hizo lo mismo para las praderas de *S. capitata*/*A. gayanus*.

Para ilustrar la situación, la Figura 55 muestra la composición botánica de las tres mezclas de gramíneas/leguminosas en dos períodos de muestreo. La mezcla *Z. latifolia*/*A. gayanus* fue más estable, aunque la leguminosa fue defoliada varias veces por insectos y hongos. Las altas ganancias de peso vivo obtenidas en estas praderas indican que las leguminosas de buena calidad (alto contenido de proteína) pueden ser efectivas aún cuando en la muestra se presentan en baja proporción.

*P. phaseoloides* combinó bien con *A. gayanus* y produjo excelentes ganancias de peso a niveles relativamente altos de fertilizantes.

Factores tales como diferencias en la palatabilidad, hábito de crecimiento y agresividad hacen que la combinación de *D. ovalifolium*/*A. gayanus* sea poco compatible. Además, y de acuerdo con los datos de CIAT-Quilichao, el pastoreo continuo no parece ser adecuado para esta mezcla. Es posible que el pastoreo intermitente pueda ser mejor estrategia para la utilización de esta mezcla.

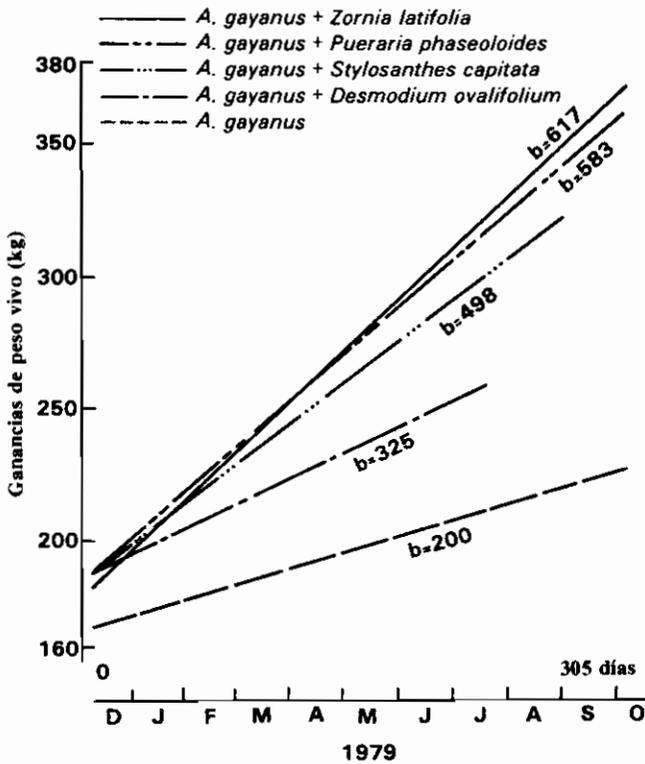


Figura 54. Ganancias de peso vivo durante un período real de pastoreo en praderas de cuatro leguminosas con *Andropogon gayanus* en Carimagua. (Primer año de pastoreo, con base en la regresión.)

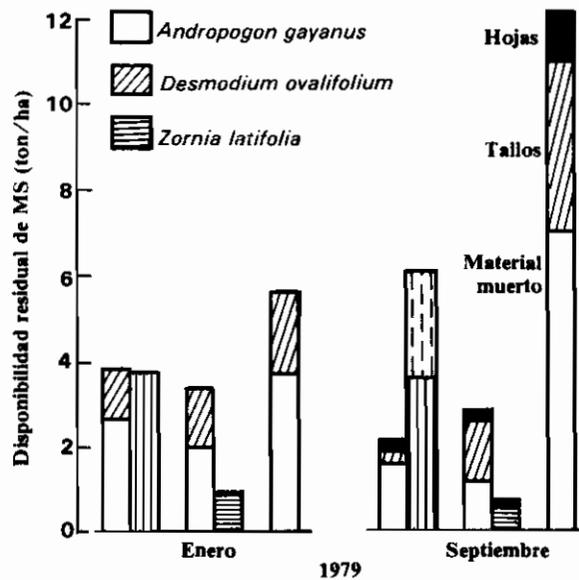


Figura 55. Composición botánica de dos praderas a base de leguminosas y una gramínea en Carimagua.

Una situación similar, pero menos severa, se observó con praderas de *S. capitata*, posiblemente como resultado de una carga animal alta, pastoreo al poco tiempo del establecimiento o ambos.

Las dificultades encontradas en el manejo de las mezclas de gramíneas/leguminosas son quizá una consecuencia de la competencia entre la gramínea y la leguminosa bajo pastoreo y/o diferencias en palatabilidad las cuales resultan en un pastoreo selectivo por los novillos. Además, las dificultades se podrían relacionar con el desconocimiento acerca de las estrategias básicas de manejo en el primer año de establecimiento. Queda claro que cada combinación de especies requiere un manejo específico; es decir, que cada asociación gramínea/leguminosa debe ser evaluada como una unidad separada.

Las dos repeticiones de *S. capitata* 1405/*A. gyanus* produjeron una ganancia diaria promedio de 678 g/animal/día con una carga continua de 2.5 novillos/ha entre abril y octubre (173 días); esta mezcla ha sido estable y bien balanceada.

En otro grupo de experimentos con repetición se estudia el concepto del "banco de proteína", o sea el uso de pequeñas áreas sembradas únicamente con leguminosa pura para ser usadas como suplemento para el ganado en pastoreo de praderas de gramíneas puras. Este concepto parece ajustarse a ciertas leguminosas con problemas de manejo cuando se usan en mezclas.

*P. phaseoloides* se utiliza como banco de proteína con *B. decumbens* o con sabana nativa. Cuando no se cercaron los bancos de proteína, la leguminosa fue sobrepastoreada. En

algunos casos se necesitó un período de descanso largo, con alguna fertilización, para la recuperación de la leguminosa.

El experimento de bancos de proteína cercados, junto con sabana nativa, se han podido evaluar durante 11 meses de pastoreo experimental (Cuadro 48). Los resultados hasta ahora obtenidos indican mejores ganancias de peso con cargas bajas en comparación con cargas altas. Al final de este período (noviembre), la cobertura y el vigor de la planta continuaron siendo satisfactorios en las dos cargas animales evaluadas.

Nuevas praderas establecidas durante 1979 incluyen 2 ha con *S. capitata* 1019 y *S. capitata* 1315 en mezclas con *A. gyanus*. Como *S. capitata* 1019 es de floración temprana y 1315, intermedia, se estudiará el efecto de la diferencia en madurez en la productividad de la pradera.

Cuadro 48. Ganancias de peso vivo obtenidas con sabana nativa y bancos de proteína de *Pueraria phaseoloides*, con dos cargas animales en Carimagua durante 1979<sup>1</sup>.

Carga en sabana + <i>P. phaseoloides</i> (ha/animal)	Ganancias de peso vivo (g/animal/día)			
	Estación seca	Estación lluviosa	Período total	
			(kg/ animal)	(kg/ ha)
1.8 + 0.2	10	486	119	60
3.8 + 0.2	170	551	152	38

<sup>1</sup> Estación seca, 59 días; estación lluviosa, 245 días; período total, 342 días.



# SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO (CARIMAGUA)

La sección de Sistemas de Producción de Ganado (antes llamada Sección de Manejo Animal) continuó actividades en: (1) la evaluación de sistemas de producción de ganado de carne en Colombia, Brasil y Venezuela; (2) la evaluación del uso estratégico de pastos mejorados en Colombia; (3) experimentos de manejo de hatos en Brasilia; y (4) el manejo de hatos experimentales.

## Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES)

La fase de colección de datos para el Proyecto de Evaluación Técnico-Económica de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES, un proyecto interdisciplinario llevado a cabo junto con las secciones de Economía y Salud Animal del Programa de Pastos Tropicales) ha sido concluida en los Llanos Orientales de Colombia; esta fase se encuentra avanzada en el Cerrado de Brasil y se ha reiniciado en los Llanos Nororientales de Venezuela.

## Llanos Orientales de Colombia

El año pasado (Informe Anual del CIAT, 1978) se hizo énfasis a la variación entre fincas en lo que respecta a la estructuración y manejo del hato, incluyendo la disponibilidad de pastos sembrados. Este año el énfasis es un poco diferente; sin embargo, se volverá a presentar la variación entre fincas en varios aspectos, así como también factores comunes a todas las fincas.

Las características fisiográficas (Cuadro 49) muestran que la sabana alta es el principal componente de las fincas, seguido por la sabana baja, la sabana ondulada y áreas de bosque. La proporción del área total representada por la sabana alta es menos variable entre fincas que la proporción de las otras unidades fisiográficas.

Cuadro 49. Características fisiográficas de 16 fincas en los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Area total (ha)	Sabana seca (ha)	Sabana húmeda (ha)	Sabana ondulada (ha)	Bosque (ha)
2	1083	839 (78) <sup>1</sup>	140 (13)	7 (0)	97 (9)
4	3052	2385 (78)	410 (13)	85 (3)	172 (6)
5	810	623 (77)	54 (7)	40 (5)	93 (11)
6	1605	1015 (61)	504 (33)	0 (0)	86 (6)
7	4932	4089 (83)	414 (8)	90 (2)	339 (7)
8	375	203 (54)	172 (46)	0 (0)	0 (0)
9	474	55 (12)	155 (32)	234 (50)	30 (6)
11	5252	2243 (43)	2052 (39)	877 (16)	80 (2)
12	4325	2982 (69)	583 (13)	710 (16)	50 (2)
13	1412	306 (22)	406 (29)	700 (49)	0 (0)
14	1701	751 (44)	540 (32)	410 (24)	0 (0)
15	3580	2986 (83)	505 (14)	0 (0)	89 (3)
17	2239	1805 (80)	248 (11)	186 (9)	0 (0)
18	8891	7835 (88)	621 (7)	70 (1)	365 (4)
19	3972	3119 (78)	545 (14)	200 (5)	108 (3)
20	2744	2174 (76)	379 (13)	50 (2)	141 (8)
Media	2903	64	20	11	4
CV	77.0	35.8	62.5	144.8	83.7

<sup>1</sup> Las cifras entre paréntesis son porcentajes.

La fertilidad del suelo es también menos variable entre las fincas en la sabana alta que en la sabana baja (Figuras 56, 57 y 58). La disponibilidad de P en el suelo en la sabana alta sólo fue superior a 2 ppm en cuatro fincas. En contraste, se encontró más de 2 ppm de P disponible en el suelo en la porción de sabana baja de 13 fincas y más de 4 ppm en cuatro fincas. La saturación de Al en la sabana alta fue superior al 80% en todas las fincas excepto en una. En la sabana baja la saturación de Al fue inferior al 80% en cinco fincas e inferior al 60% en dos fincas. El pH del suelo de la sabana alta fue inferior a 4.7 en todos los casos, mientras que en la sabana baja el rango del pH fue de 4.2 a casi 5.0.

El número de unidades animales (UA) por finca dependió, en gran parte, de la disponibilidad de sabana alta (correlación entre área de sabana alta y total UA = 0.85) y fue prácticamente independiente de la disponibilidad de sabana baja (correlación entre el área de sabana húmeda y total UA = 0.23).

La carga animal promedio fue de 5.9 ha/UA, con 3.9 ha de sabana alta y 1.2 ha de sabana baja disponibles por UA. Como se esperaba, la disponibilidad de sabana alta/UA varió menos entre fincas que la disponibilidad de sabana baja/UA (Cuadro 50).

La estructura del hato (Cuadro 51) muestra que todas las fincas son de cría y levante, con alguna actividad menor de ceba en las fincas 2, 12, 17 y 20.

Los Cuadros 52 y 53 contienen información sobre prácticas de manejo animal adicionales a los datos presentados en el Informe Anual del CIAT de 1978.

Los principales objetivos de la subdivisión de hatos son evitar la interferencia de machos con hembras, y ajustar la disponibilidad de forraje a los requerimientos nutricionales del ganado. Sólo tres fincas practican la separación de categorías de animales, además de la separación por sexo (Cuadro 52); no obstante, la disponibilidad de potreros no parece ser limitante a prácticas más avanzadas de subdivisión de hatos.

La suplementación mineral es difícil de evaluar en un estudio de casos. Es necesario conocer no sólo la cantidad de suplemento mineral, sino también su calidad, los animales que reciben suplemento y la periodicidad de la suplementación. En este estudio sólo se midió la cantidad de suplemento de P usado en las fincas. La información fue suficiente para mostrar que, en general, el nivel de

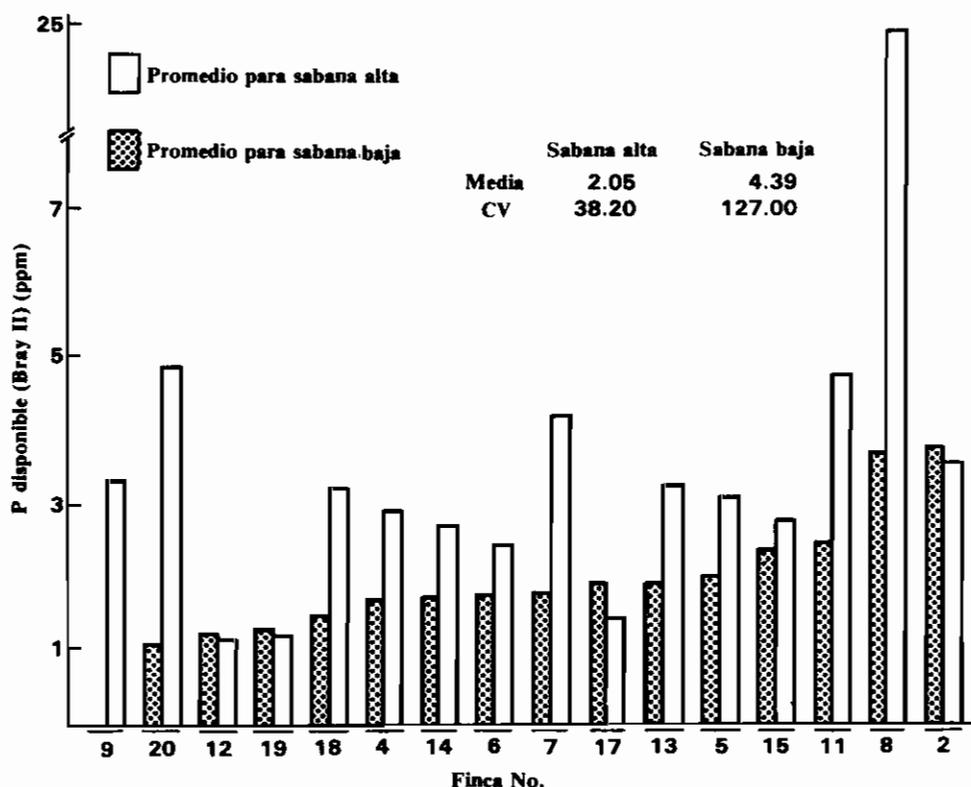


Figura 56. Disponibilidad de P en el suelo en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

suplementación es muy bajo (Cuadro 53). Solamente se usó un promedio del 46% del nivel de suplementación recomendado en Carimagua y solamente tres fincas utilizan 90-100% de la cantidad del suplemento de P usado en Carimagua.

El control de enfermedades en las fincas es también difícil de evaluar. El impacto de la vacuna contra la fiebre aftosa no se pudo medir puesto que no ocurrieron brotes durante el período del estudio, a pesar de las grandes variaciones en el uso de vacunas entre fincas (Cuadro 53). Pocos ganaderos vacunaron contra brucelosis, pero la frecuencia de la enfermedad en los Llanos Orientales parece ser poco significativa. El carbunco sintomático es otra enfermedad infecciosa que los ganaderos controlan mediante inmunización. No se dispone de información sobre la incidencia de la enfermedad en la región y, por otra parte, sólo se pudo registrar la mortalidad temprana de los terneros (muy temprana para ser debida al carbunco). En consecuencia no se pudo establecer la relación entre la vacunación contra carbunco y productividad.

Cuadro 50. Carga animal en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Carga animal (ha/UA)	Sabana disponible (ha/UA)	
		Alta	Baja
2	4.1	3.2	0.5
4	5.3	4.2	0.7
5	3.9	3.0	0.2
6	4.4	2.8	1.4
7	4.9	4.1	0.4
8	3.8	2.0	1.7
9	4.3	0.5	1.4
11	11.6	4.9	4.5
12	9.0	6.2	1.2
13	5.6	1.2	1.6
14	4.0	1.8	1.3
15	4.0	3.3	0.5
17	5.3	4.3	0.6
18	9.1	8.0	0.6
19	9.9	7.8	1.4
20	5.9	4.6	0.8
Media	5.9	3.9	1.2
CV	42.4	53.8	85.6

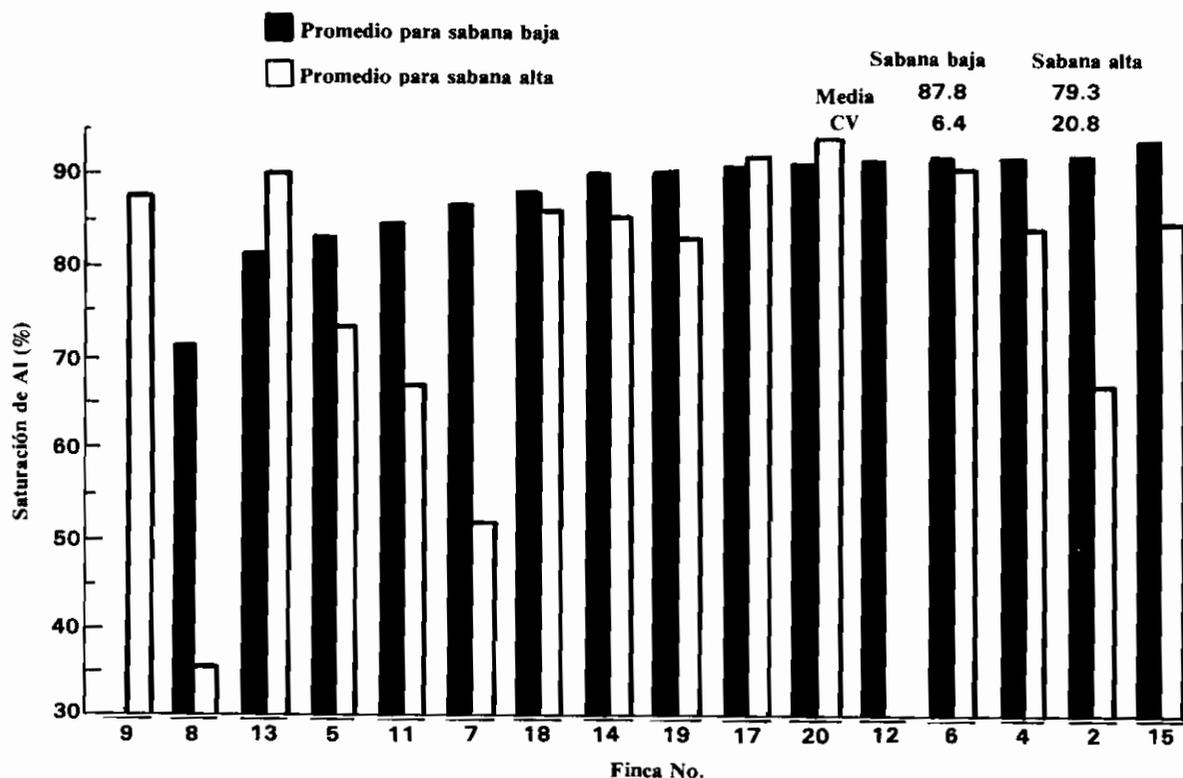


Figura 57. Saturación de Al en el suelo en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

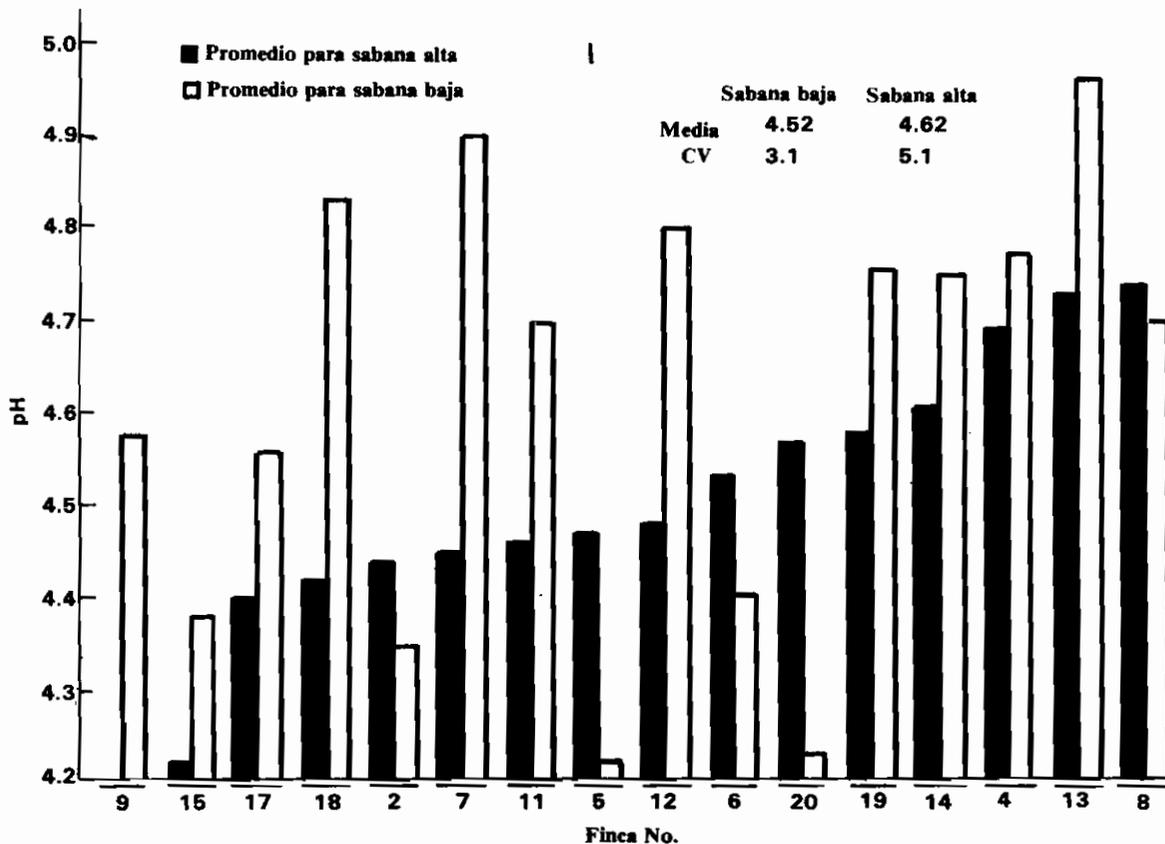


Figura 58. pH del suelo en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

La desinfección rutinaria del ombligo de los terneros se practica en 7 de las 16 fincas. El promedio de mortalidad de terneros (no pesados) en estas siete fincas fue del 4.3% contra 9.5% en las nueve restantes. Sin embargo, el alto promedio de mortalidad entre las fincas que no practican la desinfección rutinaria del ombligo se debe principalmente a dos fincas con 20 y 28% de la mortalidad de terneros.

Las garrapatas y los parásitos gastrointestinales no aparecen como problemas mayores en hatos de las fincas de actuación del Proyecto ETES (ver sección de Salud Animal, página 131); sin embargo, todavía no hay una explicación clara sobre esta situación.

Los principales parámetros de producción animal se presentan en el Cuadro 54.

La tasa de concepción se midió como la tasa promedio anual de concepción de las vacas estudiadas durante dos años (el estudio actual fue de 18 meses, pero los diagnósticos de preñez por palpaciones rectales cubrieron dos años completos). El promedio para 15 fincas fue del

49.8% con un CV del 15.5% y un rango entre 39-65%. Estos datos confirman la baja tasa de nacimientos encontrada en trabajos previos realizados a corto plazo en los Llanos Orientales. Sin embargo, los estimativos precisos por finca requieren evaluación durante dos años consecutivos ya que las grandes fluctuaciones anuales pueden desviar severamente los cálculos obtenidos en cada finca en un solo año. Estas variaciones son de esperarse con los bajos niveles de fertilidad que prevalecen en la región. La baja confiabilidad de las cifras de un solo año se ilustra con el hecho de que los estimativos de las tasas de nacimientos presentados en el Informe Anual del CIAT, 1978, tuvieron una correlación de sólo 0.43 con el promedio de la tasa de concepción en dos años.

La tasa de concepción acumulativa de novillas hasta los tres años de edad también confirma observaciones previas sobre la avanzada edad de la primera concepción. La tasa de preñez de las novillas de tres años está fuertemente correlacionada con la tasa de concepción promedio anual de vacas ( $r=0.88$ ) lo cual indica la presencia de causas comunes para el nivel de fertilidad de vacas y novillas en fincas individuales.

Cuadro 51. Estructura del hato en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia<sup>1</sup> (Proyecto ETES).

Fincas	No.	Vacas	Toros	Terneros	Novillas (edad en años)			Novillos (edad en años)				Vacas descar- tadas
					1-2	2-3	3-4	1-2	2-3	3-4	4	
2		104	6	63	24	15	7	30	63	0	0	0
4		346	23	148	53	17	60	0	5	1	0	0
5		116	7	61	24	19	9	0	10	5	0	0
6		213	22	79	43	30	22	7	0	3	0	0
7		393	26	122	83	113	115	119	80	15	0	0
8		52	4	24	9	15	0	27	0	0	0	0
9		54	5	25	10	14	9	12	4	0	0	0
11		197	24	155	47	27	0	39	18	0	0	0
12		123	14	55	57	64	25	71	93	58	0	4
13		130	8	54	24	27	10	12	15	0	0	0
14		190	12	93	35	28	18	32	15	0	0	0
15		406	20	135	147	65	52	141	45	0	0	10
17		126	10	84	60	30	22	35	40	0	1	15
18		458	40	189	137	59	39	115	88	15	6	0
19		161	9	50	32	45	39	33	20	15	17	0
20		214	11	107	39	30	33	41	10	83	0	0
Total		3283	241	1444	824	598	460	714	506	195	24	29
					1882			1415				

1 El número en cada categoría es el promedio de las dos primeras visitas a las fincas en octubre-noviembre, 1977 y abril, 1978.

La tasa de abortos se midió como el porcentaje de preñez detectada por palpación rectal que no condujo a parto o terminó en un aborto registrado. La tasa de abortos fue alta pero varió mucho entre fincas. La alta tasa de abortos en casi la mitad de las fincas indica la necesidad de investigaciones adicionales sobre las causas de estas pérdidas.

La mortalidad de terneros también fue alta, particularmente en dos fincas (Cuadro 54). Esta mortalidad parece tener poca relación con la tasa de aborto ( $r=0.21$ ) lo cual indica causas independientes para los dos tipos de pérdidas; sin embargo, las dos fincas con la mayor mortalidad de terneros también tuvieron altas tasas de aborto. La baja mortalidad de terneros encontrada en algunas fincas se debe analizar con precaución debido a que, en condiciones de pastoreo extensivo, las muertes tempranas de terneros pueden pasar inadvertidas. Además, hasta ahora, en Carimagua ha sido imposible reducir las pérdidas de terneros por debajo del 5% a pesar de las mejoras en el manejo.

Las ganancias anuales de peso de los animales se calcularon ajustando regresiones de peso sobre edad por categorías de edad desde uno hasta cuatro años. Con excepción de dos fincas, la ganancia anual de peso por animal estuvo muy por debajo de los mejores resultados obtenidos en la sabana de Carimagua (52.5 vs aproximadamente 90 kg/animal/año).

La producción anual de peso vivo en las fincas se estimó así:

$$(N \times C \times W) + \sum S_j \times G_j$$

donde, N= número de vacas; C=tasa de nacimiento de terneros calculada a partir de la tasa promedio anual de concepción en dos años, corregida según abortos y mortalidad de terneros; W= peso de terneros de un año de edad;  $S_j$ = número de animales en cada categoría de edad (1-2, 2-3, 3-4 y > 4 años);  $G_j$ = ganancias anuales de peso de los animales en cada categoría de edad.

La producción anual de peso vivo por unidad animal en la finca se muestra en las Figuras 59 y 60.

Cuadro 52. Subdivisión de las fincas, subdivisión del hato y suplementación con fósforo en 16 fincas, en los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Subdivisión de la finca (Potreros/ 100 UA)	Subdivisión del hato <sup>1</sup>	Suplementación con fósforo <sup>2</sup>
2	3.4	2	24
4	1.7	5	77
5	4.8	2	24
6	2.7	4	3
7	2.1	4	91
8	11.0	3	51
9	0.9	2	5
11	2.4	6	95
12	2.9	2	55
13	0.4	2	25
14	1.4	2	100
15	1.0	1	62
17	1.4	3	50
18	1.4	2	33
19	1.5	2	13
20	1.3	3	33
Media	2.5		46
CV	99.7		68.4

- 1 Escala de subdivisión del hato: Machos separados de las hembras: a los 3 años de edad (1); a los dos años de edad (2); al año de edad (3); novillas separadas de las vacas (4); vacas secas de vacas en lactancia (5); vacas de lactancia temprana de vacas en lactancia avanzada (6).
- 2 Como porcentaje de suplementación de fósforo en Carimagua (1683 g/UA/año).

La producción por finca por unidad animal varió de 34 a 129 kg/año, pero cuando se excluye la finca superior, el coeficiente de variación en producción es de sólo un 22%. Cuatro fincas produjeron menos de 50 kg/UA/año y sólo dos fincas produjeron más de 70 kg/UA/año.

La producción/ha y la producción/UA se correlacionaron cercanamente (Figura 60). Esto indica que las fincas alcanzaron un equilibrio notable entre el rendimiento por animal y por ha, a pesar de la variación en la producción por finca.

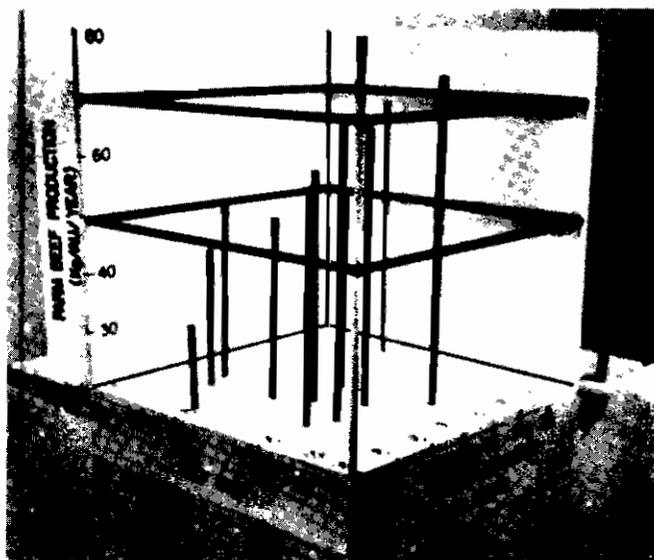


Figura 59. Producción de las fincas por animal por año con relación a la tasa de nacimientos y a la tasa de crecimiento de los animales.

Muchas de las variaciones en producción entre las fincas parecen estar relacionadas con la disponibilidad y fertilidad de sabana baja y, en menor grado, con la presencia de pastos sembrados en las áreas más bajas. Los pastos sembrados en los terrenos altos no contribuyen a explicar la variación en producción entre fincas. Esto se muestra mediante la siguiente relación:

$$Y = 29.71 + 3.50 X_1 + 5.44 X_2 + 0.03 X_3 + 0.09 X_4$$

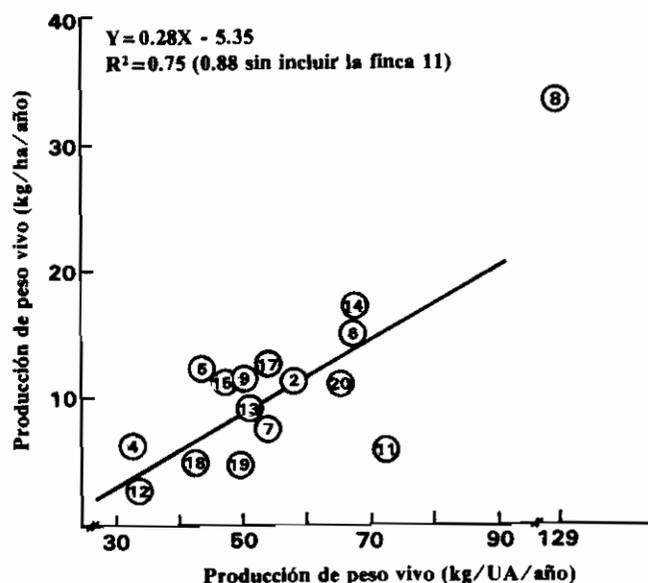


Figura 60. Producción de peso vivo en 16 fincas en los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

donde,  $Y$  = producción de peso vivo/UA/año;  $X_1$  = P (ppm) en la sabana baja;  $X_2$  = ha de sabana baja disponible/UA;  $X_3$  = ha de pastos sembrados en terrenos altos;  $X_4$  = ha de pastos sembrados en terrenos bajos. El coeficiente de determinación para este modelo es de 0.91; los coeficientes de regresión parcial para  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_4$  son significativos al nivel del 1% y el coeficiente de regresión para  $X_3$  no es significativo al nivel del 5%.

Los principales aspectos económicos de las fincas del Proyecto ETES son los siguientes:

La inversión total por finca varía de US\$40,000-\$450,000; el promedio para las 16 fincas es de US\$120,000 ó \$100/ha y \$500/UA (Cuadro 55).

Las inversiones más importantes se hacen en ganado (43%) y en tierra (39%). Estos dos componentes suman más del 70% de la inversión total en todas las fincas excepto en la finca 8, la cual tiene las inversiones más grandes en construcciones, maquinaria y equipos. Esta finca también tiene la inversión más alta por unidad animal.

Las inversiones en construcciones están representadas por viviendas (36%), cercas (32%) y corrales (20%). Equipos pequeños y herramientas, un tractor viejo y un vehículo constituyen las inversiones en maquinaria y equipos.

Las fincas están creciendo con base en el aumento del hato (Cuadro 56). Durante el período de observación algunas fincas han aumentado su área en pasturas sembradas. Las inversiones en construcción fueron o un edificio para albergar trabajadores (finca 8) o vertederos (fincas 13 y 15). Tres fincas invirtieron en maquinaria: las fincas 8 y 13 compraron una planta eléctrica y la finca 15 compró un tractor viejo.

También se está presentado una segunda posibilidad de crecimiento por medio de la adquisición de tierra. Los dueños de fincas están comprando otras fincas, generalmente en el piedemonte, con el propósito de cebar animales de sus fincas en la sabana. El promedio de las nuevas inversiones fue de US\$9500 por finca, equivalente a una tasa anual de crecimiento del 4.5%.

Cuadro 53. Prácticas de salud animal en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Vacunación contra <sup>1</sup>			Control de <sup>2</sup>		Desinfección rutinaria del ombligo
	Fiebre aftosa	Carbunco sintomático	Brucelosis	Garrapatas	Endoparásitos	
2	2.0	0.5	0.0	1.6	0.7	no
4	0.8	0.3	0.0	3.5	0.8	si
5	3.2	1.0	0.0	0.0	0.4	si
6	2.4	1.0	0.0	1.6	0.3	si
7	0.1	0.5	0.0	1.5	1.0	si
8	2.2	1.0	1.0	2.6	1.4	si
9	4.5	1.0	0.0	1.0	0.7	no
11	2.7	0.5	0.0	4.0	1.0	si
12	0.9	0.0	1.0	1.0	0.0	no
13	1.3	1.0	0.3	0.9	0.9	no
14	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	no
15	1.1	0.0	0.0	2.0	0.0	no
17	1.1	0.2	0.4	3.3	0.2	si
18	0.9	1.0	0.0	1.0	0.6	no
19	0.0	0.0	0.0	3.5	0.1	no
20	2.0	1.0	0.0	5.5	0.5	no

1 Dosis/animal a ser vacunado/año, estimadas de la cantidad de vacuna consumida durante el año.

2 Tratamientos/animal/año, estimados de la cantidad de droga consumida durante el año.

Cuadro 54. Parámetros de producción animal en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Tasa de concepción (%)	Novillas preñadas a los 3 años <sup>2</sup> (%)	Tasa de abortos (%)	Mortalidad de terneros <sup>4</sup> (%)	Ganancias de peso de novillos <sup>5</sup> (kg/animal/año)
2	56	53	18	28	53
4	* <sup>6</sup>	ND	ND	ND	*
5	41	29	6	8	41
6	57	74	16	7	47
7	51	ND	18	5	ND
8	65	100	3	0	141
9	50	62	15	20	48
11	56	ND	0	6	68
12	44	57	18	4	33
13	42	58	9	8	68
14	43	44	9	3	110
15	54	ND	4	1	ND
17	48	62	16	0	64
18	39	33	20	8	46
19	43	42	42	7	52
20	58	78	22	7	58
Media	49.8	57.7	14.4	7.5	53.8
CV	15.5	34.7	71.1	99.6	46.9
				(excluyendo finca 8)	57.3 34.4

- 1 Tasa anual de concepción calculada a partir de las concepciones ocurridas durante dos años.
- 2 Tasa de concepción acumulativa hasta los tres años de edad.
- 3 Preñez terminada en aborto x 100/total de preñez ocurrida en un año.
- 4 Terneros que murieron al mes de nacidos o menos/terneros nacidos en un año.
- 5 kg/animal/año estimados por regresión del peso sobre la edad por categorías de edad.
- 6 \*=intervalo entre partos 23.5 meses (n=116). No había novillos en esta finca.
- 7 ND = Información no disponible.

El ingreso promedio de las fincas durante 1978 fue de US\$183,000 por año (Cuadro 57). La principal fuente de ingresos fue la venta de ganado, aunque el 22% de las ventas fueron simplemente a costa de reducir inventarios de ganado.

Se presentaron ingresos estimados con base en producción para suministrar un promedio estimado cercano al ingreso real, pero la correlación con el ingreso real es muy baja con base en fincas individuales. Este hecho confirma que el flujo de ingresos de un año no se debe usar como base para un análisis económico de fincas ganaderas donde el

ciclo de producción abarca al menos 3-4 años. En cambio, se utilizarán parámetros de producción obtenidos de estas fincas para hacer los análisis económicos, con la ayuda de técnicas de presupuestos, simulación y programación.

El promedio anual de los gastos normales en las fincas del Proyecto ETES durante 1978 fue de US\$8000 por finca, con diferencias grandes entre fincas (Cuadro 58). Estos gastos estuvieron principalmente representados por gastos de mano de obra, administración y compra de suplementos minerales (a pesar del bajo nivel de suplementación).

Cuadro 55. Magnitud y composición del total de inversiones en 16 fincas en los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Tierra (%)	Ganado (%)	Pastos sembrados (%)	Instalaciones y edificaciones (%)	Maquinaria y equipos (%)	Inversión total ('000 US\$) <sup>1</sup>	Inversión/ha (US\$)	Inversión/UA (US\$)
2	40	34	10	8	8	163	150	620
4	55	35	0	7	3	322	100	560
5	43	35	10	12	0	109	1320	520
6	43	33	8	10	6	257	160	705
7	38	40	8	8	6	448	90	440
8	20	27	11	21	21	80	212	802
9	37	51	0	12	0	39	80	350
11	62	29	1	4	4	327	78	720
12	52	34	5	6	3	252	58	522
13	39	50	0	7	4	100	70	400
14	37	51	1	7	4	156	90	365
15	21	65	2	9	3	244	65	270
17	33	43	11	9	4	212	70	500
18	34	54	3	6	3	356	40	365
19	42	51	0	7	0	134	50	330
20	24	57	10	8	0	166	60	360
Pdo.	39	43	5	9	4	210	95	490

1 1978 US\$.

La mano de obra está constituida por vaqueros empleados permanente. Los estudios más extensivos de fincas ganaderas en esta región (véase la sección de Economía en la página 143) mostraron resultados un poco diferentes, con una gran proporción de obreros ocasionales en los gastos en mano de obra. Finalmente, los gastos en otros insumos, particularmente fertilizantes, fueron prácticamente nulos.

En resumen, las fincas ganaderas en los llanos colombianos se dedican a operaciones de cría y levante; la ceba es de menor importancia y es esencialmente una actividad especulativa.

El nivel de producción tanto por unidad animal como por unidad de área es bajo. El principal factor limitante para una producción más alta es la baja fertilidad de la sabana alta. Hay poca variación entre fincas en la calidad de este recurso de tierra principal el cual determina la carga animal total de las fincas. Por consiguiente, las diferencias en producción entre fincas se originan principalmente en la

variación en el menor componente de tierra con fertilidad más alta — las sabanas bajas. Las fincas con proporciones más grandes de tierra baja más fértil producen más que fincas con poca sabana baja; esta ventaja relativa aumenta aún más si se siembran pastos en los mejores suelos (que para este propósito deben cumplir con otra restricción: las tierras bajas en las fincas no se deben inundar en la estación lluviosa).

Como lo indica la estrecha relación entre producción por unidad de área y producción por UA, los ganaderos aparentemente han tenido éxito al ajustar la carga animal al potencial de producción natural de su tierra. Este aspecto administrativo y la introducción de pastos sembrados en las áreas más fértiles son probablemente los principales componentes del sistema de explotación predominante. Otras prácticas de manejo usadas ampliamente en sistemas de producción de ganado más avanzados no se aplican o se aplican a un nivel cuyo impacto es mínimo. En consecuencia, el apareamiento periódico y el destete a una edad definida no se practican; la

subdivisión del hato se aplica solamente a bajos niveles; la suplementación mineral, aunque claramente necesaria, es inadecuada; el control de enfermedades parece ser causal y los animales no productivos no se descartan sistemáticamente.

Un manejo mejorado incrementaría la producción; la suplementación mineral adecuada podría dar una respuesta inmediata. Sin embargo, el cambio probablemente no sería tan significativo ya que la mayor limitación es la malnutrición (responsable de la baja tasa de crecimiento del ganado y, con toda certeza, de la mayor parte de la baja fertilidad de las hembras de cría).

El medio para incrementar sustancialmente la producción animal debe ser el mejoramiento de la producción de forraje en la sabana alta mediante el uso estratégico de praderas de gramíneas/leguminosas adaptadas a los suelos infértiles de la sabana, junto con un manejo mejorado.

Es necesario anotar que un factor limitante severo a cualquier mejora en el manejo y a la adopción de tecnología avanzada será la falta de habilidades administrativas en los ganaderos de la región de los Llanos Orientales en general y la de sus administradores o encargados de las fincas en particular.

### El Cerrado del Centro de Brasil

De las 15 fincas inicialmente seleccionadas, se excluyeron 3 del Proyecto, 2 en Mato Grosso y 1 en Goiás. En las fincas restantes la colección de datos continuó normalmente. A principios de 1980 habrá disponibles datos del análisis preliminar.

### Llanos Nororientales de Venezuela

Después de los inconvenientes que retrasaron el Proyecto ETES en Venezuela, se logró la selección de 13 fincas y el Proyecto está actualmente en los estados iniciales de colección de información en las fincas.

Cuadro 56. Inversiones nuevas hechas durante 1978 en 16 fincas en los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Inversiones nuevas ('000 US\$) <sup>1</sup>				
	Ganado <sup>2</sup>	Pastos sembrados	Instalaciones y edificios	Maquinaria y equipos	Total inversiones nuevas
2	10.1	5.0	0.0	0.0	15.1
4	16.5	0.0	0.0	0.0	16.5
5	7.2	0.0	0.0	0.0	7.2
6	28.7	0.0	0.0	0.0	28.7
7	- 7.1	8.4	0.0	0.0	1.3
8	15.3	7.9	0.4	1.7	25.3
9	6.9	0.0	0.0	0.0	6.9
11	-16.0	0.0	0.0	5.0	-11.0
12	27.9	4.0	0.0	0.0	31.9
13	5.5	0.0	0.0	3.3	8.8
14	-14.3	0.0	0.0	0.0	-14.3
15	30.0	3.6	0.0	3.8	37.4
17	-14.3	0.0	1.1	0.0	-13.2
18	29.7	2.8	1.1	0.0	33.6
19	-27.1	0.0	0.0	0.0	-27.1
20	3.7	0.6	0.0	0.0	4.3
Promedio					9.5

1 1978 US\$.

2 Fincas con inversiones negativas en ganado muestran una reducción en el inventario de ganado durante el año debido a ventas.

Las características de las fincas examinadas en la fase de preselección se presentan en los Cuadros 59 y 60 y los datos de las fincas seleccionadas se presentan en el Cuadro 61. Las diferencias más marcadas entre las fincas de Venezuela y las colombianas y del Brasil son la mayor proporción de pastos sembrados, la mayor carga animal, la presencia de operaciones de ceba y lechería, el uso de concentrados y la presencia de cultivos. De esta manera, ETES de Venezuela se enfrentará con una mayor variedad de sistemas de producción de ganado y con empresas más intensivas que las de los otros dos Proyectos ETES.

## Proyecto ETES - Fase II

Después de los estudios de los sistemas de producción de ganado predominantes, en la primera parte del Proyecto ETES, la segunda fase se dedicará a la introducción de tecnología mejorada en algunas de las fincas seleccionadas.

Los objetivos de la segunda fase son:

1. Evaluar el impacto de las praderas de gramíneas/leguminosas desarrolladas por el

Programa de Pastos Tropicales en la producción animal y en el ingreso neto de las fincas. Estas praderas se utilizarán estratégicamente con los hatos de cría, como un complemento de la sabana nativa, junto con mejoras en el manejo animal y en las prácticas de salud animal.

2. Estudiar en detalle el comportamiento de las praderas mejoradas de gramíneas/leguminosas bajo condiciones de finca, en términos de adaptación a determinados suelos, resistencia a insectos y enfermedades y persistencia productiva.

La segunda fase ya se inició en cuatro fincas de los llanos colombianos.

Los cambios introducidos hasta ahora incluyen la siembra (julio 1979) de los siguientes pastos mejorados: (a) 25 ha de *Brachiaria decumbens* 606 en mezcla con *Desmodium ovalifolium* 350; (b) 40 ha de *Andropogon gayanus* 621 en mezcla con *Stylosanthes capitata* 1019; (c) 55 ha de *A. gayanus* 621 (49 ha puras, 1 ha en mezcla con *S. capitata* 1300 y 5 ha en mezcla con *Zornia latifolia* 728); (d) 5 ha de *Pueraria phaseoloides* 9900.

Cuadro 57. Ingreso bruto anual en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

Finca No.	Fuente de ingreso ('000 US\$)			Ingreso bruto total ('000 US\$)	
	Ventas de ganado	Cambios en inventario	Ventas de leche	Observado en 1978	Estimado según producción <sup>1</sup>
2	7.6	9.3	0.0	16.9	11.6
4	23.6	- 7.1	0.0	16.5	14.6
5	13.8	- 3.0	0.0	10.7	7.0
6	44.0	-26.8	0.0	17.1	18.6
7	58.9	-17.4	0.0	41.6	41.5
8	0.9	4.6	3.1	8.6	9.7
9	0.0	6.3	0.0	6.3	4.2
11	51.5	-16.0	0.0	35.5	25.1
12	27.8	- 5.6	0.0	22.2	12.3
13	2.8	5.5	0.0	8.3	9.8
14	24.0	-14.3	0.0	9.6	21.8
15	0.0	30.0	0.0	30.0	33.8
17	41.3	-21.2	0.0	20.1	17.4
18	28.0	11.9	0.0	47.9	32.3
19	28.0	-27.1	0.0	0.9	15.3
20	26.3	-13.1	0.0	13.1	23.1
Promedio	23.7	- 5.2	0.2	18.3	18.6

<sup>1</sup> 1978 US\$.

<sup>2</sup> Producción medida en kg de peso vivo/año a US\$0.75/kg.

Cuadro 58. Gastos anuales normales en 16 fincas de los Llanos Orientales de Colombia (Proyecto ETES).

No.	Gastos anuales ('000 US\$) <sup>1</sup>							Total
	Mano de obra		Administración	Compra de insumos				
	Ocasional	Permanente		Suplemento mineral	Drogas	Fertilizante	Otros	
2	0.4	19.2	9.1	6.8	3.0	0.0	4.8	43
4	6.5	23.6	49.1	44.8	8.8	0.0	4.2	137
5	3.7	0.0	11.9	5.7	3.1	0.0	1.8	26
6	13.0	33.2	15.8	4.3	3.6	0.0	2.3	72
7	11.2	56.4	51.9	68.9	8.0	0.0	6.6	203
8	4.4	26.5	39.8	5.7	2.3	0.0	0.0	79
9	0.7	0.0	15.6	1.0	2.6	0.0	0.5	20
11	1.9	17.2	42.1	26.0	23.3	0.0	8.8	119
12	5.5	21.3	11.7	13.4	2.3	0.0	4.1	58
13	0.0	3.9	18.7	6.0	2.3	1.0	4.0	36
14	0.6	0.0	16.0	15.8	1.1	0.0	2.6	36
15	0.0	59.2	17.8	35.2	9.3	1.1	8.9	132
17	11.1	29.1	11.7	11.8	7.7	2.9	1.9	76
18	0.0	34.5	15.2	39.3	13.5	2.6	2.1	107
19	0.6	13.4	3.9	6.5	3.0	0.0	0.0	27
20	0.0	12.1	4.6	10.9	6.5	0.0	2.5	37
Promedio	3.7	21.9	20.9	18.9	6.2	0.5	3.5	76
Porcentaje	5	29	27	25	8	1	5	100

<sup>1</sup> 1978 US\$.

Cuadro 59. Características de las fincas estudiadas en la fase de preselección en los Llanos Nororientales de Venezuela.

Estrato (ha)	n	Area (ha)	Area de pas-tos sembrados		Ganado	Vacas		Carga (ha/animal)		
			(ha)	(%)		(No.)	(%)	Praderas de sabana (ha/animal)	Pastos sembrados (ha/animal)	Sabana (ha/animal)
<500	9	224 (33) <sup>1</sup>	78 (82)	36 (84)	271 (51)	126 (61)	48 (40)	1.1 (68)	0.3 (71)	0.8 (98)
500-1000	21	699 (26)	236 (95)	34 (91)	487 (90)	160 (84)	40 (43)	2.2 (78)	0.6 (103)	1.6 (111)
1001-2000	10	1555 (21)	690 (71)	46 (72)	904 (77)	259 (68)	38 (58)	2.7 (84)	0.9 (77)	1.8 (137)
>2000	5	7000 (63)	352 (90)	9 (126)	1790 (83)	603 (54)	43 (35)	5.7 (71)	0.3 (84)	5.4 (73)

<sup>1</sup> Los valores entre paréntesis son los coeficientes de variación.

## Sistemas de Manejo de Hatos de Cría

En este experimento realizado en Carimagua, se estudian los efectos del uso estratégico de pastos mejorados y de la duración del período de monta en la productividad de los hatos de cría.

Los objetivos del diseño experimental se describieron en detalle en los informes anteriores (Informe Anual del CIAT, 1977 y 1978).

El experimento incluye seis hatos de 54 vacas cada uno. Los hatos 1, 3 y 5 pastorean sólo en sabana nativa. Los hatos 2, 4 y 6 tienen acceso a pastos mejorados durante 3.5 meses a finales de la estación seca y/o a principio de la estación lluviosa. Los hatos 1 y 2 aparean durante todo el año; el período de apareamiento para los hatos 3 y 4 va de junio a septiembre (120 días) mientras que los hatos 5 y 6 tienen 90 días de apareamiento entre mayo y julio.

En la Figura 61 se presenta la tasa de partos en 1979 calculada para todas las vacas en cada hato. Sin embargo,

Cuadro 60. Otras características de las fincas estudiadas en la fase de preselección en los Llanos Nororientales de Venezuela (Proyecto ETES).

Estrato (ha)	Uso de suplementos minerales (%)	Uso de concentrados (%)	Lechería <sup>1</sup> (%)	Ceba <sup>1</sup> (%)	Cultivos agrícolas (ha)
< 500	50	63	56	22	22
500-1000	70	50	52	52 <sup>2</sup>	33
1001-2000	90	40	40	40	60
> 2000	40	20	0	80	20

1 Más operaciones de cría.

2 Dos fincas se dedican exclusivamente a la ceba.

Cuadro 61. Características de las fincas seleccionadas en los Llanos Nororientales de Venezuela (Proyecto ETES).

Finca No.	Tipo de operación	Area (ha)			Ganado		Carga (ha/animal)	
		Sabana	Pastos sembrados	Cultivos	Total	Vacas	Sabana	Pastos sembrados
1	C/L/E	165	650	0	855	390	0.2	0.8
2	C/L/D	200	470	0	500	240	0.4	0.9
3	C/L/E	100	600	0	300	60	0.2	2.0
4	C/L/D	180	70	0	350	150	0.5	0.2
5	C/L/E	400	250	0	1125	500	0.4	0.2
6	C/L/E	1600	300	100	1500	600	1.1	0.2
7	C/L/D	1775	125	0	300	200	5.9	0.4
8	C/L/D	600	600	0	1100	400	0.5	0.5
9	L	440	10	60	130	-	3.4	0.1
10	C/L	1180	20	0	300	150	3.9	0.1
11	C/L	890	80	30	500	300	1.8	0.1
12	C/L/D	400	50	50	350	200	1.1	0.1
13	C/L	550	50	0	250	120	2.2	0.2

1 C = cría; L = levante; E = engorde; D = lechería.

como algunas hembras estaban preñadas durante el período de apareamiento de 1978 o habían parido poco antes de la introducción de toros a los hatos las vacas vacías se clasificaron como "aptas" si habían parido al menos 90 días antes de finalizar el período de apareamiento (arbitrariamente a finales de julio para los hatos 1 y 2). La tasa de partos y la distribución de nacimientos en 1979 para las vacas aptas se presentan en la Figura 62.

Comparando los hatos 1 con 2 y 5 con 6, se puede observar que la tasa de nacimientos de vacas aptas sin acceso a pastos mejorados en 1978 fue más alta que la tasa de su contraparte que pastoreó solamente en sabana. Sin embargo, este efecto no se observó en el hato 4 el cual tuvo prácticamente la misma tasa de nacimientos que el hato 3.

La reducción del período de apareamiento de cuatro a tres meses no redujo la tasa de nacimientos de vacas con acceso a pastos mejorados (hato 6 versus hato 4, Figura 62). En contraste, la reducción del período de apareamiento para las vacas en sabana disminuyó la tasa de nacimientos (hato 5 versus hato 3). Por otra parte, la monta continua sólo se debe comparar con la monta estacional en un estado más avanzado del experimento.

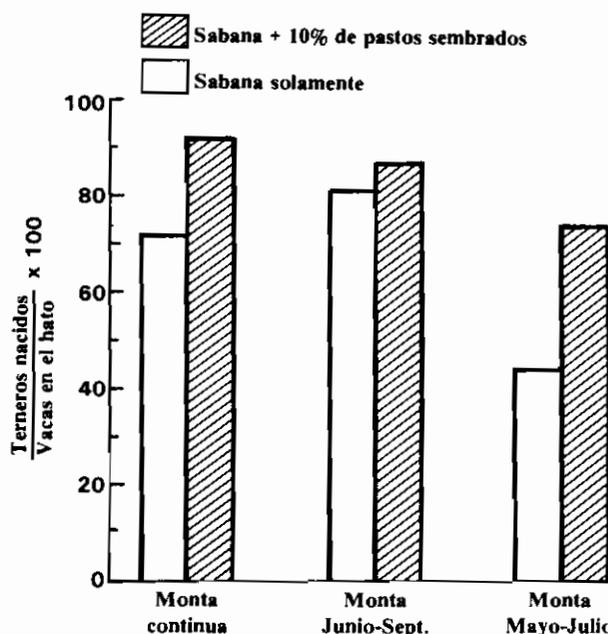


Figura 61. Efecto del uso estratégico de pastos sembrados en la tasa de nacimientos durante 1979, en el experimento de Sistemas de Manejo de Hatos de Cría, Carimagua (nacimientos hasta septiembre 30).

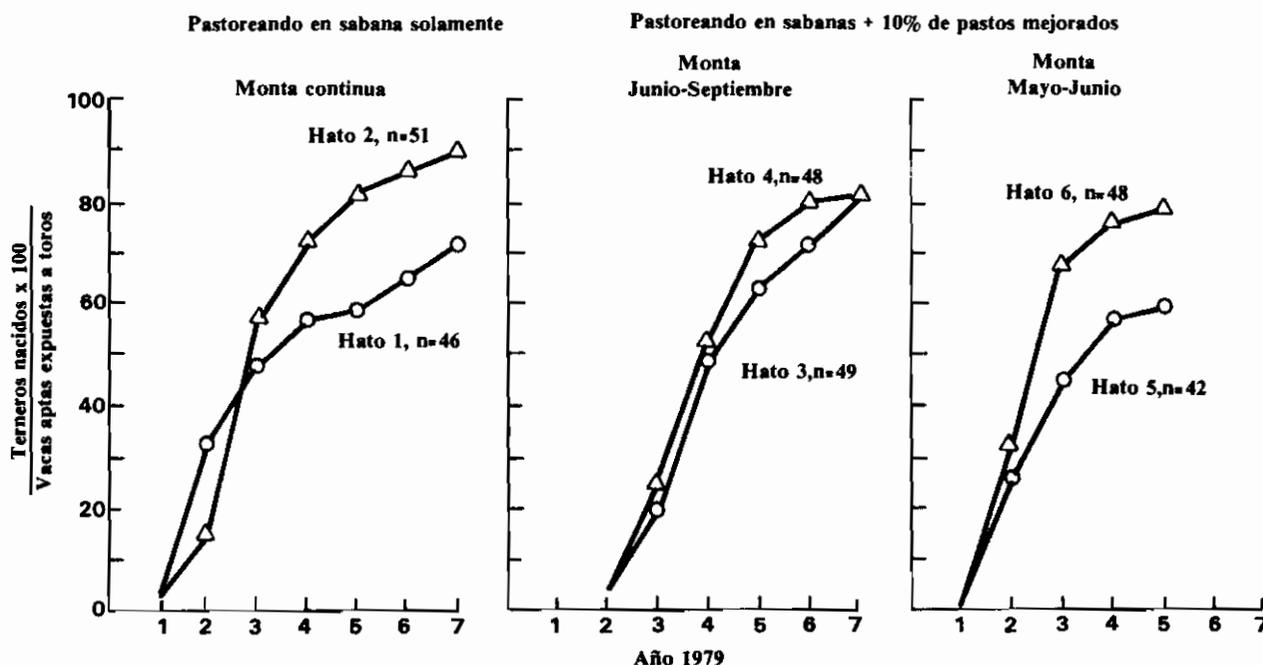


Figura 62. Porcentaje acumulativo de nacimientos en vacas clasificadas como "aptas" durante los períodos de monta de 1978.

Respecto a la posibilidad de mantener un período estacional de monta, la atención debe centrarse en la tasa de reconcepción de vacas en lactancia temprana. La tasa de reconcepción entre 90 y 180 días después de parir fue del 80% entre 30 vacas de hatos con acceso a pastos mejorados. La tasa de reconcepción de 30 vacas pertenecientes a los hatos con acceso a sabana fue solamente del 40%.

La tasa de reconcepción de vacas en pastos mejorados es el nivel requerido para un sistema de monta estacional con alta fertilidad. La tasa de reconcepción obtenida en sabana solamente es baja para este propósito, pero mucho más alta que la usual en los Llanos en donde las vacas, por lo general, casi nunca conciben mientras están lactando. Esto indica que la aplicación de las prácticas de manejo de los hatos 1, 3 y 5 en hatos comerciales en los Llanos podría aumentar la fertilidad notablemente.

La mortalidad de terneros antes del destete fue del 8.4% en los hatos que solamente pastorearon en sabana y de 7.3% en aquellos con acceso a pastos mejorados. Esta

diferencia entre tratamientos de pastoreo no fue estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ). La causa de la muerte no pudo ser determinada en 53% de los casos; 32% de las pérdidas se debieron a la inanición, 10% a fracturas y 5% a poliartritis.

Los terneros nacidos en 1978 se destetaron a los nueve meses de edad. El peso al destete (Cuadro 62) aumentó debido al acceso de las madres a pastos mejorados (168.1 versus 158.8 kg). El período en el cual nacieron los terneros no tuvo efecto en su peso al destete y los terneros machos fueron 11.3 kg más pesados al destete que las hembras.

El peso corporal de las vacas en los pesajes bimensuales se muestra en la Figura 63. Durante 1978, las vacas con acceso a pastos mejorados fueron siempre más pesadas que las vacas en la sabana. Sin embargo, desde comienzos de 1979 en adelante, las vacas en pastos mejorados perdieron peso progresivamente, particularmente en lactación temprana. Esto se puede atribuir a que *S. guianensis* fue

Cuadro 62. Efecto de tres variables en el peso al destete de terneros nacidos en 1978 (Proyecto ETES).

Variable	Peso al destete <sup>1</sup> (kg)	
<u>Uso estratégico de pastos mejorados (<math>P &lt; 0.05</math>)</u>		
Vacas solamente en sabana	158.8 ± 3.0 (84)	
Vacas con acceso a pastos mejorados	168.1 ± 3.1 (77)	
<u>Sexo</u>		
Terneros	169.3 ± 3.1	
Ternereras	158.0 ± 2.9	
<u>Efecto estacional (<math>P &gt; 0.05</math>)</u>		
<u>Nacimiento</u>	<u>Destete</u>	
Enero-marzo	Octubre-diciembre	161.6 ± 3.2 (70)
Abril-junio	Enero-marzo	164.9 ± 3.6 (56)
Julio-septiembre	Abril-junio	163.9 ± 4.6 (35)

<sup>1</sup> Destetados a los nueve meses de edad; peso promedio ± error estándar; los valores entre paréntesis corresponden al número de observaciones.

severamente atacado por antracnosis durante el último trimestre de 1978 y los potreros de *B. decumbens* se sobrecargaron (ya que el área disponible se redujo en un 25% con el objeto de sembrar leguminosas adicionales) y fueron severamente afectados por ataques de mión (*Aneolamia varia*, *Zulia pubescens*).

La utilización de pastos mejorados se muestra en la Figura 64. Además de la utilización programada, los hatos 2 y 4 pastorearon durante julio y agosto un potrero de *Melinis minutiflora* fuera del área experimental (1.4 US/ha). Esto se debió a un intento de superar la emergencia causada por la reducción en la disponibilidad de *B. decumbens*.

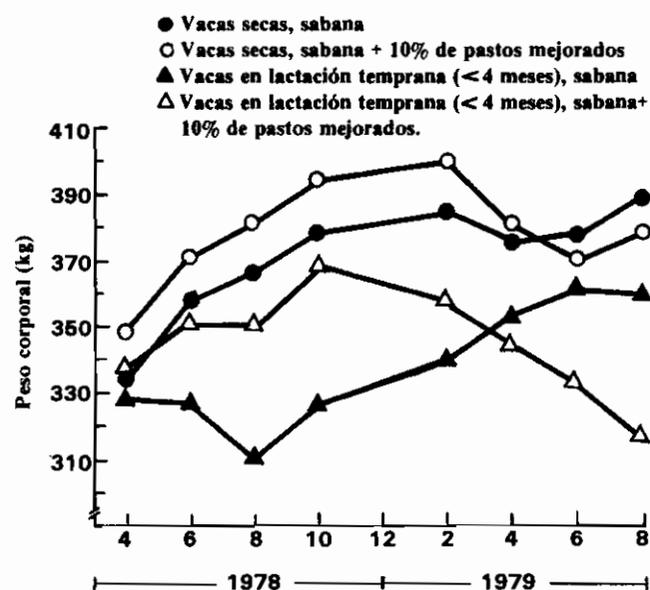


Figura 63. Efecto del estado de lactación en el peso corporal de las vacas en sabana sola o en sabana + 10% de pastos mejorados.

En esta etapa sólo se puede suministrar información preliminar sobre la tasa de preñez para 1979. El diagnóstico de preñez se llevó a cabo en octubre cuando las concepciones que ocurrieron en agosto y septiembre aún no eran detectables.

Los hatos 5 y 6 tuvieron una tasa de preñez del 75%. La tasa promedio de preñez para los hatos en la sabana fue de sólo un 58%. Para los hatos con acceso a pastos mejorados la tasa promedio de preñez fue del 51%.

Comparada con el año anterior, disminuyó la fertilidad de las vacas en sabana con pastos mejorados, probablemente como consecuencia del nivel nutricional más bajo alcanzado después de la pérdida de la leguminosa en la pradera y del pastoreo en el *B. decumbens* atacado por mión.

La tasa de preñez de las vacas en la sabana es sólo ligeramente más baja que la tasa de nacimiento anterior. Es posible que desaparezca esta diferencia cuando se tengan en cuenta las concepciones tardías (que no se detectaron por palpaciones rectales en octubre).

La reducción de la tasa de preñez de las vacas en la sabana más los pastos mejorados, comparada con la tasa obtenida el año anterior puede atribuirse principalmente a la desaparición de la leguminosa de las praderas. Esto acentúa la importancia de las leguminosas para obtener una alta tasa de preñez.

## Hatos Experimentales

El tamaño, el manejo y los objetivos de producción de estos hatos ICA-CIAT se describieron en el Informe Anual del CIAT, 1978.

Cuadro 63. Distribución de terneros y tasa de nacimientos en los hatos de prueba ICA/CIAT para el período octubre 1978-septiembre 1979 en Carimagua.

Hatos	Vacas	Octubre-diciembre	Enero-marzo	Abril-junio	Julio-septiembre	Tasa de nacimientos
1, 2 y 3	152	12	47	20	3	53.9
4 y 5	97	4	40	21	5	72.2

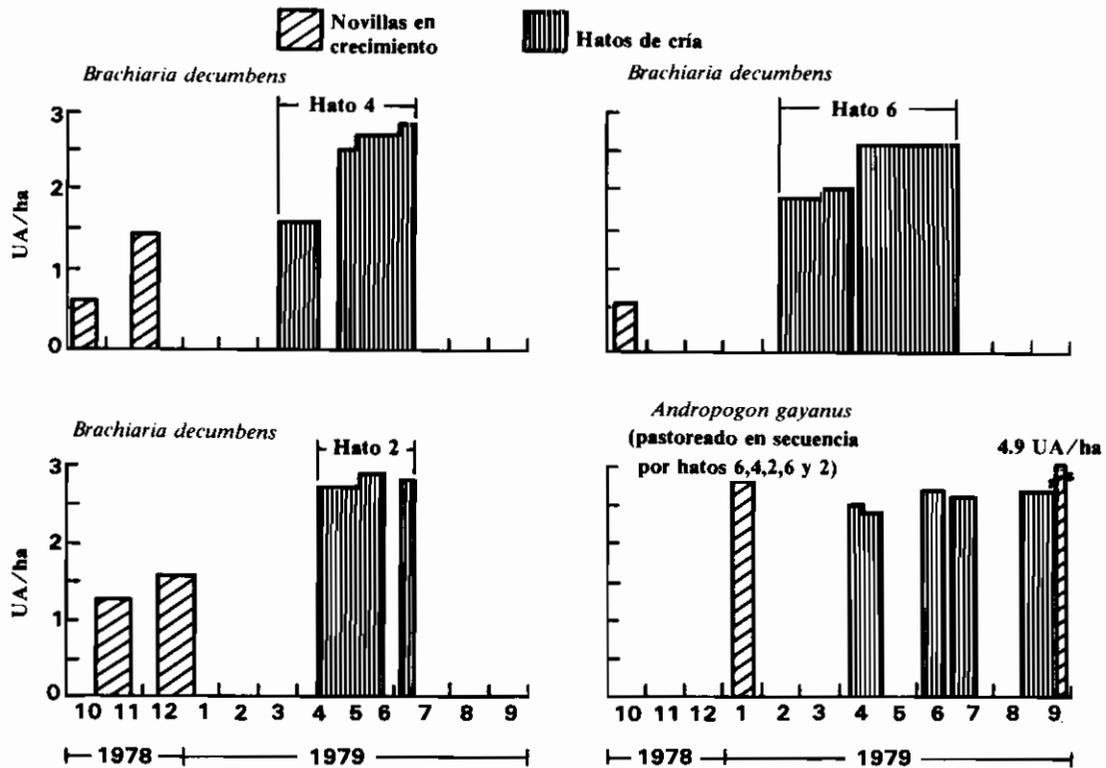


Figura 64. Utilización de pastos mejorados en los experimentos de Sistemas de Manejo de Hatos de Cría en Carimagua.

La tasa de nacimientos y la distribución de terneros durante el año se presentan en el Cuadro 63. La tasa de nacimientos en los hatos 1, 2 y 3 fue ligeramente más baja que en el año anterior (53.9 versus 58.2%). Esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) y probablemente refleja fluctuaciones casuales alrededor de la tasa media anual de nacimientos de aproximadamente 55%.

En los hatos 4 y 5 la tasa de nacimientos entre octubre de 1978 y septiembre de 1979 fue del 77.2%, 38.3 puntos más alto que el año anterior. La tasa de nacimientos del año pasado se obtuvo a partir de un período de monta de sólo dos meses. Esto dejó muchas vacas sin preñar que

concibieron fácilmente en el siguiente período de monta y, por consiguiente, aumentó la tasa de nacimientos de este año.

La mortalidad de terneros este año (5.9%) fue similar a la del año pasado (5.4%). De 9 terneros perdidos, 2 murieron por picadura de serpiente, uno a causa de poliartritis y otro por fracturas. Las causas de muerte de los cinco restantes no se pudieron establecer.

Los hatos de prueba suministraron 228 novillos, 50 novillas, 9 vacas y 9 toros para otros proyectos de investigación en Carimagua. Todos estos animales se transfirieron a otras secciones para otros trabajos de investigación.



# SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO (CERRADO)

## Manejo Animal

Trabajos anteriores en el CPAC, Brasil, han mostrado que un período de monta de tres meses es tan bueno como la práctica tradicional de monta continua en términos del comportamiento reproductivo. Puesto que la monta estacional facilita el manejo animal y de las praderas, la monta continua se ha eliminado de los experimentos diseñados para probar nuevas prácticas de manejo basadas en el uso estratégico de praderas nativas y mejoradas en el CPAC.

En noviembre, 1978, se reunieron tres hatos reproductores con las hembras existentes en el CPAC (Cuadro 64). Las hembras se asignaron a los hatos de acuerdo al peso, edad y estado reproductivo, de tal forma que al comienzo del período de monta cada hato incluía 15 vacas lactantes, 21 vacas secas y 14 novillas. Las vacas adultas promediaron más de 300 kg al comienzo del experimento mientras que las novillas de dos y tres años pesaron 243 y 289 kg, respectivamente. La carga animal que se utilizará durante el experimento será de 5 vacas/ha en praderas nativas y de 2 vacas/ha en praderas mejoradas. Durante el período de monta se empleará una pradera previamente establecida de *Brachiaria ruziziensis* y una mezcla de leguminosas (*Glycine wightii*, *Stylosanthes guianensis* cv. Endeavour y *Macroptilium* sp.). Los resultados que se presentan se basan en el primer año de observaciones.

El promedio de ganancia diaria (Cuadro 65) durante la primera época de apareamiento (al comienzo de la estación lluviosa) demuestra que las vacas lactantes ganaron menos peso que las vacas secas o novillas, lo cual indica que la falta de calidad del forraje en la pradera nativa no provee suficientes nutrimentos como para que la vaca lactante recobre suficiente condición para reconcebir durante el período de monta (Hato C). Los pesos que se muestran para el segundo período de apareamiento (al final de la estación lluviosa) comprenden sólo aquellas vacas en Hatos B y C que no reconcieron durante el primer período de apareamiento. Los cambios de peso desde el inicio del período de apareamiento hasta el inicio de la época de partos se muestran en la Figura 65.

Las tasas de concepción en el Cuadro 66 están estrechamente relacionadas con los cambios de peso observados en el Cuadro 65 en donde las mayores diferencias entre tratamientos ocurren entre vacas lactantes. El período de monta de 90 días para las vacas lactantes dio mejores resultados que el período de 45 días debido a que estuvieron más tiempo expuestas al toro y al efecto del destete, el cual ocurrió aproximadamente 50 días después del inicio del período de apareamiento, permitiendo dos ciclos estro adicionales pasado el destete en el Hato A. Esto se confirma nuevamente por la tasa de concepción de las vacas secas, 95% de las cuales aparentemente

Cuadro 64. Tratamientos usados en el CPAC, Brasil, para estudiar los efectos de praderas mejoradas, época de monta y edad del destete en la reproducción de vacas Cebú.

Hato	No. de vacas	Pradera		Período de monta (días)	Edad del destete (días)
		Tipo	Período de pastoreo (meses)		
A	50	nativa	9	90 (nov/ene)	90
		mejorada	3		150
B	50	nativa	9	45 (nov/dic)	90
		mejorada	3		150
C	50	nativa	12	45 (nov/dic)	90
				45 (abr/may)	150

engendraron durante los primeros 45 días. Al comienzo del segundo período de apareamiento todas las vacas previamente en lactancia se habían destetado desde hacía al menos un mes. El efecto de pastos mejorados es apreciable entre los Hatos B y C durante el segundo período de apareamiento.

Cuando se observan las tasas de concepción de acuerdo al estado fisiológico de las vacas (Cuadro 67) es aparente que las vacas secas y las novillas no fueron las reproductoras problema. También se puede observar un número inesperadamente alto de novillas de dos años que engendró a niveles de peso por debajo del considerado normalmente

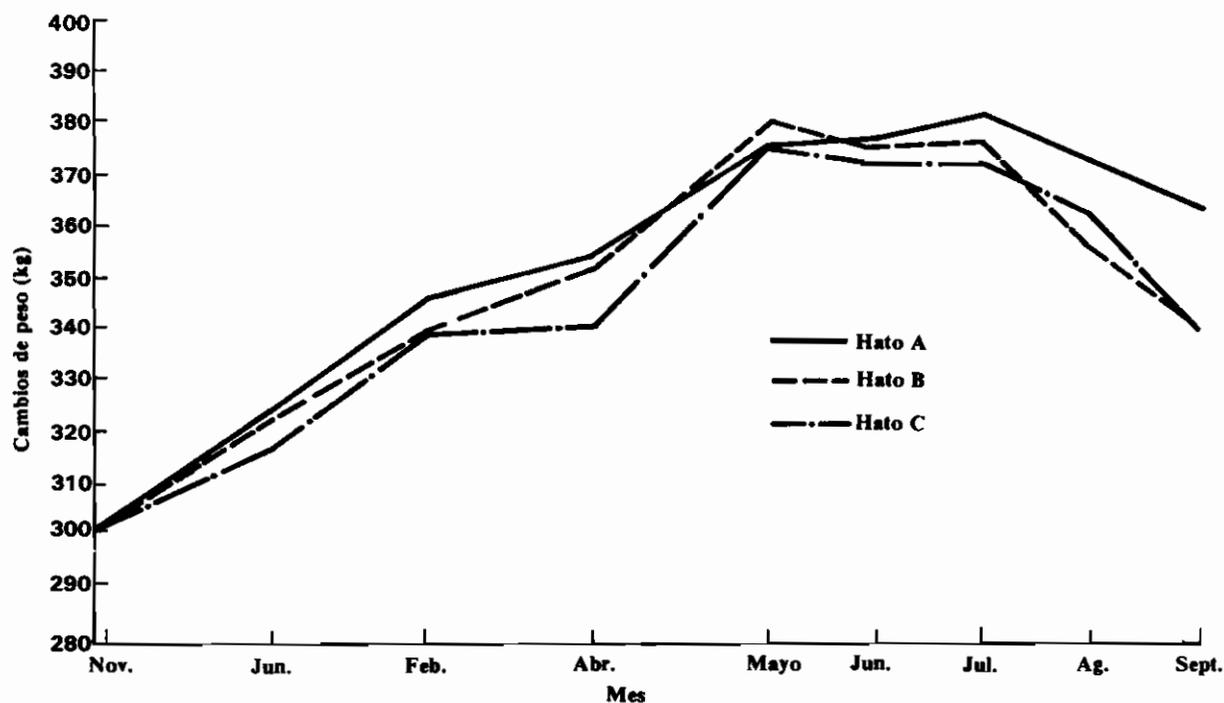


Figura 65. Cambios de peso de vacas Cebú durante los períodos de apareamiento y lactación en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Cuadro 65. Pesos de hembras Cebú por tratamientos y estado fisiológico en el período de monta en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Hato	Pesos promedios (kg)					
	Primer período de monta			Segundo período de monta		
	Vacas en lactancia	Vacas secas	Novillas	Vacas destetadas	Vacas secas	Novillas
A	303 (.325) <sup>1</sup>	329 (.529)	269 (.617)	-	-	-
B	310 (.289)	325 (.578)	266 (.622)	348	380	324
C	311 (.133)	328 (.544)	267 (.422)	335	373	315

<sup>1</sup> Los promedios entre paréntesis son los promedios diarios de ganancia de peso durante el período de monta.

adecuado para novillas. Esto podría indicar que las novillas de dos años con un desarrollo menor de lo deseado son fértiles; sin embargo, si se aparean antes de que alcancen un peso determinado de aproximadamente 300 kg, su posterior desempeño reproductivo puede suponerse que será retardado debido a la pérdida de peso durante la primera lactación y al prolongado período requerido para recuperar la condición física. Se están realizando experimentos para desarrollar un programa de manejo basado en varias combinaciones de praderas nativas y mejoradas las cuales producirán novillas de 300 kg a los 24-27 meses de edad. Los experimentos mencionados se continuarán por tres años más.

Durante el mismo período se inició un experimento más detallado para proveer información básica (Cuadro 68)

sobre la respuesta reproductiva del ganado comercial Gir a (1) niveles de energía pospartum y (2) diferentes edades de destete. Las vacas se confinaron y alimentaron en corrales con una mezcla de heno de gramínea, maíz molido y torta de algodón para proveer niveles de energía altos (1.3 veces los requerimientos NRC) y bajos (0.7 NRC) mientras se mantenía el nivel de proteína constante (10%) para ambos hatos. Las vacas se asignaron a los dos niveles de energía al momento del parto de acuerdo al peso pospartum; la edad del destete se asignó al azar dentro de los hatos. A medida que se detectaron vacas preñadas éstas se removieron del experimento y se regresaron a la pradera nativa.

El hato de bajo nivel de energía perdió más peso (21%) durante los primeros 150 días después del parto que las vacas en alto nivel de energía (Figura 66). Sin embargo,

Cuadro 66. Tasa de concepción de vacas Cebú por tratamientos y estado fisiológico en el período de apareamiento en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Hato	Primer período de apareamiento <sup>1</sup>				Segundo período de apareamiento <sup>2</sup>			
	Vacas en lactancia	Vacas secas	Novillas	Subtotal	Vacas destetadas	Vacas secas	Novillas	Total
A	67	95	80	82	-	-	-	82.0
B	20	90	64	62	91	50	60	92.0
C	13	100	57	62	62	0	50	84.0

1 Comienzo de la estación lluviosa.

2 Final de la estación lluviosa.

Cuadro 67. Respuesta reproductiva de vacas Cebú en varios estados fisiológicos durante la época de apareamiento en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Estado reproductivo	No. animales expuestos al toro	Peso al iniciarse la época de apareamiento (kg)	Tasa de concepción
En lactancia durante primera mitad de época de monta	45	308	75.6
Secas al comienzo de la época de monta	62	327	96.8
Novillas de 27 meses	28	243	71.4
Novillas de 37 meses	15	289	100.0

ambos hatos empezaron a ganar peso 150 días después del parto, lo cual corresponde a destetar a los cinco meses y tiempo en el cual solamente se dejaron en cada hato cinco vacas en lactación.

La edad del destete tiene un mayor efecto en los cambios de peso pospartum de las vacas que el nivel de energía (Figura 67). Cuando se removió el estrés de lactación a los 30 días después del parto, la pérdida diaria de peso disminuyó pero las vacas no alcanzaron a ganar condición hasta los 60 días posteriores al destete. Separando las crías de sus madres a los 30 días de edad y permitiéndoles lactar dos veces diarias (30 minutos cada vez) se logró reducir la tasa de pérdida de peso en dichas vacas y las colocó en un estado de ganancia mejor que aquellas destetadas después del mes. El destete a los 90 días después del parto detuvo la pérdida de peso de las vacas en ese momento; sin embargo, éstas no empezaron a ganar peso sino hasta los 60 días después del destete. No hubo grandes diferencias en cambios de peso entre vacas destetadas a los 5 ó 6 meses pospartum, lo cual indica que el mayor efecto del estrés de lactación había terminado a los cinco meses después del parto.

Cuadro 68. Tratamientos para estudiar el efecto del nivel de energía y edad del destete en la reproducción de vacas Cebú, CPAC, Brasil.

Tratamiento No.	No. de vacas	Edad del ternero al destete (meses)	Nivel de energía <sup>1</sup>
1	5	1	Alto
2	5	1	Bajo
3	5	3	Alto
4	5	3	Bajo
5	5	5	Alto
6	5	5	Bajo
7	5	6	Alto
8	5	6	Bajo
9	5	En lactancia controlada <sup>2</sup>	Alto
10	5	En lactancia controlada	Bajo

- 1 Energía alta = 1.3 la recomendación NRC; Energía baja = 0.7 la recomendación NRC.  
 2 Dos períodos de lactancia/día, empezando a los 30 días después del parto.

El período de servicio (días desde el parto hasta la reconcepción) se estimó de datos de palpación los cuales aparecen en el Cuadro 69. Estos datos muestran una respuesta positiva a los altos niveles de energía, reduciendo el período de servicio a 41 días. Las tendencias indican que la mejor nutrición se torna más importante a medida que se prolonga el tiempo de destete. Parece existir poco efecto

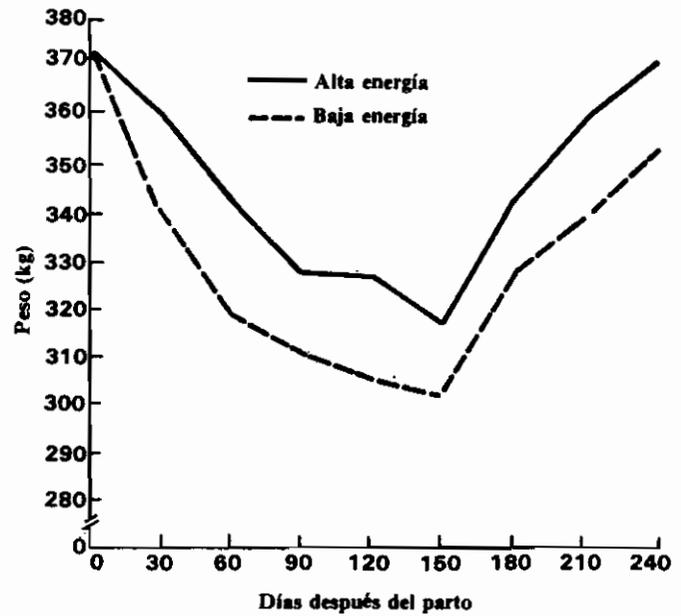


Figura 66. Efecto de dos niveles de energía en los pesos pospartum de vacas alimentadas en confinamiento.

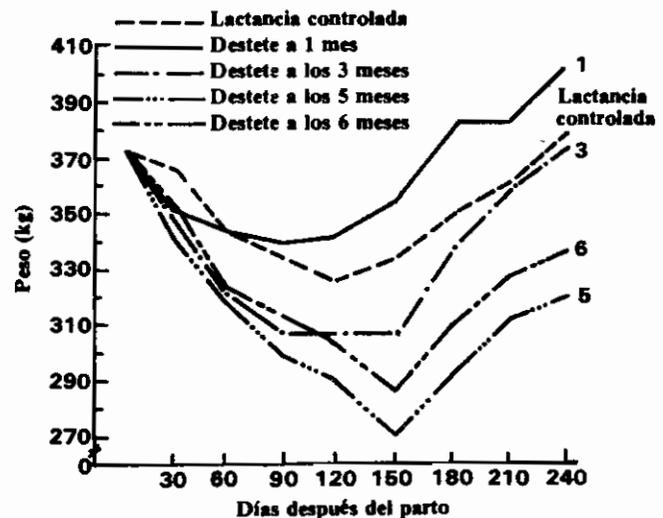


Figura 67. Efecto de la edad del destete en los pesos pospartum de vacas alimentadas en confinamiento.

del nivel de energía en el período de servicio entre el destete a los 90 días o el control de lactancia. Sin embargo, en el grupo de baja energía, las vacas en lactancia controlada cargaron a los 16 días después del destete.

La diferencia en el período de servicio entre el destete al mes y a los seis meses fué reducción de 156 días. Las vacas destetadas al mes reconcieron el promedio a los 52 días después del parto, lo cual indica una excelente fertilidad cuando se suprimen tempranamente los estreses fisiológicos y nutricionales causados por el ternero sobre la vaca. El anterior período de servicio daría una producción anual de terneros mayor del 100%. Aunque el destete al mes no se considera práctico, el tratamiento se incluyó para investigar si el ganado Gir es fisiológicamente capaz de reconcebir tan rápido como otras razas de ganado de zonas templadas.

El destete a los 90 días después del parto o el control de la lactancia durante la época de apareamiento son prácticas de manejo que podrían ser empleadas en haciendas bajo condiciones mejoradas. Los datos indican que se podría obtener una producción anual de terneros mayor del 90% empleando uno u otro de los dos métodos, reconociendo que en el sistema de manejo se debe incluir un programa mejorado de cría.

Los terneros de este experimento se mantuvieron sin suplementación en un potrero de *Brachiaria decumbens* de calidad promedio. Al momento del destete, los terneros destetados a los seis meses tuvieron 30 kg más de peso que los terneros que habían sido destetados tres meses más jóvenes; no obstante, al año de edad las diferencias entre los dos grupos se habían reducido en un 34%.

Al año, los terneros de destete controlado fueron solamente 9 kg más livianos que los destetados a los seis meses. Es mínimo el efecto negativo de la lactancia controlada durante la época de apareamiento en el crecimiento del ternero. Aunque se requiere algo de trabajo extra e infraestructura, la lactancia controlada ofrece la posibilidad de incrementar la tasa de reconcepción sin retardar el crecimiento del ternero lactante en áreas donde la subnutrición es un problema. Se iniciaron experimentos con praderas de leguminosas en busca de una pradera de alta calidad, apropiada para la cría del ternero, lo cual podría inducir al destete temprano como una alternativa viable hacia el incremento de la reproducción.

Cuadro 69. Efecto del nivel de energía y edad del destete en el período de servicio después del parto, de vacas Cebú en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Edad del destete (meses)	Período de servicio <sup>1</sup> (días)		
	Nivel de energía		
	Alto	Bajo	Promedio
1	46	58	52
3	81	106	94
Lactancia controlada	85	111	98
5	124	210	167
6	180	236	208
Promedio	103	144	

<sup>1</sup> Días después del parto hasta la reconcepción.

## Utilización de Pastos

Se usaron dos cargas animales para evaluar la productividad de una pradera establecida de *Brachiaria ruziziensis*/leguminosa durante la estación seca. La pradera había estado en descanso por seis semanas antes de que los animales entraran al comienzo de la estación seca. Las muestras de pasto tomadas al comienzo de la estación seca mostraron alta disponibilidad de materia seca la cual fue de aproximadamente un 80% para la gramínea y de un 20% para la leguminosa (*Stylosanthes guianensis*, *Macropitium* sp. y *Glycine wightii*) (Cuadro 70). La reducción de materia seca de la pradera fue mayor en la carga animal más alta (17.6 versus 12.5 kg/ha/día), sin asumir un factor de corrección por el rebrote; sin embargo, la reducción de materia seca por UA fue lo contrario (14.1 versus 19.2 kg/animal/día), lo cual indica que los animales en la carga más baja tuvieron un mayor consumo.

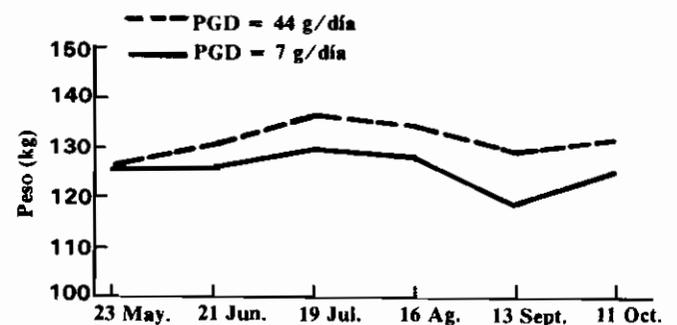


Figura 68. Efecto de la carga animal en el cambio de peso vivo en terneros pastoreando una mezcla de *Brachiaria ruziziensis*/leguminosa durante la estación seca en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Aunque la ganancia de peso vivo por animal fue pequeña, ambos grupos no perdieron peso durante la estación seca. Los cambios de peso cada 28 días se muestran en la Figura 68. Las pérdidas de peso durante julio y agosto están asociadas más estrechamente con la desaparición de la leguminosa de la pradera que con la

reducción en la materia seca total disponible. Al final de la estación seca la leguminosa casi había desaparecido de la pradera. El cambio positivo de peso ocurrido a finales de septiembre se debió a una lluvia fuera de estación al final de agosto. El experimento continuará durante la estación lluviosa.

Cuadro 70. Comportamiento animal y de la pradera durante la estación seca de 1979 bajo dos cargas animales en una pradera de Brachiaria ruziziensis/leguminosa en el Cerrado, CPAC, Brasil.

Carga animal (UA/ha)	Materia seca disponible (ton/ha)				Ganancias de peso vivo (g/cabeza/día)
	Comienzo de la estación seca		Final de la estación seca		
	Gramínea	Leguminosa	Gramínea	Leguminosa	
1.25	3.76	0.94	2.24	0.0	7.0 (28.0) <sup>2</sup>
0.65	3.83	0.56	2.63	0.01	44.0 (88.0)

1 Glycine wightii, Stylosanthes guianensis cv Endeavour y Macroptilium sp.

2 Los promedios entre paréntesis son las ganancias de peso vivo en g/ha/día.

# SALUD ANIMAL

El objetivo de la sección de Salud Animal es desarrollar esquemas de medicina preventiva ajustados a los sistemas de manejo de pastos/animales desarrollados por el Programa de Pastos Tropicales. El trabajo continuó a tres niveles: a nivel macro se está haciendo un inventario de enfermedades y síndromes que conducen a mortalidad o mermas en productividad y se integrará al estudio del área de actuación con el fin de conocer la distribución de dichas enfermedades por ecosistemas. Los estudios a nivel macro están suministrando un catálogo de todas las enfermedades existentes que influyen en la productividad en las áreas de actuación y su importancia relativa. A nivel intermedio continuó la vigilancia en fincas del Proyecto ETES y el estudio de los hatos en Carimagua. El nivel intermedio suministra información de animales individuales en fincas específicas lo cual permite cuantificar las principales causas de las enfermedades. Al nivel micro continuaron estudios sobre perfiles de parásitos gastrointestinales y hemoparásitos en Carimagua, y del desarrollo de fotosensibilización en novillos pastoreando *Brachiaria decumbens*. Estudios a nivel macro suministran información sobre la incidencia de enfermedades para el desarrollo de un esquema de medicina preventiva.

## Estudios a Nivel Macro

### Inventario de enfermedades

Se están obteniendo y analizando datos principalmente de Brasil, Colombia, Venezuela y Paraguay. Existen tres niveles principales para la información obtenida: el primero, datos obtenidos de propietarios de ganado y profesionales en práctica privada, bien sea por medio de encuestas o por visitas directas; el segundo nivel corresponde a datos oficiales suministrados por laboratorios, mataderos y oficinas de salud animal regionales; el tercer nivel de información corresponde a datos obtenidos por medio de investigaciones específicas en las cuales las muestras de animales individuales son examinadas por un laboratorio. La información del primer nivel es subjetiva y las cifras obtenidas necesitan confirmación de los otros niveles de información. Esto es particularmente útil para la descripción de síndromes causantes de muerte o que disminuyen la productividad, los cuales no aparecen en los informes oficiales sobre morbilidad y mortalidad. El Cuadro 71 ilustra dos fuentes de información a este nivel.

Cuadro 71. Importancia de enfermedades del ganado bovino según informes de ganaderos de dos fuentes.

Llanos Orientales de Colombia <sup>1</sup>		Cerrado de Brasil <sup>2</sup>	
Condición	No. de fincas	Condición	Fincas (%)
Vulvovaginitis	28	Neumoenteritis	21.4
Retención de placenta	25	Hemoparásitos	18.8
Abortos	23	Fiebre aftosa	18.4
Metritis	19	Carbunco sintomático	14.9
Secadera	19	Endoparásitos	6.2
Hidrosamni	13	Colibacilosis	4.3
Carbunco sintomático	11	Brucelosis	2.8
Brucelosis	9	Salmonelosis	2.4
Anaplasmosis	8	Ectoparásitos	1.6
Septicemia	8	Pasteurellosis	1.5
Fracturas óseas	6	Rabia	1.2
Antrax	6	Botulismo	1.0
Diarrea de terneros	4	Antrax	0.9
Babesiosis	4	Tuberculosis	0.2
Fiebre aftosa	3		

1 Fuente: "Survey of cattle health problems in the eastern plains of Colombia" Corrier, D.E. et al. Br. Vet. J. 1978.

2 Fuente: A survey of cattlemen. States of Mato Grosso, Goias and Minas Gerais. En: "Diagnóstico Saude Animal. Ministerio de Agricultura, Brasil, 1977".

Una condición tal como la neumo-enteritis de una fuente es probable que en otra sea equivalente a diarrea en terneros; helmintos aparecen juntos en una fuente pero se presentan como *Anaplasma* y *Babesia* en la otra. El trabajo en marcha tiene el objetivo de seleccionar condiciones que aparecen sólo a este nivel, clasificándolas según su importancia. La información de este nivel sobre enfermedades infecciosas específicas no se considera confiable al menos que se presenten datos de exámenes de laboratorio. La segunda fuente, que corresponde a cifras oficiales, está orientada hacia el reconocimiento de enfermedades específicas infecciosas que causan morbilidad y mortalidad. La información de este nivel está ordenada por sectores geográficos en el área de actuación.

La tercera fuente corresponde a condiciones que pueden ser identificadas por medio de observación directa del ganado o por pruebas de diagnóstico serológico. Este nivel de información es más confiable para entidades que se pueden identificar por medio de procedimientos serológicos. Se están haciendo pruebas serológicas de muestras de ganado de Brasil (Mato Grosso) y Venezuela (Llanos Occidentales), enviadas por colaboradores. Cuando se complete el trabajo en todos los niveles, estará disponible una lista de síndromes y enfermedades y su importancia relativa, en el área de actuación del Programa.

## Estudios a Nivel Intermedio

### Proyecto ETES

En la sección de Sistemas de Producción de Ganado (ver página 107) se presenta una descripción completa del Proyecto ETES. La información sobre salud animal se obtuvo de una encuesta hecha a ganaderos en dos visitas. Los niveles de parásitos (internos y externos) se midieron en cuatro muestras, los análisis reproductivos en exámenes rectales y observaciones sobre desnutrición. Las haciendas se visitaron cada seis meses. Los hacendados consideran que la causa principal de la mortalidad de terneros es la "diarrea negra del ganado". Según registros, esta enfermedad es la causa de un 3.2% de la mortalidad de animales hasta los 12 meses de edad. En el caso de adultos, los ganaderos consideran que las principales causas de mortalidad son por ahogo (2.8% de mortalidad, principalmente durante febrero al final de la estación seca), fracturas (1.8%) y desnutrición (1.3%), todos factores de manejo. Nueve ganaderos reportaron 28 casos de muerte por mordedura de serpientes.

Se hicieron cuatro exámenes fecales para detectar parásitos internos en 10% de adultos y 5% de los terneros que pasaron por las mangas de los corrales. El nivel de infestación de adultos no fue significativo. En terneros, pocas fincas tuvieron parásitos en los hatos. Se consideró un problema de hato cuando más del 20% de los terneros examinados tuvieron más de 300 huevos de Trichostrongylidae/g de heces. Hubo una finca con este nivel de infestación en la primera visita, dos en la segunda y ninguna en las otras visitas. Para el protozooario *Eimeria* spp. utilizando el mismo nivel de infestación y un examen clínico de los terneros se encontró una finca con parásitos en el hato en la primera visita y cinco fincas en la segunda. Es necesario determinar si económicamente se justifica controlar este nivel de parasitosis. No obstante que todas las fincas informaron estar desparasitando, no hay evidencias de que se siga un plan regular. El perfil parasitario reportado más adelante estudia las fluctuaciones de poblaciones de parásitos en el área, con el fin de determinar la necesidad y la mejor época para desparasitar.

Las muestras tomadas en ganado adulto para el estudio de tremátodos reveló la presencia de huevos de *Paramphistomum* sp. en 6 de las 14 fincas examinadas. Se analizaron cinco muestras por hacienda y en 16.4% de ellas se encontraron huevos del tremátodo. Este parásito se encontró el año pasado en novillos de Carimagua y esta es la primera evidencia de su presencia en otras fincas de los Llanos Orientales. Sin embargo, no hay indicación de que este parásito sea causa de pérdidas en productividad.

Se hicieron observaciones sobre niveles de garrapatas en tres visitas; los recuentos se hicieron en ambos costados del 10% de los animales que pasaron por las mangas de los corrales. Se contaron garrapatas semiengurgitadas (mayores de 5 mm). Todas las fincas presentaron bajos niveles de infestación. De 738 observaciones, 9.6% tuvieron menos de 5 garrapatas/animal. Todas las fincas tenían procedimientos de control de garrapatas y 10 de 17 fincas hacen tratamientos cada mes.

Se hicieron recuentos de larvas de *Dermatobia hominis*. Se encontraron bajos niveles de infestación; de 6789 animales examinados, solamente 3.3% tuvieron 1-6 larvas/animal. Sin embargo, 16 de las 17 fincas examinadas tuvieron animales infestados lo cual indica una distribución más amplia que la observada previamente.

Se estudiaron otros dos parásitos. Se encontraron piojos (*Haematopinus quadripertusus*) en 10.3% del ganado adulto examinado en 10 fincas. *Estefanofilaria stilesi*, un gusano cutáneo, se encontró en 71% de los animales examinados y en todas las fincas. No existe evidencia de daño al ganado afectado por uno u otro de estos parásitos.

### Análisis de tracto reproductivo

El examen de 1305 vacas de las 16 fincas durante las cuatro visitas en 1978-79, indicó un 2.2% de anomalías de los órganos reproductivos, una cifra dentro de los límites esperados. El hallazgo de cuatro casos de Hidrallantois (acumulación anormal de fluidos en el útero) confirma observaciones previas con relación a su frecuencia. Esto se encontró más a menudo en las fincas menos productivas, lo cual sustenta la hipótesis de que esta condición no se encontraría en fincas donde se utilice una suplementación de sal mineralizada completa.

Las tasas de concepción variaron entre 39 y 65% cuando se midieron en vacas que por dos años no habían tenido abortos ni terneros muertos. Para el mismo período se obtuvieron tasas de aborto considerando solamente vacas preñadas (ver Cuadro 54 en la página 114). Nueve de las 15 fincas tuvieron tasas de aborto, desde 9 a 42%; las seis fincas restantes tuvieron tasas de aborto dentro de los límites esperados. Los abortos están ocurriendo durante

todo el período de preñez y no parecen ser estacionales. Esto probablemente indica que no hay enfermedades infecciosas específicas como causa principal de los abortos. Sin embargo, hay dos enfermedades venéreas infecciosas que afectan la reproducción — vibriosis y tricomoniasis — que no deben descartarse antes de dar una conclusión final. La mortalidad de terneros al nacimiento y hasta el primer mes del nacimiento (mortalidad perinatal) se observó en 6 de las 15 fincas (7 a 28%). Además de las deficiencias nutricionales, las cuales pueden ser causa de la mortalidad perinatal, la leptospirosis es conocida como endémica en el área y podría estar implicada en su etiología.

### Secadera

Con base en la apariencia física y el peso, la condición general orgánica de las vacas adultas se clasificó como buena, regular, pobre (animal delgado) y muy pobre (denominada secadera o malnutrición).

Se examinó un promedio de 1780 cabezas de ganado cuatro veces en 16 fincas. Solamente cinco fincas no mostraron animales clasificados como muy pobres. Estas son las mejores fincas en términos de productividad por UA (ver Figura 59 en la página 112). Sin embargo, el número más alto de casos de secadera fue también en una finca con un alto índice de productividad (Cuadro 72). La edad promedio para los 73 casos observados fue de seis años. Se registraron tres muertes debido a desnutrición y tres

Cuadro 72. Casos de secadera en 16 fincas del Proyecto ETES, Llanos Orientales de Colombia, durante cuatro visitas, de noviembre 1977 a mayo 1979.

Finca No.	No. de observaciones	No. promedio de animales/visita	No. total de animales con secadera	Casos de secadera/No. total de observaciones (x 100)
2	306	102	1	0.3
4	613	160	6	0.9
5	381	95	10	2.6
6	476	119	0	0
7	444	111	4	0.9
8	438	109	0	0
9	331	82	11	3.3
11	471	157	0	0
12	470	117	4	0.8
13	491	122	1	0.2
14	427	106	18	4.2
15	434	108	6	1.4
17	502	125	0	0
18	626	156	9	1.4
19	293	73	3	1.0
20	379	94	0	0
Total	7112	1778	73	1.0

animales fueron diagnosticados con secadera en dos periodos consecutivos de exámenes. Esto contrasta con la creencia de que la secadera generalmente termina con la muerte del animal. Existe cierta tendencia a observar más casos de secadera hacia el final de la estación lluviosa, tal vez cuando la mayoría de los animales están en mejor estado y, por esa razón, los casos crónicos son más notorios. En los 73 casos observados en estas fincas no se encontró relación entre la condición y el estado de lactancia de los animales, ya que aproximadamente la mitad (43) estaban secas al momento del examen.

### Estudio de un caso

Se estudió en detalle una de las fincas (Finca 4, Proyecto ETES), la cual reportó una alta tasa de abortos (8.6%) como el principal factor limitante de la productividad. Se realizó un muestreo riguroso por medio del análisis clínico, bacteriológico, virológico, hematológico, parasitológico y reproductivo. La condición general de los animales así como los pesos y los parámetros sanguíneos mostraron deficiencias nutricionales considerables. El promedio de carga animal para la finca es alto (3.5 ha/UA) en comparación con otras fincas del Proyecto ETES. La condición deficiente de los animales se refleja en la baja fertilidad (50% no tenían ovarios activos). En el Cuadro 73 se comparan parámetros obtenidos en Carimagua en un hato sin suplementación mineral. La finca del Proyecto ETES tiene promedios inferiores de hemoglobina y

**Cuadro 73.** Comparación de dos parámetros sanguíneos y pesos, entre vacas de una finca del Proyecto ETES (Finca 4) y un hato de Carimagua sin suplementación mineral.

Parámetro	Hato Carimagua <sup>1</sup>		Finca 4 ETES <sup>2</sup>	
	Lactante vacía	Seca vacía	Lactante vacía	Seca vacía
Hemoglobina (g/100 ml)	12.7	13.7	11.5	12.4
Hematocrito (%)	36.9	40.5	34.2	35.4
Peso (kg)	277.0	302.0	286.0	271.0

- 1 Número de animales examinados, 35.  
Fuente: CIAT Informe Anual, 1977 pg. A-89.  
2 Número de animales examinados, 64.

hematocrito (PCV) en vacas en lactancia, vacías, como también en las vacas secas no preñadas. Esto indica que los animales en la finca estaban en una condición nutricional similar o peor que aquellos mantenidos sin suplementación mineral en Carimagua.

Se detectaron hemoparásitos en frotis de sangre de vacas y terneros. Siete (10%) de la vacas mostraron parasitemia para *Anaplasma marginales*, *Babesia argentina* o ambas. Dos vacas presentaron recuentos de eosinófilos (24 y 19%) los cuales aparecen en infecciones parasitarias (Cuadro 74). Las evidencias serológicas también confirmaron infecciones de *Anaplasma* y *Babesia*. Siete terneros (70%) mostraron parasitemia para *A. marginale*, uno con un alto porcentaje de infección (24%) y un valor de PCV bajo (22%); los otros tuvieron valores sanguíneos dentro de los rangos normales. Las pruebas serológicas indicaron infecciones activas. Aunque en la finca no se encontraron animales infestados con garrapatas al momento del muestreo, se sabe que infestaciones altas representan un serio problema. No se encontraron enfermedades venéreas y la brucelosis no es problema. Parece que en esta finca los hemoparásitos y las garrapatas, junto con las deficiencias nutricionales, están contribuyendo a la baja productividad. Aunque todavía no hay una explicación definitiva para la alta tasa de abortos, los análisis indicaron la necesidad de muestreos rigurosos para entender el estado de salud.

### Vigilancia en Carimagua

La secadera, el enterramiento en los abrevaderos, la fractura de los huesos y la septicemia continúan siendo las principales causas de morbilidad del ganado en Carimagua, como se muestra en el Cuadro 75. Los tres primeros están más relacionados con las condiciones de manejo. La tasa total de mortalidad fue un poco más baja este año (3.0%) en comparación con la cifra de 1978 (3.7%). La mayoría de los factores causales de muerte en Carimagua parecen ser endémicos. Algunas condiciones tales como la fractura de huesos y la secadera disminuyeron, en tanto que otros tales como la fotosensibilización ocurrieron más frecuentemente.

### Estudios a Nivel Micro

#### Perfil de parásitos gastrointestinales en Carimagua

Continuó la evaluación natural de parásitos internos en las sabanas de los llanos colombianos, como una base para diseñar métodos de control adaptados a las condiciones ecológicas. Se han estudiado dos hatos de 50 vacas

con sus progenies, a una carga animal de 6.5 ha/UA. La pradera nativa se está quemando periódicamente y el manejo es similar al usado por los ganaderos en la zona. Los animales recibieron una suplementación mineral completa, se trataron para el control de parásitos internos y se sometieron a un esquema estándar de vacunación usado en la granja. En el Grupo I los terneros nacieron entre marzo y julio 1978 (comienzo de la estación lluviosa) y en el Grupo II, entre septiembre 1978 y enero 1979 (comienzo de la estación seca). Ambos grupos se muestrearon a intervalos mensuales para exámenes fecales y análisis sanguíneo. Se registraron los pesos y se sacrificó un ternero de cada grupo a 1, 2, 4, 5, 8, 12 y 18 meses de edad. Se colectaron e identificaron todos los parásitos en el abomaso y en los intestinos grueso y delgado. El experimento se concluirá a mediados de 1980.

El número de parásitos internos varió considerablemente en relación con la edad del ternero y la estación (Cuadro 76). Los resultados de los exámenes de parásitos internos determinados por el recuento de huevos tienen que estar relacionados con el recuento total de parásitos en los terneros sacrificados. En el recuento total, el parásito más importante en ambos grupos fue *Cooperia*, el cual alcanzó su máximo nivel a los 18 meses de edad (Cuadro 77); esto corresponde al recuento más alto de huevos de Trichostrongylidae (se incluye *Cooperia* sp.) a

Cuadro 75. Causas de la mortalidad de animales en Carimagua (octubre 1, 1978 a septiembre 30, 1979).

Causa de muerte	No. de animales
Desnutrición	15
Enterramiento en barro o en bebederos fangosos	14
Septicemia	9
Fracturas óseas	7
Mordedura de serpiente	6
Fotosensibilización ( <i>B. decumbens</i> )	5
Poliartritis	4
Infestación de garrapatas	2
Hernia	1
Meningoencefalitis	1
Accidente	1
Peritonitis	1
Desconocida	20
Total de muertes	86 <sup>1</sup>
Total de animales en la estación	2900
Tasa de mortalidad	3%

<sup>1</sup> Incluye sólo terneros que habían sido marcados en la oreja.

Cuadro 74. Análisis de sangre de animales con parasitemia, Finca 4 del Proyecto ETES, Llanos Orientales de Colombia.

Identificación	Hemoparásitos <sup>1</sup>		Hematocrito (%)	Hemoglobina g/100 ml	Eosinofilo (%)
	Frotis grueso	Frotis delgado			
<b>Vacas</b>					
1	Ba	0.01 Ba	35	11.5	14
2	Am	-	38	12.5	13
3	Am	-	40	13.5	8
4	Am	0.01 Am	34	11.5	19
5	Am, Ba	0.005 Ba	27	9.0	24
6	Am, Ba	0.005 Am	33	11.0	10
7	Am	0.010 Am	35	12.0	3
<b>Terneros</b>					
1	Am	0.01 Am	36	12.0	-
2	Am	1.40 Am	34	11.0	-
3	Am	0.02 Am	47	15.5	-
4	Am	-	35	12.0	1
5	Am	24.00 Am	22	7.0	-
6	Am	-	43	14.5	1
7	Am	-	43	14.0	2

<sup>1</sup> Ba = *Babesia argentina*; Am = *Anaplasma marginale*.

<sup>2</sup> Porcentaje de células sanguíneas rojas afectadas.

los siete meses para el Grupo I y nueve meses para el Grupo II. Los recuentos totales del parásito más perjudicial, *Haemonchus* sp., sigue exactamente el mismo patrón (este también se incluye en la familia Trichostrongylidae en el Cuadro 76).

Los parásitos del género *Cooperia* corresponden al 89.2% del total de parásitos colectados en animales del Grupo I después de cuatro meses y 71.5% del Grupo II; *Haemonchus* responde por el 8.2% y 18.6% de ambos grupos, respectivamente. El recuento total de otros parásitos es probablemente insignificante.

Las infestaciones gastrointestinales de lombrices del ganado pastoreando sabana en los llanos colombianos fueron más notorios hacia la mitad y el final de la estación lluviosa (Figura 69). Es importante que el efecto aditivo de dos o más especies plantea un problema diferente que cuando se considera solamente una especie. En este caso se tiene que considerar el sinergismo entre *Cooperia*,

*Haemonchus* y *Eimeria*, que afecta la productividad de terneros de 4-8 meses de edad. Se realizarán investigaciones adicionales para determinar si con los niveles de infección encontrados y la alta prevalencia de *Cooperia* spp. es económicamente factible aplicar medidas de control. Si el tratamiento es viable económicamente, los tratamientos se deben hacer al final de la estación lluviosa o cuando los terneros tengan 6-8 meses de edad.

### Perfil de hemoparásitos en Carimagua

Los mismos terneros empleados para el perfil gastrointestinal de parásitos se están utilizando para la descripción de infecciones asociadas con *A. marginale*, *B. argentina* y *B. bigemina*. Es interesante observar que las infecciones de *Babesia* detectadas por la prueba de anticuerpos fluorescentes, varían notablemente de una estación a otra. La infección progresa lentamente en

Cuadro 76. Recuento promedio de huevos (huevos/g de heces) de parásitos gastrointestinales encontrados en terneros en Carimagua, 1978-79. (Ensayo de perfil de parásitos.)

Fecha del examen	Grupo I			Grupo II		
	No. animales examinados	Trichostrongylidae	Eimeria	No. animales examinados	Trichostrongylidae	Eimeria
<b>1978</b>						
III-6	8	0	0			
IV-5	18	35.1	0			
V-9	15	540.3	17.4			
VI-6	29	197.6	54.6			
VII-5	31	200.2	514.1			
VIII-2	36	183.5	1860.7			
IX-1	34	27.0	173.7	3	12.0	0
X-2	37	239.0	149.4	7	22.0	288.1
XI-1	40	332.6	441.0	15	128.6	2107.0
XII-2	34	300.0	200.0	27	126.0	674.0
<b>1979</b>						
I-2	36	105.3	111.0	36	124.0	1390.0
II-3	38	169.4	36.2	36	136.0	80.0
III-4	41	219.3	38.0	35	76.7	94.0
IV-2	37	108.3	6.8	41	43.7	3.5
V-3	35	79.3	97.7	35	60.4	70.0
VI-5	34	117.2	279.9	36	155.6	33.2
VII-4	34	93.5	14.5	34	320.5	75.4
VIII-1	37	164.9	44.0	31	285.3	24.1
IX-2	35	105.0	60.4	41	170.3	48.0
X-2	36	98.0	38.9	29	88.4	212.2

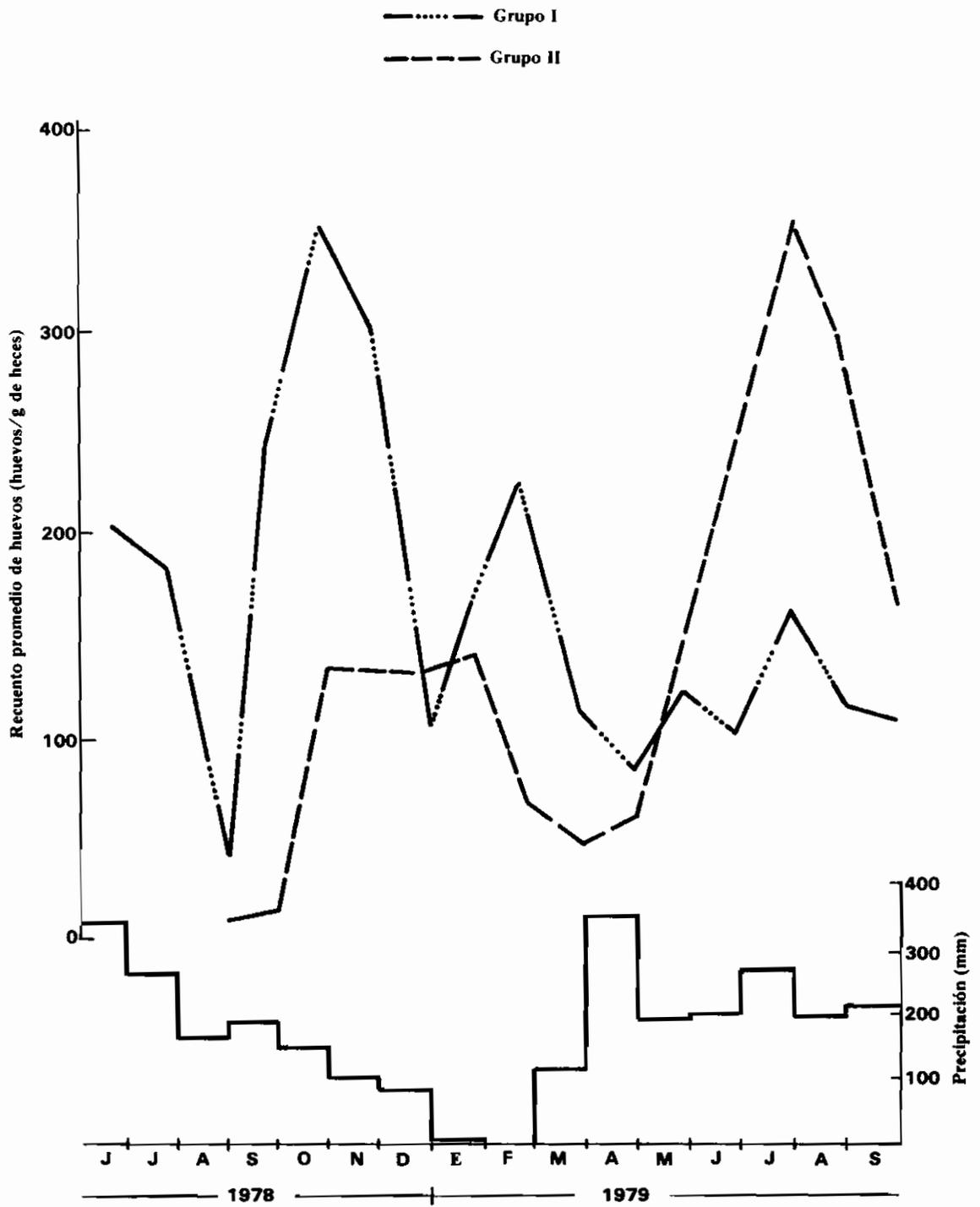


Figura 69. Recuentos del parásito *Trichostrongylidae* en terneros en pradera nativa, Carimagua.

terneros nacidos al comienzo de la estación lluviosa y el punto máximo coincide con la siguiente estación lluviosa (Figura 70). En el caso de terneros nacidos al final de la estación seca (Grupo II), el máximo de infecciones hemoparásitos coincide con un aumento en la precipitación. Por lo tanto, es posible que, desde el punto de vista del desarrollo de inmunidad contra hemoparásitos, los terneros serán menos afectados si nacen al comienzo de la estación lluviosa. Esto tiene que ser correlacionado con fluctuaciones de poblaciones del vector, puesto que los niveles de hemoparásitos están asociados con las garrapatas.

### Fotosensibilización en praderas de *Brachiaria decumbens*

Desde hace pocos años, la fotosensibilización parece estar incrementándose en Carimagua y en otras fincas de los Llanos Orientales de Colombia. El Cuadro 78 muestra la distribución de animales que estuvieron pastoreando *B.*

*decumbens* durante 1979 en Carimagua. Seis grupos experimentales de animales estuvieron pastoreando *B. decumbens* y dos de ellos mostraron casos clínicos de fotosensibilización. En 554 animales que pastorearon *B. decumbens* hubo 9 casos de intoxicación (1.6%). Uno de ellos murió antes de la aparición de algún signo de lesión en la piel, pero en la necropsia mostró daño hepático severo. En dos praderas específicas de Carimagua se observaron casos clínicos, con 8 y 2.7% de morbilidad y 6.7% de mortalidad en el primer grupo. En la pradera se incluyeron vacas, terneros, novillos y novillas, pero solamente fueron afectados animales jóvenes (8-24 meses de edad). El signo clínico más evidente en los animales afectados fue la necrosis de la piel. Dos animales también tuvieron edema facial, especialmente en el cuello y las orejas. Seis animales fueron encontrados en mala condición física.

Durante este año se ha colectado información de las fincas estudiadas en el Proyecto ETES para determinar la magnitud del problema en aquellas fincas donde se utiliza *B. decumbens*. Un total de 11 de las 16 fincas poseen

Cuadro 77. Recuentos totales de parásitos gastrointestinales en terneros sacrificados a varios intervalos de edad en Carimagua<sup>1</sup>.

Especies	Grupo I (desde abril 1978)					
	Edad (meses)					
	1	2	4	6	8	12
<u>Cooperia</u>	22	52	4774	6435	16040	2948
<u>Haemonchus</u>	1	0	25	648	2547	78
<u>Oesophagostomum</u>	0	0	35	100	262	50
<u>Strongyloides</u>	69	594	0	65	0	0
<u>Bunostomum</u>	0	0	0	0	0	30
	Grupo II (desde diciembre 1978)					
<u>Cooperia</u>	212	290	280	120	5518	
<u>Haemonchus</u>	10	50	30	70	1090	
<u>Oesophagostomum</u>	0	2	5	32	32	
<u>Strongyloides</u>	1908	490	40	0	0	
<u>Bunostomum</u>	0	1	0	1	112	

1 Un animal sacrificado en cada grupo. Incluye recuentos del abomaso y de los intestinos grueso y delgado.

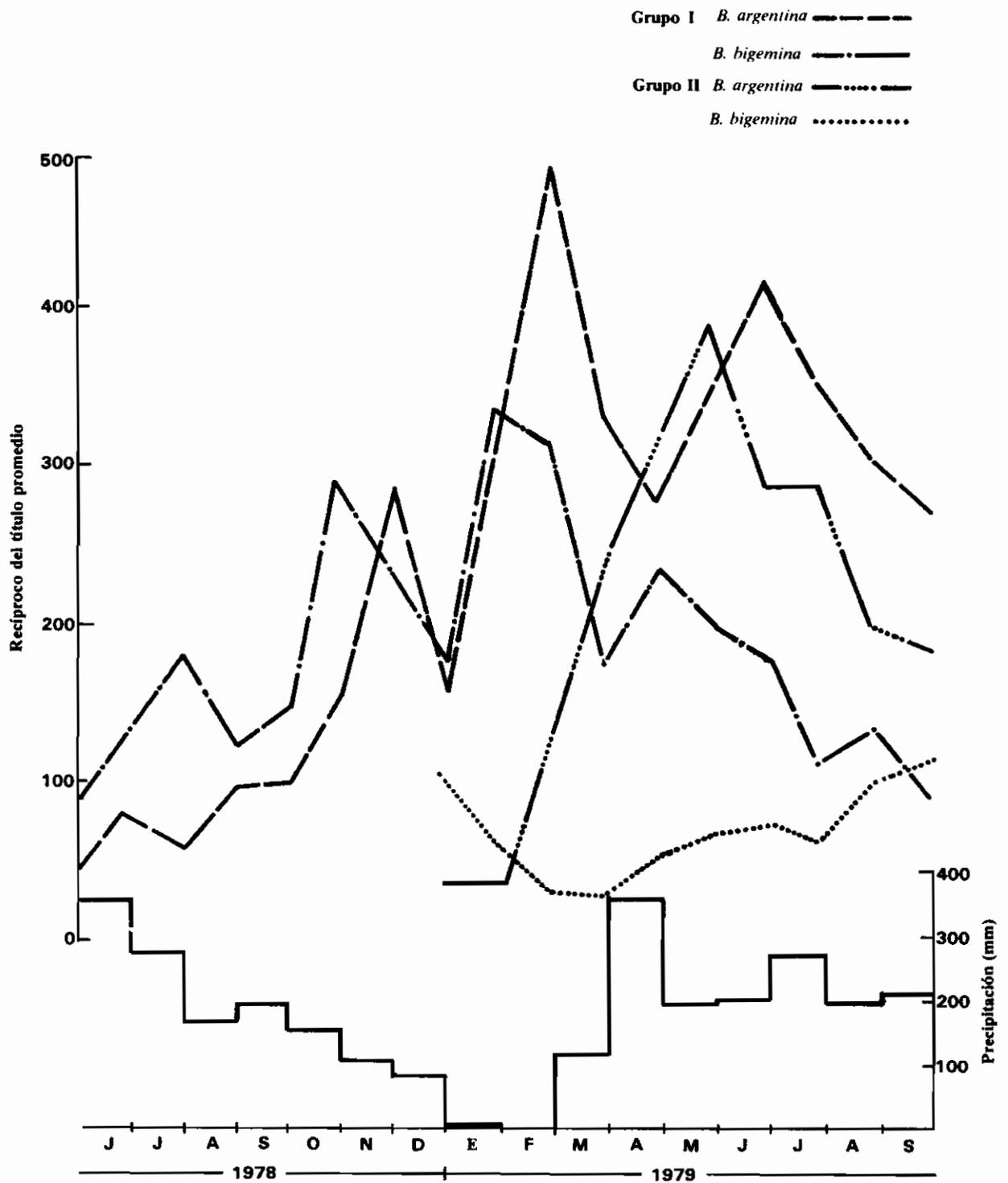


Figura 70. Desarrollo de una infección de Babesia en terneros (10 por grupo) en pradera nativa, Carimagua.

animales pastoreando *B. decumbens*. Tres fincas informaron de signos clínicos de fotosensibilización asociados con el pastoreo de *B. decumbens* (Cuadro 79). La morbilidad fue alta en la Finca 7 (11%); se presentaron dos muertes en esta finca. La mitad de los animales en cada uno de los potreros de *B. decumbens* fueron vacas. Los casos de fotosensibilización corresponden solamente a animales jóvenes y se observaron los signos de necrosis de la piel y edema facial.

Se adoptó una técnica de laboratorio para detectar el hongo *Pitomyces chartarum*. En asociación con *B. decumbens* (en algunas áreas de Brasil) *P. chartarum* ha sido considerado como parcialmente responsable de causar un daño severo al hígado y la fotosensibilización resultante. Se obtuvieron especies de hongos de muestras de *B. decumbens* tomadas de potreros que tuvieron casos de fotosensibilización en Carimagua. Los hongos más prevalentes fueron *Fusarium* sp., *F. fusaroides*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *Curvularia* sp.,

*Penicillium* sp., *Drechslera* sp. y *Leptosphaerularia* sp. La mayoría de estas especies son saprófitos, pero se ha informado que *Fusarium* es una posible causa de toxicidad en ganado vacuno. En tres muestras se observaron esporas semejantes a las de *P. chartarum*. El estado de los potreros y los factores relacionados con el pastoreo podrían influir en la prevalencia de la fotosensibilización. Sin embargo, no existe relación entre el tiempo transcurrido desde el establecimiento del potrero hasta la aparición de animales afectados (Cuadro 79). En seis casos, los pastos estaban maduros y uno de ellos en floración. Informes previos indican que la mayoría de los casos ocurren al comienzo de la estación lluviosa, pero en el caso de las observaciones presentadas en el Cuadro 79, la fotosensibilización ocurrió en todas las épocas del año. El tiempo que los animales permanecieron en la pradera no parece tener un efecto directo en su prevalencia.

La investigación continuará para establecer el agente(s) causal de la fotosensibilización.

Cuadro 78. Distribución de animales pastoreando *Brachiaria decumbens* y casos de fotosensibilización en Carimagua durante 1979.

Pradera o hato	No. de animales	No. de casos	No. de muertes	Morbilidad (%)	Mortalidad (%)	Grupo de animales
Sistemas de hatos de cría	163	0	0	0	0	Novillas jóvenes
La Alegría	47	0	0	0	0	Novillas, vacas, terneros
La Arepa	110	3	0	2.7	0	Novillas, vacas, terneros (hasta 18 meses)
Tomo 5	81	0	0	0	0	Vacas, terneros
Tomo 3	79	0	0	0	0	Vacas, terneros
Utilización de pastos	<u>74</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>8.0</u>	<u>6.7</u>	Novillos jóvenes (hasta 24 meses)
Total	554	9	5	1.6	0.9	

Cuadro 79. Animales pastoreando en praderas de Brachiaria decumbens en los Llanos Orientales de Colombia y afectados por fotosensibilización.

Localidad	Año de establecimiento	Carga (animales/ha)	Condición del pasto	Animales con fotosensibilización	Fecha	Observaciones
<u>Carimagua</u>						
Pradera A	1975	1.2	Abundante, maduro, en floración	3	IX-X, 1979	Un mes desde inicio inicio pastoreo
Pradera B	1973-74-75	0.7-3	Variable	6	XI 1978-	Animales en pastoreo desde 1978.
<u>Fincas de ETES</u>						
Finca 8		1	Maduro, escaso	2	XII, 1976	
Finca 7						
Pradera A	1978	0.5	Abundante, maduro	6	VI, 1978	Primer pastoreo 1 mes después de la introducción
Pradera B	1975	0.5	Abundante, maduro	4	IX, 1978	Varios pastoreos
Pradera C	1975	0.5	Abundante, maduro	1	IX, 1978	Varios pastoreos
Finca 5	1977	0.28	Escaso, tierno	1	XI, 1978	



## ECONOMIA

Durante 1979, la sección de Economía se concentró en: (1) el Proyecto ETES, realizado conjuntamente con las secciones de Sistemas de Producción de Ganado de Carne y Salud Animal; (2) una encuesta en fincas ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia; (3) un análisis ex-ante de costo/beneficio del aumento de la producción ganadera en los Llanos Orientales de Colombia; (4) el estudio de la distribución esperada de los beneficios del aumento de la producción de ganado entre los consumidores de diferentes niveles de ingreso en 12 ciudades de América Latina; (5) el estudio de precios de insumos/producción de la industria ganadera en el área de actuación del Programa; y (6) costos de producción de semillas de pastos tropicales.

Los resultados obtenidos en el Proyecto ETES se incluyen en la sección de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (Carimagua) en la página 107.

### Encuestas en Fincas Ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia

Como un complemento al detallado estudio de casos de fincas en el Proyecto ETES durante 1979, se llevó a cabo una encuesta general de fincas ganaderas en el área de sabana bien drenada de los Llanos Orientales, al sur del río Meta. Los datos obtenidos de esta encuesta se utilizarán para extrapolar los resultados obtenidos del estudio de casos (ETES), ya que no hay datos censales disponibles para dicha área.

El área de la encuesta se dividió en dos zonas según la distancia al mercado: Zona I, entre Puerto López y Puerto Gaitán, la más cercana al mercado, y Zona II, al oriente de Puerto Gaitán a una mayor distancia del mercado. La localización de las fincas se muestra en la Figura 71.

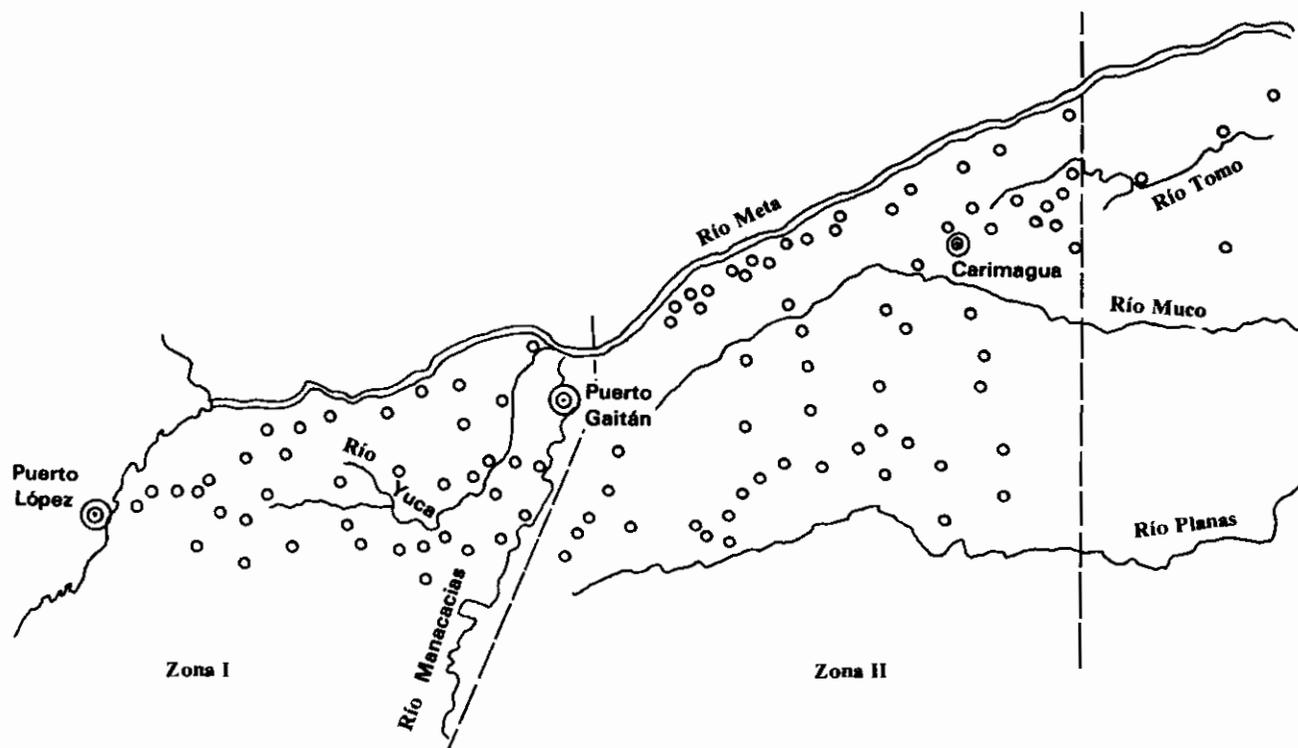


Figura 71. Localización de las fincas ganaderas investigadas en los Llanos Orientales de Colombia.

En ambas zonas, las fincas se dividieron en cuatro grupos según su tamaño. Las características de las fincas se resumieron según la zona y los estratos de tamaño (Cuadro 80). Todas las fincas encuestadas se dedican a operaciones de cría y levante con pocas excepciones en la zona I donde se realizan operaciones esporádicas adicionales de ceba. En la zona I, el 50% de las fincas pertenecen a la clase de fincas de 1000-1300 ha, y el tamaño promedio para esta zona es de aproximadamente 3000 ha, con muy pocas fincas de 7000 o más ha. En la zona II, las fincas son más grandes en tamaño; más del 60% de las fincas tienen más de 3000 ha y el tamaño promedio del hato es también más grande en dicha zona (690 UA en la zona II versus 352 UA en la zona I), aumentando con el tamaño de la finca dentro de cada zona; no obstante, hay una gran variación en el tamaño de los hatos entre las fincas de cualquier grupo, como lo indican los coeficientes de variación.

El promedio de carga animal es de 8 ha/UA en la zona I y de 14 ha/UA en la zona II. En la zona I la carga animal permanece relativamente constante en las diferentes clases de fincas, excepto para aquellas de 7000 ha o más, las cuales tienen una carga de 14 ha/UA, una cifra similar a esa para la misma clase en la zona II. En esta última zona, la carga animal disminuye lentamente con el aumento del tamaño de las fincas.

El área total de sabana baja (más húmeda) y la disponibilidad de esta clase de tierra por animal son indicadores importantes del potencial actual de producción de fincas en los llanos, como lo ha indicado el estudio de casos ETES. La proporción promedio de sabana baja de las fincas de la encuesta varía de 20% en la zona I a 34% en la zona II, en tanto que el promedio para las fincas de ETES es del 28%.

El Cuadro 81 presenta información acerca del uso de pastos sembrados en la región; el 85% de las fincas tienen algo de pastos sembrados, independientemente de la ubicación o del tamaño de la finca. Solamente las fincas pequeñas en la zona I tienen una proporción relativamente alta de pastos sembrados. En la zona II, solamente el 1% del área de la finca tiene pastos sembrados. Debido a los valores considerablemente bajos de la tierra que prevalecen en esta área remota, los pastos sembrados (gramíneas), que básicamente aumentan la producción por unidad de tierra, tienen poca demanda. En términos de disponibilidad de pastos sembrados por UA, hay 0.5 ha/UA en la zona I y 0.1 ha/UA en la zona II. El promedio para toda la región es de 0.3 ha/UA, el cual no es diferente del promedio obtenido en las fincas de ETES.

Cuadro 80. Características descriptivas de fincas, por zona y por tamaño de finca, Encuesta en fincas ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia, 1979.

Zona y estrato (ha)	No. de fincas encuestadas	Tamaño promedio de la finca (ha)	Proporción media de tierras bajas (%)	Tamaño promedio del hato (UA)	Carga animal promedio (ha/UA)
<b>Zona I</b>					
1-999	7	699 (0.34) <sup>1</sup>	17 (1.00)	120 (0.74)	7.61 (0.78)
1000-2999	20	1704 (0.33)	18 (0.66)	270 (0.48)	7.94 (0.63)
3000-6999	8	4262 (0.22)	18 (0.50)	489 (0.40)	7.79 (0.26)
≥7000	5	9800 (0.36)	29 (0.41)	786 (0.39)	13.78 (0.45)
Subtotal	40	3051	20	352	7.90
<b>Zona II</b>					
1-999	5	760 (0.12)	12 (0.50)	92 (0.44)	11.20 (0.85)
1000-2999	21	1793 (0.32)	28 (0.42)	191 (0.60)	12.90 (0.68)
3000-6999	26	4082 (0.02)	37 (0.38)	415 (0.64)	13.20 (0.65)
≥7000	19	15972 (0.52)	39 (0.33)	1776 (0.94)	14.20 (0.87)
Subtotal	71	6352	34	690	14.00
Total región	111	5162	28	568	11.60

<sup>1</sup> Las cifras entre paréntesis corresponden a los coeficientes de variación.

Cuadro 81. Disponibilidad de pastos sembrados según la encuesta de fincas ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia, 1979.

Zona y estrato (ha)	No. total de fincas	Fincas con pastos sembrados	Disponibilidad de pastos sembrados (ha/UA)	Composición de los pastos sembrados (%)		
				<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i>	<i>Melinis minutiflora</i>
<u>Zona I</u>						
1-999	7	6	0.33 (12) <sup>1</sup>	92	5	3
1000-2999	20	18	0.23 (3)	70	12	18
3000-6999	8	6	0.80 (3)	89	6	5
7000	5	5	0.15 (1)	56	13	31
Subtotal	40	35	0.53 (4)	78	10	12
<u>Zona II</u>						
1-999	5	4	0.09 (1)	89	3	8
1000-2999	21	16	0.21 (1)	23	52	25
3000-6999	26	22	0.10 (1)	22	34	43
7000	19	17	0.09 (1)	82	1	18
Subtotal	71	59	0.12 (1)	43	28	28
Total region	111	94	0.27 (2.1)	56	21	23

1 Las cifras entre paréntesis corresponden a los porcentajes del área total.

Es interesante anotar que en la zona I, casi el 80% del pasto sembrado es *Brachiaria decumbens*, en tanto que a la zona II le corresponde un 40%; en esta última, *Hyparrhenia rufa* y *Melinis minutiflora* ocupan cada una un 28% del área total de pastos sembrados (Cuadro 81).

En el Cuadro 82 y en la Figura 72 se resumen los datos sobre el tamaño y composición de las inversiones en las fincas. La inversión promedio total por finca fluctúa entre US\$200,000-230,000, siendo ligeramente más alta en la zona I que en la zona II. Sin embargo, las inversiones por UA son considerablemente más altas en la zona I debido al menor tamaño de las fincas y de los hatos. La mayor inversión en la zona I se hace en tierras, seguida por ganado. Las inversiones en pastos sembrados, instalaciones, maquinaria y equipos representan cada una entre 3-4% de la inversión total. Los datos para la zona II son muy similares, excepto que en esta área la inversión total en ganado es mayor que la inversión en tierra. Esto se debe al valor más bajo de la tierra y al mayor tamaño de los hatos. Las inversiones en instalaciones y maquinaria

consisten principalmente de cercas (38%), tractores viejos (30.4%) y corrales (14.2%).

La información obtenida sobre los gastos de las fincas en mano de obra y administración se resumen en el Cuadro 83. El promedio anual de gastos en mano de obra y administración es de US\$3300 por finca en ambas zonas y aumenta ligeramente con el tamaño de la finca. Como se suponía, los gastos expresados en unidad de área o UA disminuyen con el tamaño de la finca, lo cual indica la presencia de economías de escala en el uso de mano de obra y administración. Se puede notar que la importancia de la mano de obra ocasional aumenta con el tamaño de la finca; en el estrato de fincas grandes ( $\geq 7000$  ha) la mano de obra ocasional representa el 50% del gasto total en mano de obra y administración. Los pagos por mano de obra ocasional aumentan mientras que los gastos de administración disminuyen con el tamaño de las fincas. Aunque no se obtuvieron datos sobre otros gastos tales como adquisición de insumos, la información recogida de los estudios de casos (ETES) indica que tales gastos corresponden a menos del 40% de los gastos totales de la finca y la mitad se utiliza en suplementación mineral.

Cuadro 82. Tamaño y composición de las inversiones (US\$, 1979) en fincas ganaderas de los Llanos Orientales de Colombia. (Tasa de cambio: Col\$40/US\$1).

Zona y estrato (ha)	Tierra <sup>1</sup>	Ganado <sup>2</sup>	Pastos sembrados <sup>3</sup>	Instalaciones	Maquinaria y equipos	Inversión total	Inversión	
							por ha	por UA
Zona I	144,900	61,800	8700	7900	8400	231,700	75	655
Zona II	79,400	120,800	7700	7700	4900	220,500	35	325
<b>Total region</b>	<b>103,900</b>	<b>99,500</b>	<b>8000</b>	<b>7800</b>	<b>6200</b>	<b>225,400</b>	<b>48</b>	<b>443</b>
Porcentaje	46	44	4	3	3	100		

1 Valor promedio de la tierra: US\$47.5/ha en la zona I y US\$12.5/ha en la zona II.

2 Valor promedio: US\$175/UA.

3 Valor promedio: US\$100/ha de pastos sembrados.

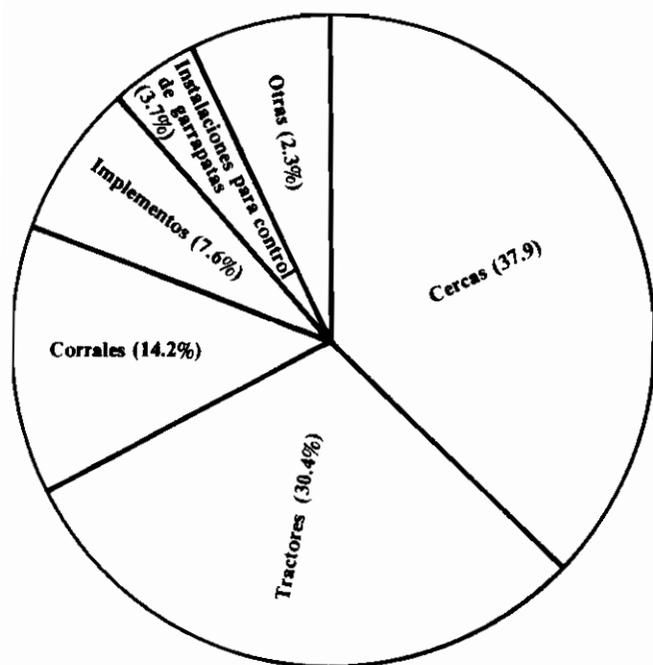


Figura 72. Composición media de las inversiones en maquinaria e instalaciones en fincas ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia.

## Análisis Ex-ante de Costo/Beneficio

Durante este año se inició un estudio para determinar el potencial de los beneficios económicos esperados de un aumento en la producción de ganado de carne (y leche),

146

debida a la tecnología mejorada desarrollada por la investigación en pastos adaptados a suelos ácidos e infértiles del trópico de América Latina.

Los esfuerzos se concentraron en la adaptación del modelo HATSIM,<sup>1</sup> el cual se desarrolló originalmente para la simulación del desarrollo del hato y del flujo de dinero a nivel de finca, a fin de permitir la simulación de la dinámica de los hatos regionales y de la producción de carne. Un sector de las fincas que adopta la nueva tecnología se compara con un sector de fincas tradicionales. Las principales variables adicionales incluidas en el sistema son: (1) porcentaje de fincas que adoptan nueva tecnología cada año y (2) porcentaje del área de la finca que se sembrará cada año con praderas mejoradas de gramíneas/leguminosas. Estas variables se alteran paramétricamente con el fin de estimar el impacto esperado de la tecnología en la oferta de ganado de carne y en los beneficios al sector productor.

El modelo que se encuentra en etapa de diseño se alimentará con datos obtenidos del Proyecto ETES a fin de obtener un conjunto de estimativos para diferentes combinaciones de valores de las variables adicionales mencionadas anteriormente.

<sup>1</sup> Juri, P., N.F. Gutiérrez y A. Valdés. Modelo de simulación por computador para fincas ganaderas. CIAT. Agosto, 1977.

Cuadro 83. Gastos anuales en mano de obra y administración por zona y por tamaño de finca, en fincas ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia.

Zona y estrato (ha)	Gastos en mano de obra		Administración <sup>1</sup>	Total <sup>2</sup> (US\$)	Total (US\$)	
	Permanente (%)	Ocasional (%)			Por ha	Por UA
<b>Zona I</b>						
1-999	21.2	32.4	46.4	2389	3.3	25.0
1000-2999	24.4	40.0	35.6	2906	1.8	10.6
3000-6999	16.1	41.3	42.6	5288	1.3	10.6
7000	25.0	48.2	26.8	2522	0.3	4.2
Subtotal	20.8	41.7	37.5	3326	1.8	12.2
<b>Zona II</b>						
1-999	20.9	18.4	60.7	872	1.1	10.0
1000-2999	35.5	29.0	35.5	2119	1.2	11.0
3000-6999	27.9	35.2	36.9	2933	0.7	7.5
7000	18.8	52.9	28.3	5818	0.4	4.5
Subtotal	23.6	45.0	31.4	3319	0.8	8.0
Total region	22.6	43.8	33.6	3453	1.2	9.5

1 Incluye el pago de administradores y capataces.

2 1979 US\$.

## Distribución de los Beneficios de una Mayor Producción de Ganado de Carne

Este estudio es una continuación del Proyecto iniciado en 1978 (Informe Anual del CIAT, 1978) relacionado con la distribución de los beneficios a los consumidores urbanos, debida al aumento en la producción como resultado de la investigación en pastos tropicales. En 1978 se obtuvieron resultados preliminares de cuatro ciudades colombianas como también para Sao Paulo, Brasil. Se incluyeron los resultados obtenidos en las siguientes ciudades: Santiago, Chile; Guayaquil y Quito, Ecuador; Asunción, Paraguay; Lima, Perú; y Caracas y Maracaibo, Venezuela. El Cuadro 84 presenta características descriptivas seleccionadas de la muestra de familias incluidas en las Encuestas del Presupuesto Familiar de estas ciudades. Las familias se clasifican en cuartiles de ingreso, según el promedio de gastos per cápita. Cada cuartil contiene 25% de los hogares en la muestra de cada ciudad. Los estimados econométricos de las elasticidades ingreso de la demanda de carne junto con las principales estadísticas descriptivas se presenta en el Cuadro 85. Las elasticidades se obtuvieron

ajustando regresiones logarítmicas dobles entre el gasto en carne per cápita y el gasto total per cápita. La mayoría de los estimados fueron significativos a un nivel de  $P < 0.05$  excepto en unos pocos de los cuartiles de ingresos más altos donde se presenta una gran diferencia en los gastos en carne entre familias, que no se explica por diferencias en el ingreso. En los estratos de ingresos más bajos, la elasticidad ingreso de la demanda para la carne fluctúa entre 0.8 y 1.28, como sucede en las ciudades de Colombia y Brasil, lo cual refleja una alta preferencia por el consumo de carne. La elasticidad es más baja para los estratos de ingresos más altos. Este estudio confirma la importancia de los gastos en carne en la canasta de consumo de las familias urbanas de todos los grupos de ingresos en términos tanto de la alta proporción del presupuesto de alimentos y del ingreso total gastado en carne, como de los altos valores obtenidos para la elasticidad ingreso de la demanda.

Las encuestas también suministraron información sobre los gastos de la familia en leche y productos lácteos que fueron estudiados, debido a que éstos son subproductos importantes de los hatos de ganado de carne en muchas de las regiones del área de actuación del Programa.

Cuadro 84. Características descriptivas seleccionadas de la muestra de familias en una encuesta sobre gastos en carne de res entre consumidores urbanos en América Latina.

País	Ciudad	Cuartil de ingreso	Rango de gastos per cápita (US\$/mes)	Promedio de gastos total per cápita (US\$/mes)	Tamaño promedio de la familia (personas)	No. de personas entrevistadas
Chile	Santiago	I	3.2- 27.7	18.5	6.3	4504
		II	27.8- 50.7	38.4	4.7	3361
		III	50.8- 103.6	74.0	4.1	2932
		IV	103.7-1428.7	199.8	3.3	2356
Ecuador	Guayaquil	I	5.6- 128.7	91.2	7.5	1778
		II	129.4- 243.6	179.9	6.3	1499
		III	243.7- 450.6	333.0	5.5	1304
		IV	451.0-3953.2	932.4	5.4	1280
	Quito	I	23.0- 145.8	97.8	7.1	1420
		II	147.1- 303.6	212.6	5.8	1160
		III	304.2- 633.9	449.5	5.2	1040
		IV	634.1-6497.0	1264.8	5.0	995
Paraguay	Asunción	I	19.9- 191.3	126.1	6.0	762
		II	192.1- 348.6	269.3	5.3	678
		III	348.7- 619.0	461.4	4.8	610
		IV	619.0-5894.2	1116.7	4.2	433
Perú	Lima	I	3.5- 26.6	17.9	7.6	2265
		II	26.7- 50.4	37.5	6.1	1818
		III	50.5- 92.9	69.7	6.5	1937
		IV	93.6-1263.6	169.8	6.1	1818
Venezuela	Caracas	I	5.8- 41.7	26.7	7.3	1672
		II	41.9- 76.2	57.0	5.4	1242
		III	76.3- 123.5	98.2	4.6	1058
		IV	124.1-1250.8	216.4	4.2	962
	Maracaibo	I	4.8- 21.4	16.1	8.6	1496
		II	21.5- 32.2	26.8	6.9	1208
		III	32.3- 52.4	41.7	5.6	980
		IV	52.8- 401.1	92.9	4.3	748

El Cuadro 86 incluye un promedio de los gastos de la familia en productos lácteos según el estrato socioeconómico, para las 12 ciudades incluidas en el estudio. En general, del 7 al 18.6% del presupuesto en alimento se gasta en productos lácteos, con los valores más altos observados en Maracaibo y los más bajos en Santiago. Los gastos en productos lácteos, aunque más bajos que los de carne, absorben no menos del 3.4% (Santiago) y hasta el 12.2% (Maracaibo) del total del ingreso familiar.

Las elasticidades ingreso de la demanda para la leche y los productos lácteos se estimaron por ciudad y por estrato de ingresos usando el mismo modelo econométrico especificado para la carne. Como se muestra en el Cuadro 87, con excepción de dos estratos de ingreso en Asunción, todos los estimados obtenidos en este estudio fueron significativos a un nivel de  $P < 0.05$ . Estas cifras son altas, particularmente en el caso del estrato de ingreso bajo, lo cual refleja, como en el caso de la carne, una alta preferencia por los productos lácteos.

Cuadro 85. Asignación del ingreso y de los gastos familiares en el consumo de carne y elasticidad ingreso de demanda de la carne, por ciudad y estrato de ingreso.

País	Ciudad	Cuartil de ingreso	Gasto en alimentos/ total (%)	Gasto en alimentos	Gasto total	Ingreso total	Elasticidad ingreso de la demanda (%)
Chile	Santiago	I	48.1	14.1	6.6	7.2	0.90
		II	39.2	15.8	6.1	6.7	1.16
		III	30.7	17.7	5.3	5.9	0.55
		IV	22.5	19.3	4.2	4.0	0.68
		Total					
Ecuador	Guayaquil	I	80.2	17.8	16.6	10.9	1.10
		II	55.2	19.9	11.2	10.4	0.68
		III	46.1	20.5	9.5	9.1	0.32* <sup>1</sup>
		IV	30.6	17.1	5.1	4.6	0.55
		Total					
	Quito	I	56.6	12.9	7.3	7.9	1.28
		II	46.1	15.3	7.2	7.2	0.54**
		III	36.7	16.7	6.1	6.0	0.68
		IV	24.1	15.8	3.7	3.7	0.49
		Total					
Paraguay	Asunción	I	43.3	26.0	11.4	17.4	0.80
		II	37.4	25.1	9.3	14.6	0.99
		III	33.1	22.9	7.5	10.4	0.21*
		IV	24.7	18.9	4.5	6.2	0.11*
		Total					
Perú	Lima	I	53.9	18.6	9.9	11.7	0.92
		II	40.2	19.4	7.7	8.7	0.88
		III	29.4	20.9	5.9	7.8	0.79
		IV	20.0	18.3	3.5	4.4	0.04*
		Total					
Venezuela	Caracas	I	49.8	12.4	6.2	5.7	0.80
		II	37.6	14.3	5.4	5.7	0.54
		III	30.9	14.0	4.3	4.7	0.72
		IV	22.5	14.0	3.0	3.8	0.48
		Total					
	Maracaibo	I	59.1	14.0	8.2	9.2	1.20
		II	58.3	13.8	8.0	9.0	0.88**
		III	54.7	15.0	8.0	8.8	0.97
		IV	41.8	13.7	5.6	6.3	0.78
		Total					

<sup>1</sup> \* = no significativo a un nivel del 95%; \*\* = significativo solamente a un nivel del 95%.

Cuadro 86. Asignación del ingreso familiar y gastos en leche y productos lácteos y elasticidad ingreso de demanda para la leche, por ciudad y estrato de ingresos.

País	Ciudad	Gastos en productos lácteos como porcentaje de			
		Cuartil de ingreso <sup>1</sup>	Gasto en alimentos	Gasto total	Ingreso total
Brasil	Sao Paulo	I	10.5	5.5	4.9
		II	10.2	4.6	4.2
		III	9.9	3.7	3.4
		IV	10.4	2.7	2.5
Colombia	Bogotá	I	9.6	5.4	6.1
		II	10.0	5.0	5.3
		III	11.6	4.9	5.3
		IV	10.6	3.0	3.1
	Barranquilla	I	10.4	6.9	8.4
		II	10.0	5.9	7.8
		III	10.7	5.2	6.0
		IV	11.0	3.8	3.8
	Cali	I	7.0	4.5	4.9
		II	9.5	5.2	6.0
		III	13.1	6.1	6.6
		IV	12.5	4.2	4.1
Medellín	I	8.5	5.0	4.8	
	II	11.2	5.9	6.2	
	III	13.5	6.2	6.2	
	IV	13.1	4.2	3.8	
Chile	Santiago	I	6.9	3.2	3.4
		II	9.2	3.4	3.8
		III	10.2	2.9	3.2
		IV	9.5	1.9	2.1
Ecuador	Quito	I	8.7	5.0	5.2
		II	10.8	5.1	5.2
		III	13.7	4.9	4.9
		IV	13.7	3.3	3.2
	Guayaquil	I	8.9	8.3	5.1
		II	11.5	6.2	5.8
		III	12.4	5.5	5.2
		IV	12.5	3.8	3.4
Paraguay	Asunción	I	11.2	4.4	6.0
		II	11.8	4.2	6.3
		III	12.6	4.1	5.5
		IV	13.2	3.1	3.9
Perú	Lima	I	11.7	5.9	6.7
		II	14.1	5.0	5.6
		III	13.6	3.8	5.0
		IV	11.4	2.0	2.6
Venezuela	Caracas	I	13.1	6.4	6.0
		II	14.6	5.4	5.8
		III	13.7	4.1	4.5
		IV	12.7	2.7	3.3
	Maracaibo	I	18.6	10.7	12.2
		II	17.0	9.7	1.8
		III	18.6	10.0	11.9
		IV	17.9	7.4	8.2

<sup>1</sup> Las familias están clasificadas en cuartiles de ingreso según el gasto promedio per cápita; cada cuartil representa 25% de las familias.

Fuente: CIAT, estimados de las Encuestas de Presupuesto Familiar ECIEL (organizadas por Brookings Institution y FIPE-Universidad de Sao Paulo, 1971-72).

Cuadro 87. Elasticidad ingreso de la demanda por leche y productos lácteos, por ciudad y estratos de ingreso entre consumidores urbanos.

País	Ciudad	Cuartiles de ingreso (bajo)			
		I	II	III	IV
Brasil <sup>1</sup>	Sao Paulo	0.87	0.66	0.42	0.40
Colombia	Bogotá	0.91	0.69*	0.69	0.52
	Barranquilla	0.99	1.19	0.76	0.32
	Cali	1.02	0.91	1.15	0.37
	Medellín	1.55	1.45	1.20	0.56
Chile	Santiago	1.16	0.90	0.52	0.58
Ecuador	Quito	0.87	1.14	0.82	0.51*
	Guayaquil	0.78	1.12	0.51	0.33
Paraguay	Asunción	1.02	0.21**	0.96	0.13**
Perú	Lima	0.94	0.44	0.47	0.28
Venezuela	Caracas	1.06	0.44	0.43*	0.46
	Maracaibo	1.12	1.37	0.92	0.32

1 En Brasil sólo se incluye leche (líquida, condensada y en polvo). En todos los demás países también se incluyen gastos en productos lácteos como queso.

2 \* Significativo a un nivel del 95%; los valores restantes son significativos a un nivel del 99%. \*\* no significativos a un nivel del 95%.

Fuente: CIAT, basados en ECIEL. Encuestas de Presupuesto Familiar, organizada por Brookings Institution y FIPE-Universidad de Sao Paulo.

Con base en los datos estimados obtenidos en este estudio, las conclusiones preliminares más destacadas en 1978 se confirman para la mayoría de las principales áreas urbanas en América Latina. Se puede inferir que una nueva tecnología que incremente la oferta de carne y leche en América Latina proveerá beneficios absolutos altos para todos los estratos de ingresos, con un impacto neto más grande en el consumo de proteína entre los grupos con deficiencia de la misma. Del mismo modo, los beneficios que reciben los consumidores como consecuencia del aumento en la oferta de carne y leche serán distribuidos menos regresivamente que la distribución actual de los ingresos.

## Estudio de Precios de Insumos/Producción en el Área Objetivo

Dada la importancia de llevar a cabo una evaluación económica de los componentes de la tecnología mejorada para la producción de carne en algunas regiones importantes dentro del área de actuación, durante 1979 se inició una encuesta de los precios para las principales inversiones en la finca. La diferencia relativa de los precios de inversión/producción entre las diferentes regiones implica rentabilidad diferente de la adopción de tecnología y características deseables diferentes para la nueva tecnología, aún bajo condiciones de suelo similares. Los precios relativos son indicadores para los sistemas de producción agrícola de como distribuir sus recursos y pueden ayudar a explicar las diferencias en los niveles de producción, en la mezcla de productos y en el uso de insumos dentro del área de actuación. Se necesita una información adicional antes de que se pueda efectuar un análisis económico para otros países o regiones.

En la Figura 73 se presentan los precios de fertilizantes, tierra, mano de obra, maquinaria y leche relativos a los

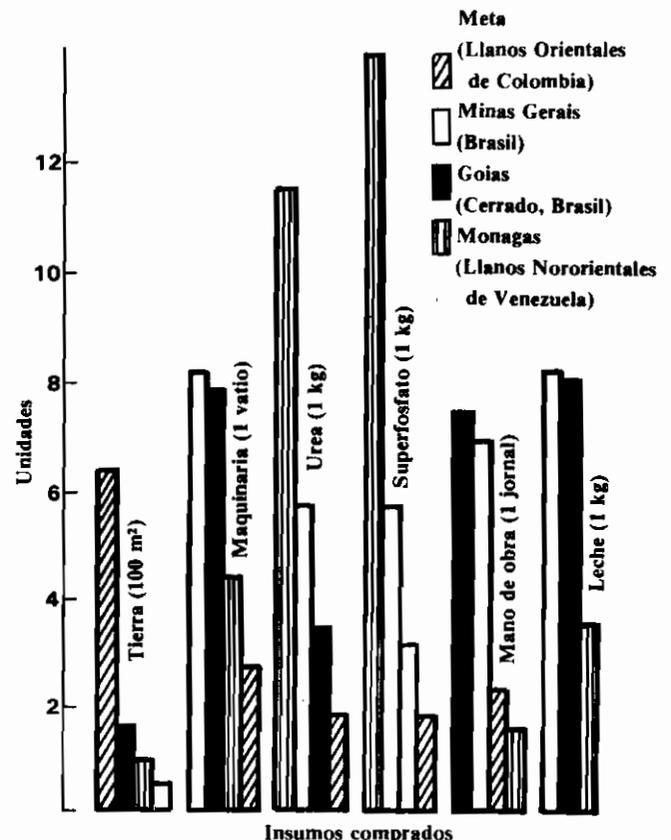


Figura 73. Unidades de diferentes insumos para el ganado adquiridos con 1 kg de carne (peso vivo) en el área objetivo del Programa de Pastos Tropicales, 1979.

precios de carne en cuatro localidades; Llanos Orientales de Colombia, Llanos Nororientales de Venezuela y dos estados del Cerrado brasileño, Goiás y Minas Gerais. Las barras indican el número de unidades de cada insumo o producto que se puede comprar con 1 kg de peso vivo de ganado. Las diferencias entre países son muy altas para todos los casos. Los precios relativos de fertilizantes son considerablemente más bajos en Venezuela, el precio de la tierra es más bajo en los llanos colombianos en tanto que la maquinaria, la mano de obra y la leche son más baratos en el Cerrado brasileño.

Los datos sobre el precio relativo del superfosfato triple para otras localidades se muestran en la Figura 74. De nuevo, en los llanos de Colombia el precio relativo del fertilizante es más alto que en la mayoría de los otros sitios.

Dada la naturaleza cíclica de la industria ganadera, la información de precios para un año determinado tiene que ser complementada con datos de series de tiempo. Las Figuras 75 y 76 presentan la evolución de los precios reales de carne, leche y varios insumos para la producción de ganado en Goiás, Brasil, durante el periodo de 1973-78. Los precios relativos de estos insumos con relación a los precios de la carne han variado con el tiempo y dependen del estado del ciclo de producción del ganado. Este tipo de información se está colectando en otras regiones y servirá no solamente para hacer comparaciones entre países sino también para predecir posibles patrones de adopción.

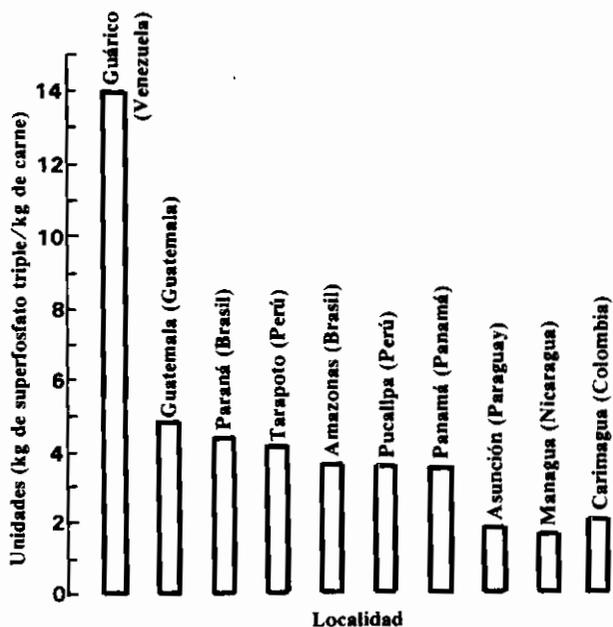


Figura 74. Cantidad (kg) de superfosfato triple comprada con 1 kg de carne (peso vivo) en localidades seleccionadas, 1979. (Fuente: Encuesta del CIAT.)

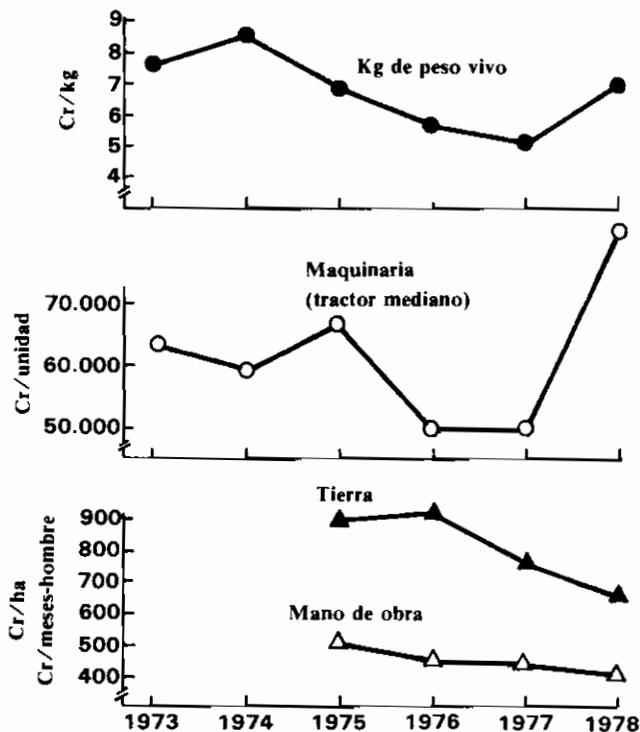


Figura 75. Precios reales de carne y de insumos para la producción de ganado en Goiás, Brasil, 1973-78. (Precios reducidos por el índice de precios de ventas al por mayor, 1975-100.)

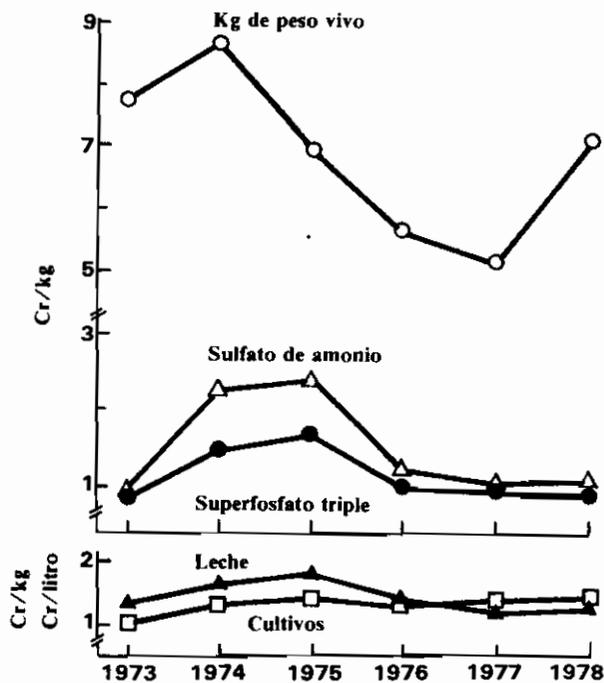


Figura 76. Precios reales de carne e insumos para la producción de ganado en Goiás, Brasil, 1973-78. (Precios reducidos por el índice de precios de ventas al por mayor, 1975-100.)

## Costos de Producción de Semillas en Colombia

Los análisis económicos de los sistemas de producción ganadera en los llanos de Colombia por medio de simulación, han mostrado que las reducciones en los costos del establecimiento de pastos pueden aumentar significativamente los beneficios de los pastos mejorados (por ejemplo, véase el Informe Anual del CIAT, 1978). Las semillas son un insumo significativo en los costos del establecimiento de pastos; normalmente equivalen a un 20% del costo total del establecimiento. Entonces, se puede suponer que los precios de la semilla y la elasticidad de precios para la oferta de semillas estarán entre los factores más importantes que determinen la tasa de difusión de la nueva tecnología en pastos.

Debido a los altos precios de la semilla clasificada observados en Colombia durante 1979, se estudiaron los costos de producción para gramíneas tropicales y leguminosas.

Ferguson<sup>1</sup> (1978) ha descrito cinco sistemas básicos actualmente usados en la producción de semillas de pastos tropicales en las tierras bajas tropicales de América Latina. Con métodos de producción de semillas más intensivos y especializados (Sistema 5 en la clasificación de Ferguson), que actualmente no están desarrollados ni ampliamente difundidos en América Latina, las gramíneas y leguminosas se siembran como cultivos, con énfasis limitado en la producción de forraje. La producción de semillas de *Brachiaria decumbens* en Brasil, Bolivia y Colombia es uno de los pocos ejemplos de este sistema de producción en la región. Sin embargo, se cree que este sistema ofrece mayores oportunidades para una producción comercial viable, mayores potenciales de rendimiento y calidad, además de disponibilidad de mercados y precios más bajos que cualquier otro sistema.

El desarrollo de un mercado relativamente grande para semillas clasificadas dependerá no sólo de la oferta sino también de la demanda. La demanda de semillas producidas comercialmente dependerá en gran parte de los precios de la semilla comercial versus los costos de semillas producidas de otras fuentes. En las fincas que ya disponen de algunas especies estoloníferas, la propagación vegetativa puede ser una alternativa adecuada, pero este sistema requiere más uso de mano de obra y más apoyo

<sup>1</sup> Ferguson, J.E. Sistemas de producción de semilla de pastos en América Latina. En Sánchez, P.A. y Tergas, L.E., Eds. Producción de Pastos en Suelos Ácidos del Trópico, Cali, Colombia, CIAT, Serie 03SG-5, 1978, pp. 385-395.

logístico que la siembra por semilla. En ecosistemas donde algunas especies están bien adaptadas para la producción de forraje y que tienen una alta producción de semillas, la producción de semillas de pastos seleccionados a nivel de finca, sin insumos adicionales (tal como el Sistema 4 de la clasificación de Ferguson) puede ser una alternativa rentable. Puesto que la cantidad de semilla requerida por unidad de área depende de la calidad y esta característica depende, a su vez, del método de producción utilizado, la comparación entre los métodos de producción de semillas se debería hacer en términos de costo de semilla pura viable.

### Producción de semillas de *B. decumbens* y *A. gayanus* como cultivos

Durante 1979, se estimaron los costos de producción comercial de semillas de *B. decumbens* y *A. gayanus* para el Sistema de Producción 5 y según dos métodos de recolección. Se incluyeron costos de procesamiento de la semilla pero no costos de empaque ni distribución. También se estimaron los costos de la semilla como una función de los rendimientos de semilla pura, del método de recolección y del área cultivada.

Puesto que los pastos establecidos para la producción de semillas se pueden utilizar por varios años, todos los costos y ganancias del proyecto se tienen que capitalizar. En este análisis se estima la tasa interna de retorno (TIR) para cada una de las alternativas consideradas. Una vez establecida una TIR del 10%, es posible estimar el precio mínimo al cual se tendría que vender la semilla para lograr dicha rentabilidad.

Los costos del establecimiento de pastos se estimaron asumiendo una preparación convencional de la tierra— arada más dos rastrilladas (Informe Anual del CIAT, 1978, página B-157). Los coeficientes del uso de maquinaria/ha, consumo de combustible/hora, tiempo empleado/ha y mano de obra/ha se estimaron en las granjas experimentales del CIAT. Todas las prácticas culturales requeridas para asegurar una producción óptima de semillas se incluyen en los proyectos, incluyendo altos niveles de fertilizantes durante la fase de establecimiento, aplicaciones anuales de urea, altas dosis de siembra, control de insectos y de maleza y riego en el caso de *A. gayanus*. También se incluyen los costos del secado de la semilla y del alquiler de la tierra. Los costos estimados para la semilla de *B. decumbens* corresponden a los precios y rendimientos en la zona de Villavicencio, donde la semilla comercial de esta especie es comúnmente producida para

abastecer los llanos de Colombia. Los datos usados para *A. gayanus* corresponden a la región del Valle del Cauca, donde se ha realizado la investigación para la producción de esta semilla.

Se hicieron las siguientes consideraciones adicionales: (a) cada año se hacen dos cosechas de semillas; (b) se asume una producción de 3-5 años para la cosecha de *B. decumbens* y de tres años para *A. gayanus*; (c) los precios y los costos son los corrientes de septiembre de 1979; (d) los rendimientos se expresan en términos de semilla pura, (Con el objeto de estimar los precios de venta de semilla comercial se debe especificar la pureza.); (e) en cada clase se considera una fluctuación de posibles rendimientos de semilla basados en resultados experimentales y en observaciones de la producción comercial de semilla en Colombia; (f) se compararán dos métodos de recolección (recolección directa con combinada y recolección manual, secado en el campo por tres días y trillado manual); la diferencia en los rendimientos de la semilla debido al método de recolección usado se describen en el Informe Anual del CIAT, 1978, página B-49); (g) se asume que la semilla se seca al sol, ocasionando costos adicionales en mano de obra; (h) se incluye un ingreso anual adicional de US\$18/ha por concepto de la producción de forraje como subproducto de *B. decumbens*.

## Costos de establecimiento y mantenimiento

Los costos de establecimiento (para ambas especies consideradas en este estudio) se muestran en el Cuadro 88. Se estima un costo de US\$251/ha para el establecimiento de *A. gayanus* como cultivo (1.5 más que para *B. decumbens*); aunque los costos de preparación de la tierra son más bajos, los costos de semillas y herbicidas usados son más altos. Sin embargo, el precio normal de la semilla de *A. gayanus* es artificialmente más alto debido a su escasez en el mercado. Si la semilla de *A. gayanus* estuviera a la mitad del precio actual, los costos de establecimiento bajarían a US\$178/ha y, por lo tanto, serían similares a los costos de establecimiento de *B. decumbens*. Es importante indicar que los costos de semilla representan por lo menos el 35% de los costos totales de establecimiento, seguidos por los costos de fertilizante y de mano de obra.

Los costos anuales de la producción de semillas se presentan en el Cuadro 89. Los mayores costos son **precio de alquiler de la tierra**: la selección de mejores suelos para la producción de semillas conlleva costos más altos. En este caso, *A. gayanus* se cultivó en áreas donde la tierra

Cuadro 88. Costos de establecimiento de *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus*.

Costo incurrido en:	Costo (US\$/ha) <sup>1</sup>	
	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Andropogon gayanus</i>
Preparación de tierra	67	55
Uso de maquinaria	17	18
Mano de obra	50	37
Insumos	105	196
Fertilizante	32	32
Semilla	63	146
Herbicidas	10	18
Total	172	251

1 Los costos están basados en los precios de 1979, a una tasa de cambio de Col.\$42/US\$1.

Cuadro 89. Costos anuales de producción de semillas (precios de 1979) de *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus* usando dos métodos de recolección (20 ha/año).

Costo incurrido en:	Costos (US\$/ha)	
	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Andropogon gayanus</i>
Costo alquiler tierra <sup>1</sup>	175	300
Costos mantenimiento	63	116
Fertilizante	35	26
Riego	-	29
Otros <sup>2</sup>	28	61
Costos recolección <sup>3</sup>		
Recolección mecánica	200	205
Recolección manual	248	409
Costo total		
Recolección mecánica	438	621
Recolección manual	484	825

- 1 El costo del alquiler de la tierra para *B. decumbens* es el precio que prevalece en el área de Villavicencio, que para *A. gayanus* es el precio de tierra con riego en la región del Valle del Cauca.
- 2 Se incluyen costos de mano de obra y maquinaria.
- 3 En ambos casos se asumen dos recolecciones por año. Los costos de recolección incluyen costos de secado y limpieza.

se alquila a US\$300/ha/año. El precio de tierra en el área de piedemonte es de US\$175/ha/año. Los costos del mantenimiento de pastos incluyen fertilización, control de malezas y también riego en el caso de *A. gayanus*. Estos costos son aún más altos para *A. gayanus* que para *B. decumbens*. Los costos de recolección dependen básicamente del método usado y son mayores en el caso de la recolección manual de la semilla de *A. gayanus* la cual demanda más mano de obra. La recolección mecánica es más barata para ambas especies de gramíneas, pero con la recolección manual se obtiene un rendimiento 1.7 veces más alto. De este modo, la comparación final entre métodos de recolección se debe hacer en términos del precio al cual la semilla se puede producir en cada caso y no con base en los costos de producción.

El Cuadro 90 muestra los precios mínimos a los cuales se debería vender la semilla para mantener la TIR del 10%. Estos precios se pueden rebajar considerablemente por medio de la recolección manual, pero este método sólo es factible para áreas pequeñas debido a los altos requerimientos de mano de obra. Para un determinado método de recolección, las economías de escala son mínimas. La mayor reducción en el precio de venta de la semilla se puede lograr mediante la obtención de rendimientos consistentemente altos. El uso del cultivo de *B. decumbens* para la producción de semillas durante cinco años en vez de tres, no tendría casi ningún efecto en el precio de la semilla, como se muestra en el Cuadro 91. Sin embargo, es posible que la producción de semillas disminuya con el tiempo y/o se requiera más fertilizante; de esta manera, el efecto de una mayor duración del cultivo

Cuadro 91. Efecto de la duración de la productividad del cultivo de *Brachiaria decumbens* en el precio de la semilla<sup>1</sup> (1979 US\$/kg de semilla pura).

Duración de la gramínea (años)	Area sembrada (ha)				
	25	50	100	200	300
3	21	20	18	18	17
5	22	19	17	17	16

<sup>1</sup> Los precios mostrados se estiman fijando una tasa interna de retorno del 10%, asumiendo un rendimiento promedio de 30 kg/ha de semilla pura de *Brachiaria decumbens* y usando recolección mecánica.

podría incrementar los costos de producción en vez de disminuirlos.

Si se logran rendimientos intermedios, el precio de la semilla pura de *B. decumbens* debería oscilar entre US\$15/kg - 20/kg y US\$8/kg - 19/kg, para semillas de *A. gayanus*. Asumiendo un 90% de pureza para la semilla comercial clasificada, el precio de la semilla de *B. decumbens* debería ser la mitad del precio que comúnmente prevalece en la región. Se puede concluir que el alto precio prevaleciente se debe a la baja producción de semillas, altos riesgos, alto margen de ganancia o a la combinación de estos factores.

Cuadro 90. Efecto del método de recolección y área sembrada en los precios mínimos<sup>1</sup> de semilla pura de *Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens* (1979 US\$/kg).

Método de cosecha	<i>Brachiaria decumbens</i>					<i>Andropogon gayanus</i>				
	Rendimiento (kg de semilla pura/ha)	Area sembrada (ha)			Rendimiento (kg de semilla pura/ha)	Area sembrada (ha)				
		25	50	100		25	50	100		
Mecánico	15	43	40	37	25	47	40	39		
	30	21	20	18	50	19	16	15		
	50	13	12	11	75	13	11	10		
Manual	25	30			75	15				
	50	15			150	8				
	84	9			225	5				

<sup>1</sup> Estos son precios mínimos que se estimaron asumiendo una tasa interna de retorno del 10%.

<sup>2</sup> La producción de semillas en áreas más pequeñas probablemente se recolectaría manualmente. Lo opuesto sucedería en áreas extensas, donde predominaría la recolección mecánica.



# TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Esta sección se reorganizó durante 1979 con los siguientes objetivos: (1) coordinar los aspectos técnicos de las actividades de adiestramiento; (2) proponer la estrategia y los mecanismos para la validación de tecnología sobre producción y utilización de pastos tropicales; y (3) coordinar las actividades relacionadas con la colaboración internacional.

## Adiestramiento

Durante 1979, 42 profesionales recibieron adiestramiento en las diversas secciones del Programa para continuar los esfuerzos en el desarrollo y fortalecimiento de una red de científicos y técnicos especializados en pastos tropicales para las condiciones de los suelos ácidos e infértiles de América Latina (Cuadro 92).

Entre éstos, ocho asociados en investigación visitantes participaron en proyectos colaborativos con universidades en Canadá, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Alemania Occidental, a fin de llenar sus requisitos para optar los títulos de MS, PhD o grados equivalentes. Además, cinco asociados en investigación visitantes y nueve internos

posgraduados en investigación participaron en proyectos relacionados con actividades específicas dentro del Programa. El objetivo primordial de este tipo de actividades de adiestramiento es el fortalecimiento de programas nacionales para que puedan realizar investigación independiente y colaborativa con el CIAT a nivel regional.

En el Segundo Curso en Investigación sobre Producción y Utilización de Pastos Tropicales, realizado durante el primer semestre de 1979, participaron 24 profesionales provenientes de nueve países del área objetivo del Programa en América Latina, representando instituciones de investigación y desarrollo. Se planeó un tercer curso con objetivos similares para el primer semestre de 1980.

## Experimentos para propósitos de adiestramiento

En CIAT-Quilichao se establecieron varios experimentos para que sirvieran de base para el adiestramiento en metodología de investigación sobre evaluación de pastos y sobre metodología relacionada con los ensayos regionales para adaptación de especies de pastos tropicales en las

Cuadro 92. Países de origen de los profesionales que recibieron adiestramiento en Pastos Tropicales en el CIAT en 1979.

País	No. de profesionales	País	No. de profesionales	País	No. de profesionales
Antigua	1	Colombia	11	Perú	5
Argentina	1	Cuba	4	Venezuela	7
Belice	3	República Dominicana	1	Australia	1
Bolivia	3	Ecuador	3	Holanda	2
Brasil	6	Guatemala	1	Estados Unidos	5
Chile	1	Nicaragua	3	Alemania Occ.	<u>2</u>
				Total	60

1 Las disciplinas en las cuales los participantes recibieron adiestramiento incluyen: Agronomía, Salud Animal, Economía, Entomología, Germoplasma, Producción, Producción de Semilla, Microbiología del Suelo, Suelos, Establecimiento de Pastos y Utilización de Pastos.

condiciones de suelos ácidos e infértiles. Además de los propósitos del adiestramiento, también se realizaron experimentos sobre control de malezas.

Como parte del programa de adiestramiento se establecieron dos experimentos a finales de 1977 para determinar la adaptación relativa de ecotipos seleccionados de gramíneas y leguminosas a las condiciones de pastoreo y corte, bajo diferentes niveles de fertilidad del suelo en CIAT-Quilichao. A pesar de que ocurrieron muy pocos cambios debido a los tratamientos con fertilizante, excepto por un aumento significativo en el P aprovechable y el Ca intercambiable, los ecotipos seleccionados de gramíneas y leguminosas respondieron de manera distinta y algunos mostraron buenos rendimientos de materia seca lo cual

significa una considerable adaptación a estas condiciones (Figuras 77 y 78).

Con base en los rendimientos del primer año, *Cynodon dactylon* cv. Coast-cross 1, podría considerarse como la gramínea rastrera mejorada, más adaptada, según los criterios de supervivencia de las plantas y tolerancia y adaptación a la acidez y baja fertilidad del suelo, desarrollados por la sección de Suelos y Nutrición de la Planta. *Digitaria decumbens* y *Cynodon nlemfuensis* sólo presentaron un buen comportamiento al mayor nivel de fertilidad del suelo. *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *Melinis minutiflora* presentaron un buen comportamiento; *B. decumbens* sobrepasó en rendimiento a todas las gramíneas en este grupo. *Andropogon gayanus* 621,

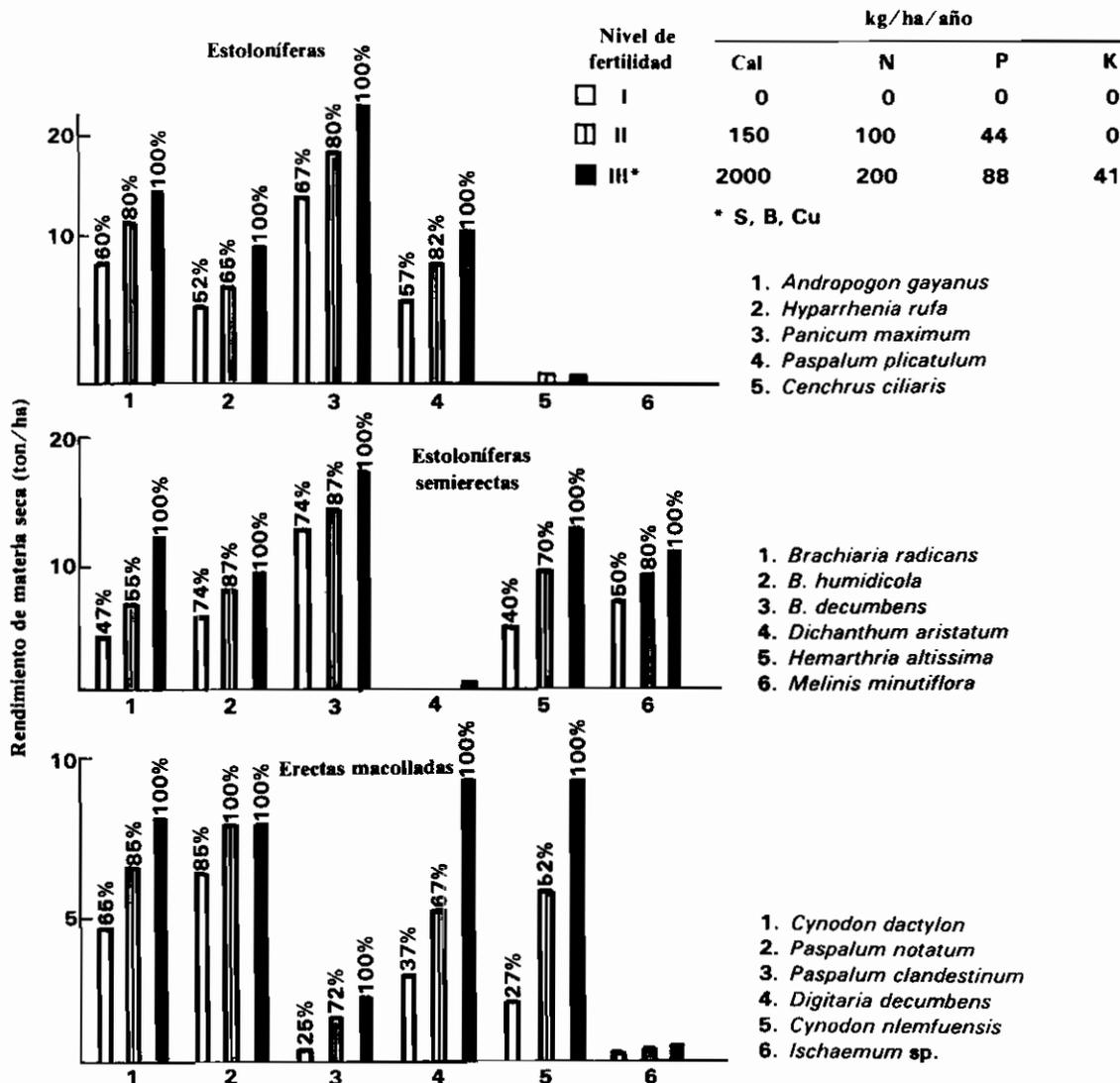


Figura 77. Rendimientos de materia seca durante el primer año y respuestas diferenciales de tres grupos de gramíneas tropicales a tres niveles de fertilidad del suelo en CIAT-Quilichao, 1979.

*Panicum maximum* y *Paspalum plicatulum* fueron las gramíneas de porte alto mejor adaptadas; *P. maximum* produjo el mayor rendimiento de materia seca durante el primer año.

Los ecotipos de leguminosas mejor adaptados y más productivos que también se observaron relativamente libres de enfermedades, fueron *Desmodium ovalifolium* 350, *Centrosema* sp. 438 y *Pueraria phaseoloides* entre los tipos rastreros y *Stylosanthes hamata* 118 y *S. capitata* 1019 entre los tipos arbustivos. Dentro de este último grupo, *Macroptilium* sp. 535, y *S. guianensis* 136 y 184 presentaron un

comportamiento relativamente bueno al comienzo, pero muy poca persistencia hacia el final del primer año debido a las enfermedades fungosas.

La Figura 79 muestra los resultados obtenidos con las especies forrajeras. *Pennisetum purpureum* cv. H-534 fue la única especie que dió un alto rendimiento de materia seca al mayor nivel de fertilidad; sin embargo, el rendimiento relativo a niveles intermedio y bajo estuvo por debajo de los límites de la buena adaptación. *Axonopus scoparius* presentó mejor adaptación pero la productividad durante la estación seca fue solo un 10% del rendimiento anual, lo

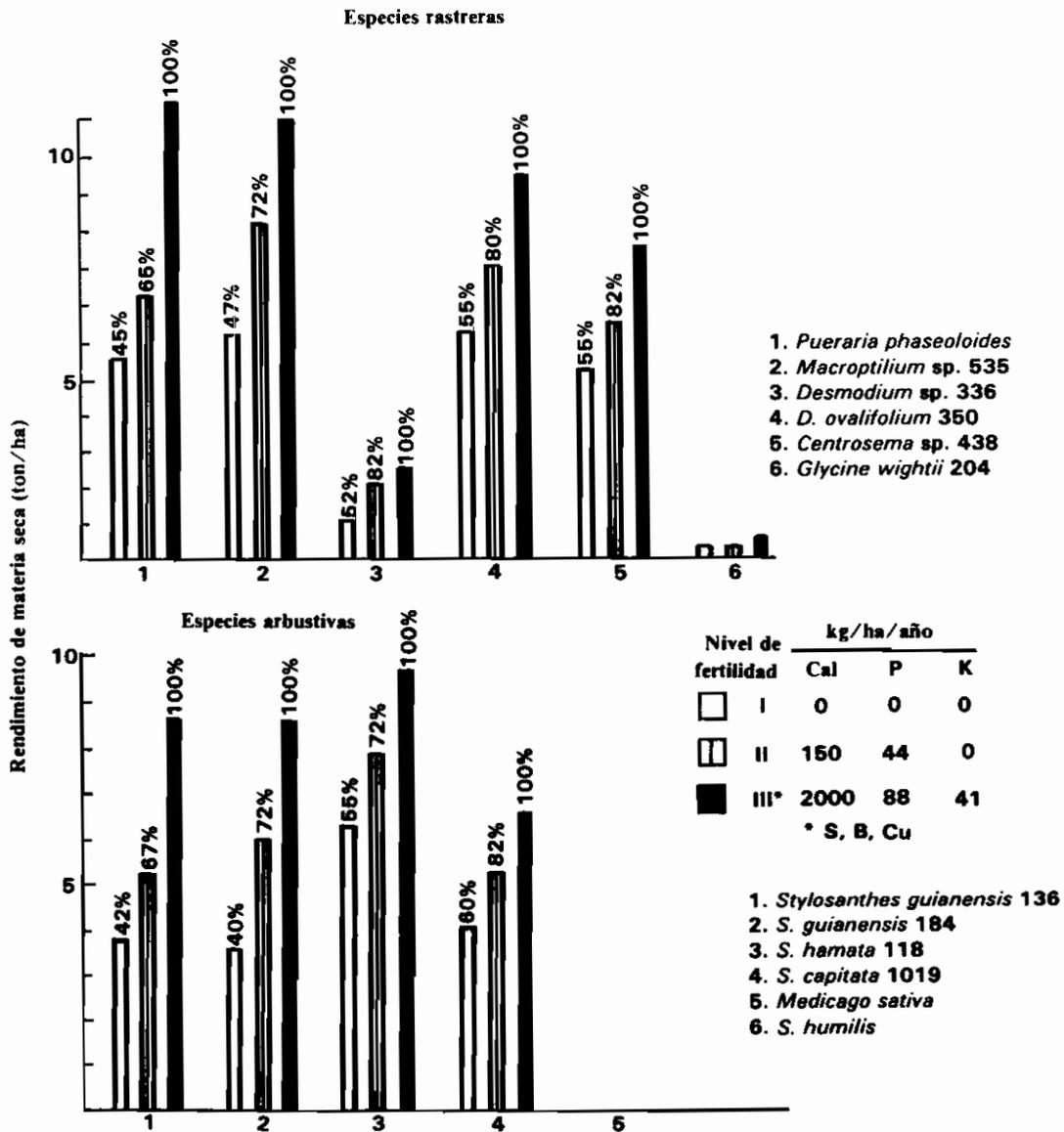


Figura 78. Rendimientos de materia seca durante el primer año y respuestas diferenciales de dos grupos de leguminosas tropicales a tres niveles de fertilidad del suelo en CIAT-Quilichao, 1979.

cual indica su mala adaptación a la sequía. Todas las otras especies incluyendo buenos materiales como *Saccharum officinarum*, *Manihot sativa* y *Leucaena leucocephala*, presentaron un mal comportamiento, lo cual muestra las limitaciones en el uso de forraje para suplementación alimenticia durante la estación seca bajo las condiciones de suelos ácidos e infértiles.

El Cuadro 93 muestra los resultados de la evaluación de ecotipos seleccionados de gramíneas y leguminosas por su adaptación a las condiciones de CIAT-Quilichao. Este experimento fue parte de la red de pruebas regionales que se estableció en 24 localidades en ocho países del área objetivo del Programa. Después de 16 meses, las tres gramíneas estaban presentando un buen comportamiento sin diferencias significativas en rendimiento de materia seca y en las tasas de crecimiento; *S. capitata* 1019 y 1405 sobrepasaron el rendimiento de las demás leguminosas y se observaron relativamente libres de enfermedades y plagas.

## Validación de Tecnología

Los resultados de los experimentos y de las evaluaciones de las especies mejoradas en la red de pruebas regionales son muy alentadores.

La estrategia que se ha considerado para la validación de tecnología en un futuro cercano incluye: (1) la identificación de instituciones activas de desarrollo en el área objetivo del Programa; (2) el adiestramiento de profesionales en la validación y transferencia de tecnología; y (3) la participación en todas las actividades relacionadas con las pruebas regionales para identificar germoplasma que se podría utilizar en los ensayos de validación a nivel de finca.

## Pruebas regionales

Durante 1979, el Programa de Pastos Tropicales se concentró en la organización y realización de la Red de

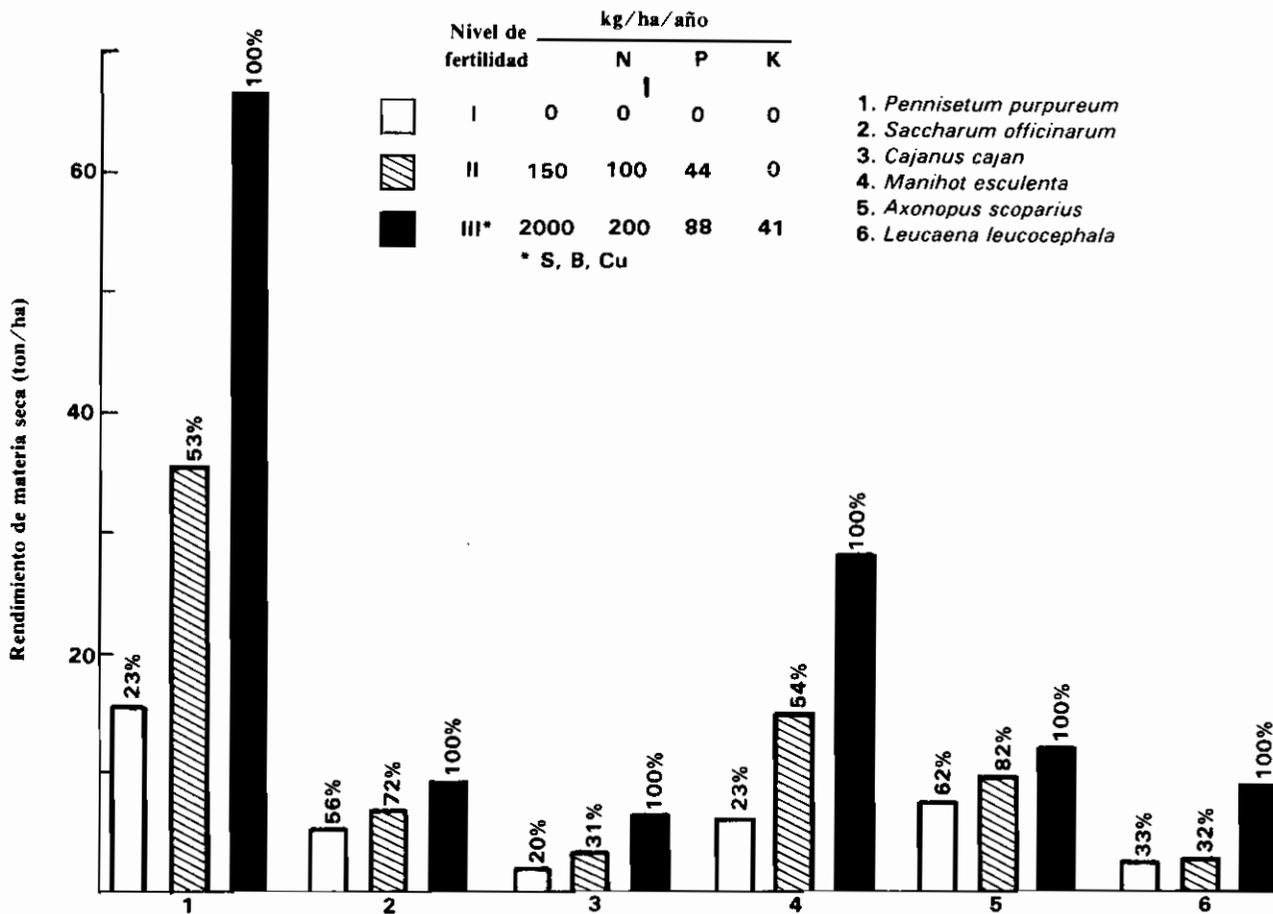


Figura 79. Rendimientos de materia seca durante el primer año y respuestas diferenciales de especies forrajeras a tres niveles de fertilidad del suelo en CIAT-Quilichao, 1979.

Ensayos Regionales. Se formó un Comité de Ensayos Regionales con el fin de integrar otras secciones del Programa en el manejo de la Red.

En la elaboración de una proposición de Organización y Metodología para la evaluación de la Red de Ensayos Regionales el comité tuvo en cuenta la gama de ecosistemas y las limitaciones técnicas y económicas más comunes para las instituciones participantes en la red.

Esta proposición se sometió a la discusión y aprobación de los asistentes a la reunión de discusión sobre la Red de Ensayos Regionales realizada en el CIAT, octubre 1-4, 1979. En este evento participaron 91 científicos y representantes de instituciones de 14 países (Cuadro 94).

La proposición aprobada claramente establece la orientación de la Red de Ensayos Regionales hacia el estudio de la adaptabilidad del germoplasma de pastos a los principales

ecosistemas en vez de considerar la red como un medio para la validación de tecnología.

Se aprobó una secuencia experimental para la evaluación de germoplasma por intermedio de la red (Figura 80). En los Ensayos Regionales A se estudiará la supervivencia a los principales factores del ecosistema (clima, suelo, enfermedades e insectos). Este primer paso incluye un gran número de entradas (más de 100) para su evaluación en pocas localidades representativas de los principales ecosistemas.

Los Ensayos Regionales B permitirán evaluar un número reducido de entradas (aproximadamente 25) seleccionadas para cada ecosistema principal en los Ensayos Regionales A. Los Ensayos Regionales B se utilizarán en subecosistemas dentro de un ecosistema principal. En esta etapa de la evaluación se mide el rendimiento de materia seca de los ecotipos individuales durante los períodos de máxima y mínima precipitación.

Cuadro 93. Rendimientos de materia seca e índices promedio de crecimiento de ecotipos de gramíneas y leguminosas seleccionadas, bajo condiciones de pastoreo a los 16 meses después de su establecimiento en CIAT-Quilichao, 1978-79.

Ecotipos	Rendimiento de materia seca <sup>1</sup> (kg/ha)	Producción (kg/ha/día)
<u>Gramíneas</u>		
<u>Andropogon gayanus</u> 621	27,132a <sup>2</sup>	56.7a
<u>Brachiaria decumbens</u> 606	25,964a	56.8a
<u>Panicum maximum</u>	33,089a	67.1a
Promedio	28,728	60.2
<u>Leguminosas</u>		
<u>Pueraria phaseoloides</u> 9900	9,697c	19.0c
<u>Desmodium heterophyllum</u> 349	6,005d	12.3d
<u>D. ovalifolium</u> 350	9,187c	19.9c
<u>Stylosanthes capitata</u> 1405	17,514a	36.7a
<u>S. capitata</u> 1019	18,170a	37.1a
<u>S. hamata</u> 147	13,055b	26.9b
<u>Centrosema pubescens</u>	7,975c	17.3cd
<u>Centrosema sp.</u> 438	8,869c	17.8c
<u>Macroptilium</u> 535	8,155c	15.8cd
Promedio	8,033	27.0

1 80°C durante 36h.

2 Los promedios dentro de una columna seguidas por una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 0.05.

Cuadro 94. Participantes en la reunión de discusión sobre la Red de Ensayos Regionales para la Adaptación de Especies Forrajeras Tropicales, realizada en el CIAT, octubre 1-4, 1979.

País	Institución	Número de participantes por	
		Instituciones	Países
Australia	Davis Laboratory	1	1
Bolivia	Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz	2	2
Brasil	CEPLAC, Bahía	1	
	CIAT-CPAC, Brasilia	3	
	EMAPA, Maranhao	1	
	EMBRAPA, Brasilia	1	
	EMBRAPA/CENARGEN, Brasilia	2	
	EMBRAPA/CNPGC, Mato Grosso	1	
	EMBRAPA/CNPGL, Minas Gerais	3	
	EMBRAPA/CPAC, Brasilia	3	
	EMBRAPA/CPATU, Pará	2	
	EMGOPA, Boiás	1	
	EPAMIG, Minas Gerais	3	
	FAO/UEPAE, Teresina, Piauí	1	
	IAPAR, Paraná	1	23
Colombia	CENICAFE	1	
	CIAT	20	
	Fondo Gadero del Putumayo	1	
Cuba	ICA	4	26
	Instituto de Ciencia Animal	1	
Ecuador	Ministerio de Agricultura	4	5
	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	2	
Guyana	INIAP	4	6
	Livestock Development Co. Ltd.	1	
Jamaica	Ministry of Agriculture	1	2
	Ministry of Agriculture	1	1
México	INIA	1	1
Nicaragua	INTA	1	1
Perú	COPERHOLTA, Tarapoto	1	
	INIA/CIA, Tarapoto	1	
	INIA-NCSU, Yurimaguas	2	
	IVITA, Pucallpa	2	
	Universidad Agraria "La Molina", Tarapoto	1	7
	Ministry of Agriculture	1	1
Surinam	Ministry of Agriculture	1	1
Venezuela	Centro Nacional de Investigación Agropecuaria	1	
	FONAIAP	3	
	FUSAGRI	1	
	Universidad Central de Venezuela	5	
	Universidad de Oriente	2	
	Universidad de Zulia	2	14
	Total de participantes		91

Las discusiones durante la reunión se limitaron a las metodologías de evaluación de los Ensayos Regionales A y B. Se acordó que se utilizará un sistema uniforme de evaluación para obtener datos confiables y comparables en toda la red.

También se aprobó que la red debe incluir Ensayos Regionales C y D en los cuales el germoplasma seleccionado en los Ensayos Regionales B (5 a 10 entradas) se evaluarán en mezclas de gramíneas/leguminosas bajo condiciones de pastoreo. Las metodologías para estos dos niveles se discutirán en una futura reunión de discusión a realizarse en 1981.

Se presentaron informes de los primeros ensayos regionales ya establecidos. La Figura 81 muestra la localidad de los ensayos existentes en el área objetivo.

Eventualmente, la Red de Ensayos Regionales proporcionará información a las instituciones nacionales y al CIAT acerca del rango de adaptabilidad de germoplasma de pastos a las condiciones ecológicas específicas. Esta información debe servir de base sólida para extrapolar resultados de la investigación en pastos tropicales hacia el área objetivo del Programa.

## Medios Escritos

En el Cuadro 95 se presentan nuevas publicaciones sobre pastos tropicales producidas en el CIAT en 1979. En el Centro de Documentación del CIAT se inició un Boletín de Pastos Tropicales (sólo en español) el cual proporcionará información oportuna a los investigadores de la red, básicamente en América Latina.

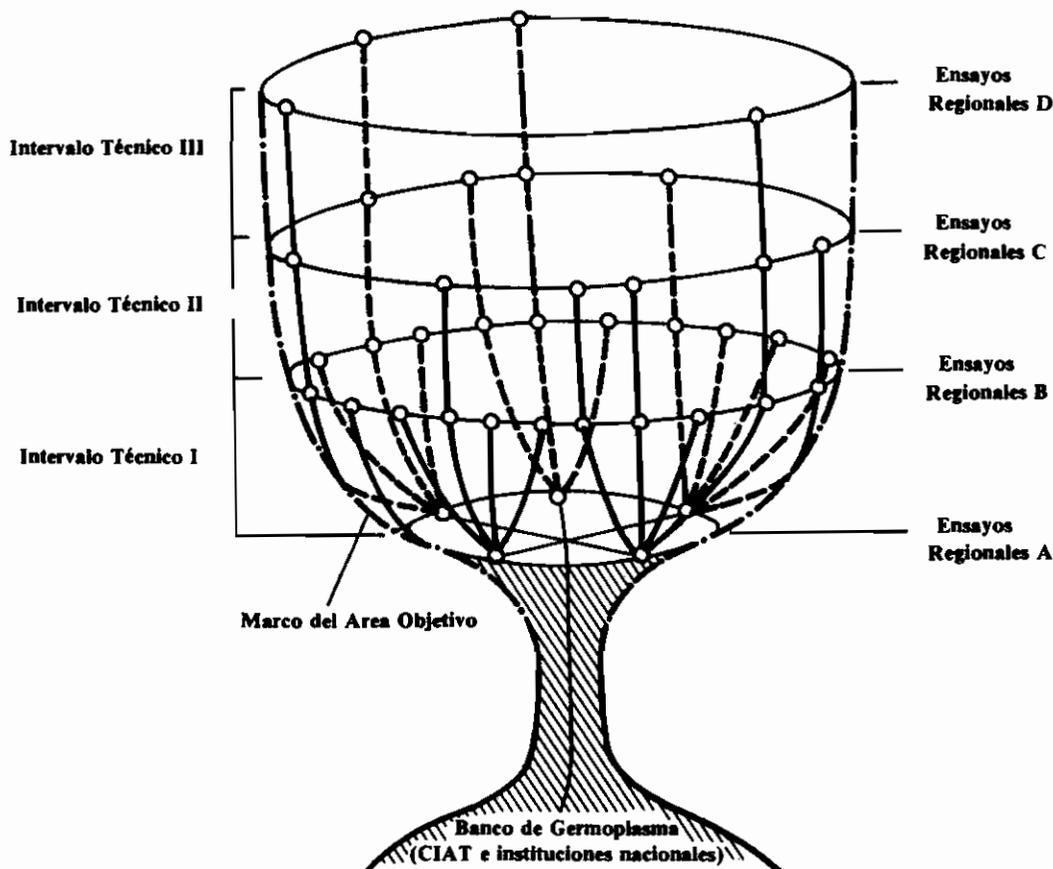


Figura 80. Flujo de germoplasma por la Red de Ensayos Regionales de Pastos Tropicales.

Cuadro 95. Publicaciones de Pastos Tropicales producidas en el CIAT durante 1979.

Código	Título	Idioma	Páginas	Tiraje
02E1G-78	Annual Report 1978	Inglés	182	940
02S1G-78	Separata Informe Anual 1978	Español	193	1500
05EG-1	Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germplasm Resources	Inglés	102	500
05SG-1	Manual para la Colección, Preservación y Caracterización de Recursos Forrajeros Tropicales	Español	106	500
03EG-5	Pasture Production in Acid Soils of the Tropics	Inglés	488	2917
03SG-5	Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos	Español	524	3020
08SG-1	Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales, Vol. I	Español		1500
01SG-1	Boletín Informativo de Pastos Tropicales No. 1	Español		1200



Figura 81. Localización de los primeros Ensayos Regionales para la adaptación de especies forrajeras tropicales en América Latina por ecosistemas.

# PROYECTO FOSFORO CIAT/IFDC

El objetivo del Proyecto Fósforo del IFDC (International Fertilizer Development Center), con sede en el CIAT, es desarrollar una estrategia de manejo del fósforo para los diversos cultivos y sistemas de cultivo actualmente empleados en los suelos ácidos e infértiles de América Latina subtropical y tropical. Como los suelos en cuestión presentan un bajo contenido tanto de P total como de P aprovechable y generalmente presentan una alta capacidad de fijación de P, se deben tener en cuenta no sólo las necesidades de P del suelo sino también las de las plantas. No parece factible que estas necesidades de P puedan ser suplidas mediante el uso del superfosfato triple o simple (SFT y SFS, respectivamente) debido a su alto costo. Igualmente como estas formas de P son bastante solubles, un gran porcentaje de P es fijado por el suelo y, por consiguiente parte de él no es inmediatamente aprovechable por la planta. Por consiguiente parece razonable utilizar otras alternativas diferentes de uso del SFT o SFS tales como las rocas fosfóricas (RF), RF parcialmente aciduladas, mezclas cogranuladas de S con RF y mezclas cogranuladas de SFT o SFS con RF. Estas otras formas de P parece que no solamente son menos fijadas por el suelo sino también su valor residual es superior al de formas de P más solubles. También parece lógico aprovechar la acidez del suelo, utilizando las RF u otras fuentes portadoras de P similares que respondan favorablemente bajo estos ambientes ácidos.

Además, el costo por unidad de P en la forma de RF es aproximadamente un tercio del de SFT o SFS. Al respecto, América del Sur es una región afortunada puesto que hay aproximadamente 17 depósitos grandes de RF conocidos (Informe Anual del CIAT, 1978).

Con el fin de determinar la efectividad agronómica de estas RF y productos de su alteración, se está realizando una serie de experimentos de invernadero y de campo en Colombia, Ecuador y Perú, en diferentes cultivos de prueba. Hasta la fecha muchas de estas RF son promisorias y en algunos casos han demostrado ser superiores al SFT.

## Rocas Fosfóricas

Utilizando un Oxisol de Las Gaviotas, en los Llanos Orientales de Colombia, se realizó un experimento para comparar la efectividad agronómica de 18 RF con SFT y empleando *Panicum maximum* como especie de prueba.

En el Cuadro 96 se presentan los resultados de rendimiento relativo.

Las RF que se conocen por ser altamente reactivas tales como la de Carolina del Norte, Fosbayovar y Gafsa se comportaron casi igual al SFT. Otras RF como las de Africa del Sur, Florida, Huila, Maranhao, Arad y Pesca también fueron promisorias para su aplicación directa. En general, la efectividad de todas las rocas aumentó cuando se usaron mayores dosis en comparación con dosis similares de SFT.

En un experimento de campo realizado en un Oxisol de Carimagua con *Brachiaria decumbens*, se compararon seis RF con el SFT. Este experimento a largo plazo se estableció en 1976 e incluyó dosis de aplicación desde 0 hasta 400 kg de  $P_2O_5$ /ha, al voleo e incorporados en la capa superficial del suelo. Hasta la fecha la gramínea ha sido cortada 11 veces; los datos comparativos de rendimientos se presentan en el Cuadro 97. En todos los casos, los rendimientos obtenidos con las RF se compararon favorablemente con los del SFT en todos los niveles de P aplicado. Aunque los rendimientos iniciales fueron mayores para el SFT, el valor residual de las RF fue superior al de las formas más solubles. Con base en este experimento, una aplicación inicial de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha es suficiente para la producción de gramíneas forrajeras.

En un experimento de campo similar realizado en colaboración con el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) en Perú, en un Ultisol de Pucallpa, *B. decumbens* dió un rendimiento ligeramente superior con RF de Fosbayovar que con SFS (Cuadro 98). Estos datos son consistentes con los obtenidos en Carimagua (Cuadro 99).

## Efectividad agronómica del método de aplicación del P

Se diseñó un experimento de campo en CIAT-Quilichao para determinar el mejor método de aplicación de P en la forma de SFT junto con diferentes niveles de RF de Pesca aplicada al voleo e incorporada. Como especie de ensayo se utilizó *B. decumbens* a la cual se le han hecho cinco cortes. Los resultados son relativamente sorprendentes puesto que la aplicación de la RF de Pesca se compara muy favorablemente con SFT y combinaciones de SFT con RF

(Cuadro 99). También se debe observar que la RF aplicada al voleo sin incorporar también ha dado resultados muy similares a los obtenidos con otros tratamientos. Esto indicaría que algunas RF se pueden utilizar como fuentes de P en praderas establecidas.

Cuando se estableció este experimento, las parcelas testigo se encontraban con tal grado de deficiencia de P que era difícil obtener una buena población de gramíneas. Sin embargo con el tiempo probablemente se presenta una considerable mineralización del P. Como resultado, después de cinco cortes de la gramínea, las parcelas testigo estaban dando un rendimiento de aproximadamente un 50% de los tratamientos con alto nivel de P. Esto también fue observado en otros experimentos en CIAT-Quilichao y es relativamente atípico para un suelo clasificado como Ultisol.

### Efectividad agronómica de RF en gránulos

Se diseñó un experimento de invernadero con maíz en un Oxisol de Carimagua, para determinar el efecto del tamaño de los gránulos de varias fuentes de P en la disponibilidad del P. Los resultados de las dos cosechas se presentan en el Cuadro 100. En el caso de las RF más reactivas, los rendimientos fueron aproximadamente iguales para los materiales molidos y minigranulados los cuales se compararon muy favorablemente con los resultados obtenidos con el SFT y SFS. Con las RF menos reactivas, la disponibilidad de P disminuyó al aumentar el tamaño del gránulo y los rendimientos no se compararon favorablemente con las fuentes de P solubles en cualquier tamaño de partícula.

Los rendimientos relativos disminuyeron considerablemente para todas las RF cuando se emplearon gránulos normales de un tamaño de tamiz -6+14.

Cuadro 96. Efectividad agronómica de rocas fosfatadas según el rendimiento relativo de *Panicum maximum* sembrado bajo condiciones de invernadero en un Oxisol.

Fuente de P	Rendimiento relativo (%)			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado (mg/matero)			
	50	100	200	400
SFT <sup>1</sup>	100 (13.3) <sup>2</sup>	100 (19.0)	100 (20.2)	100 (22.2)
Brasil				
Abaeté	11	33	52	55
Araxá	30	33	56	58
Catalao	5	6	22	38
Jacupiranga	12	13	19	51
Maranhao	60	69	86	91
Patos de Minas	27	42	66	72
Tapira	4	7	10	23
Colombia				
Huila	58	59	84	84
Pesca	56	61	80	83
Sardinata	29	44	68	74
Israel				
Arad	62	62	95	92
Perú				
Fosbayovar	99	79	104	91
Tunisia				
Gafsa	63	72	114	105
Africa del Sur	71	68	93	92
Estados Unidos				
Florida	59	71	86	91
Carolina del Norte	70	78	107	108
Tennessee	42	51	78	95
Venezuela				
Lobatera	56	56	65	76
Testigo (0.6)				

1 El SFT se consideró como el 100% en cada nivel de P aplicado.

2 Los valores entre paréntesis corresponden a los rendimientos en g/matero, (suma de tres cortes).

Cuadro 97. Efectividad agronómica relativa de rocas fosfatadas de varias fuentes según el rendimiento de *Brachiaria decumbens* cultivado en el campo en Carimagua (suma de 11 cortes tomados durante un período de 40 meses), 1976-79.

Fuente de P	Rendimiento relativo (%)			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado (kg/ha)			
	25	50	100	400
SFT anual	(28.6)	(31.6)	(32.3)	(39.2)
SFT residual <sup>1</sup>	100 (19.4) <sup>2</sup>	100 (27.0)	100 (28.0)	100 (33.7)
Florida (EE.UU.)	124	92	101	105
Fosbayovar (Perú)	121	79	105	106
Gafsa (Tunisia)	106	107	107	101
Huila (Colombia)	93	112	100	109
Pesca (Colombia)	109	81	112	113
Tennessee (EE.UU.)	104	76	96	107
Testigo (12.4)				

1 100% de cada nivel de aplicación.

2 Rendimientos de materia seca en ton/ha.

Cuadro 98. Efecto de dos dosis y fuentes de fósforo en el rendimiento de *Brachiaria decumbens* en el campo en un Ultisol de Pucallpa, Perú (suma de 3 cortes), 1978-79.

Fuente de P	Rendimiento (ton/ha)	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado (kg/ha)	
	40	160
SFS	9.7	11.2
Fosbayovar (Sechura)	10.9	11.9
Testigo (4.7)		

### Efectividad agronómica de las mezclas RF:SFT

Se diseñó un experimento de campo para estudiar la efectividad agronómica de tres RF colombianas solas y en combinación con SFT, en el rendimiento de arroz y maní cultivados en rotación en CIAT-Quilichao. Los resultados de las dos cosechas de arroz y una de maní se presentan en el Cuadro 101.

En general, con la primera cosecha de arroz, los rendimientos aumentaron con cada incremento adicional de P en la forma de RF, excepto en el caso de la RF del Huila en cuyo caso los máximos rendimientos se obtuvieron con 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Con las RF menos reactivas provenientes de Pesca y Sardinata, la proporción 1:1 de RF:SFT generalmente dio mayores rendimientos en las dosis de aplicación más bajas. Esto ilustra la necesidad inicial de una forma soluble de P cuando se utilizan dosis bajas.

Los rendimientos del maní no reflejaron los niveles y combinaciones del P aplicado, con excepción de la RF del Huila la cual dio un rendimiento comparable al del SFT en la mayor dosis de aplicación. Muchos de los tratamientos con RF en los niveles más bajos de P aplicado solo fueron ligeramente mejores que el testigo sin aplicación de P.

La segunda cosecha de arroz mostró grandes aumentos en rendimiento en todos los niveles y combinaciones de P aplicado. Aparentemente, de todas las RF se liberaron cantidades significativas de P y los rendimientos de arroz fueron comparables a aplicaciones similares de P en la forma de SFT.

En un experimento similar con *B. decumbens*, los rendimientos después de seis cortes fueron comparables a los descritos en el caso del arroz (Cuadro 102). Aunque los

dos cortes iniciales de la gramínea fueron considerablemente superiores para aquellos tratamientos con mayores proporciones de SFT, los rendimientos totales son aproximadamente iguales con una dosis dada de P debido al valor residual de las RF. En la menor dosis de P aplicado, los rendimientos obtenidos con RF de Sardinata fueron relativamente más bajos debido a su baja reactividad aparente.

### Efectividad agronómica de mezclas coganuladas de RF con SFT y SFS

Con el fin de estudiar el efecto de la proporción de RF con SFS y SFT en el rendimiento del maíz en un Oxisol de Carimagua se realizó un experimento de invernadero. El Cuadro 103 muestra que a medida que aumenta la proporción de P soluble, aumentan los rendimientos. Cuando las relaciones RF, SFT o SFS en polvo se comparan con minigránulos (Cuadro 104), estos últimos

son más efectivos cuando se utiliza una RF más reactiva como la de Florida. En el caso de las RF menos reactivas como la de Pesca, los resultados varían dependiendo de si la RF se mezcla con SFS o con SFT. En general, cuando la RF se mezcla con SFS la RF molida parece superior al material minigranulado. Lo contrario es cierto cuando la RF de Pesca se mezcla con SFT. Se está estudiando la razón de este comportamiento.

### Efectividad agronómica de RF parcialmente aciduladas

Se está realizando un experimento de campo para determinar la efectividad agronómica de RF parcialmente aciduladas (20% con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en el rendimiento de arroz seco en Carimagua. Hasta el momento sólo se ha realizado una cosecha (Cuadro 105).

Cuadro 99. Manejo del fósforo en el establecimiento y mantenimiento de *Brachiaria decumbens* en el campo en CIAT-Quilichao (suma de 5 cortes), 1978-79.

Fuente de P (kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Método de aplicación	Rendimiento relativo (%)			
		RF de Pesca (kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)			
		0	100	200	400
SFT					
0		53	87	98	100
50	Al voleo sin incorporar	103	96	95	103
100	Al voleo sin incorporar	88	98	106	-
50	En bandas	58	85	95	100 <sup>1</sup> (17.1) <sup>2</sup>
100	En bandas	84	75	102	-
50	Al voleo e incorporado	82	98	102	98
100	Al voleo e incorporado	104	103	102	-
50	En franjas	-	-	-	84
Pesca	Al voleo sin incorporar	-	75	103	89

1 Tratamiento considerado como 100%.

2 Rendimiento de materia seca en ton/ha.

Cuadro 100. Efecto del tamaño de gránulo de cinco rocas fosfatadas aplicadas al maíz (200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) cultivado en invernadero en un Oxisol de Carimagua (suma de 2 cosechas).

Fuente de P	Rendimiento relativo (%)		
	Polvo (tamiz 200)	Minigránulos (tamiz -48 + 150)	Gránulo normal (tamiz -6 + 14)
SFT	91	95	100 <sup>1</sup> (17.7) <sup>2</sup>
SFS	114	98	97
Arad (Israel)	116	84	18
Araxa (Brasil)	63	44	15
Florida (EE.UU.)	84	95	26
Carolina del Norte (EE.UU.)	95	97	55
Pesca (Colombia)	45	32	20
Testigo (2.4)			

1 El SFT con un gránulo de tamaño normal se consideró como el tratamiento 100%.

2 La cifra entre paréntesis corresponde al rendimiento de tejido en g/matero.

Cuadro 101. Efectividad agronómica de tres rocas fosfatadas de Colombia, solas y en combinación con SFT, según los rendimientos relativos de arroz de secano y maní cultivados en rotación en CIAT-Quilichao, 1978-79.

Fuente de P	RF:SFT <sup>1</sup>	Rendimiento relativo (%)											
		Arroz 1978B			Maní 1979A			Arroz 1979B					
		50	100	200	50	100	200	50	100	200			
		(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)			(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)			(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)					
SFT en bandas	1:0	91	101	100 <sup>2</sup>	(5.5) <sup>3</sup>	79	94	100 <sup>2</sup>	(3.8) <sup>3</sup>	85	93	100 <sup>2</sup>	(7.2) <sup>3</sup>
RF Huila	1:0	103	99	109		82	77	95		97	83	104	
RF Huila + SFT	1:1	99	108	111		72	80	86		76	84	104	
RF Pesca	1:0	73	95	93		72	68	77		83	91	97	
RF Pesca + SFT	1:1	79	94	103		69	73	74		86	91	96	
RF Sardinata	1:0	71	73	94		68	73	76		83	79	04	
RF Sardinata + SFT	1:1	85	96	94		75	74	84		83	86	97	
Testigo		(2.9) <sup>3</sup>			(2.5) <sup>3</sup>			(4.9) <sup>3</sup>					

1 Con base en el contenido total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de la fuente de P.

2 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en la forma de SFT se consideró como el tratamiento 100%.

3 Rendimiento en ton/ha.

Cuadro 102. Efecto de diferentes proporciones de SFT y tres rocas fosfatadas de Colombia en el rendimiento relativo de *Brachiaria decumbens* a nivel de campo en CIAT-Quilichao (suma de 6 cortes), 1978-79.

Fuente de P	RF:SFT <sup>1</sup>	Rend. relativo (%) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	
		100	200
SFT	0:1	94	100 <sup>2</sup> (21.2) <sup>3</sup>
RF Huila	1:0	88	99
RF Huila + SFT	3:1	84	103
RF Huila + SFT	1:1	87	97
RF Huila + SFT	1:3	84	94
Pesca	1:0	81	95
RF Pesca + SFT	3:1	95	93
RF Pesca + SFT	1:1	90	95
RF Pesca + SFT	1:3	102	118
Sardinata	1:0	71	84
Sardinata + SFT	3:1	80	93
Sardinata + SFT	1:1	72	91
Sardinata + SFT	1:3	82	90
Testigo 63%			

- 1 Con base en el contenido total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de las fuentes de P.
- 2 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en la forma de SFT se consideró como el tratamiento 100%.
- 3 Rendimiento de materia seca en ton/ha.

En la dosis de aplicación más baja (100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) hubo un aumento en el rendimiento con la RF de Florida parcialmente acidulada en comparación con la no acidulada. La minigranulación favorece este efecto aún más. En el caso de la RF de Carolina del Norte, parece haber una ligera disminución en el rendimiento como consecuencia de la acidulación. En la mayor dosis de P, todos los tratamientos se compararon favorablemente con el SFT.

En otro experimento de campo realizado en Carimagua con RF de Florida parcialmente acidulada (20% con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) y *P. maximum* como cultivo de prueba, se

Cuadro 103. Efecto de la proporción de roca fosfatada y SFS o SFT en el rendimiento de maíz cultivado en el invernadero en un Oxisol de Carimagua (suma de 2 cosechas).

Fuente de P	Rendimiento relativo (%) <sup>1</sup>				
	RF:SFS o SFT				
	1:0	3:1	1:1	1:3	0:1
SFS	-	-	-	-	100 <sup>2</sup> (18.9) <sup>3</sup>
SFT	-	-	-	-	91
RF Florida + SFS	71	70	91	99	-
RF Florida + SFT	71	72	92	98	-
RF Pesca + SFS	27	53	75	99	-
RF Pesca + SFT	27	64	70	89	-
Testigo (16%)					

- 1 Todas las dosis de P se promediaron. El tamaño de gránulo utilizado fue el del minigránulo (tamiz -48 + 150).
- 2 El SFS se consideró como el tratamiento 100%.
- 3 Rendimiento de tejido en g/matero.

obtuvieron resultados similares a los descritos con la RF de Florida (Cuadro 106). El minigránulo parcialmente acidulado fue mejor que la RF en polvo. También es interesante observar lo bien que se comportó el gránulo de tamaño regular (tamiz -6 + 14), parcialmente acidulado, en las mayores dosis de aplicación. El valor residual de estas partículas de mayor tamaño podría ser importante agronómicamente.

Si las RF parcialmente aciduladas han de tener un impacto agronómico, se deben utilizar rocas menos reactivas. Como muchas de las RF de América del Sur presentan baja reactividad, tal vez sea benéfica la acidulación parcial. Actualmente se están adelantando ensayos de selección en invernadero para evaluar estos efectos.

## Mecanismos de Fijación de Fósforo

En un intento por lograr una mayor comprensión sobre los mecanismos de fijación de P en suelos tropicales de América Latina, se realizaron varios análisis para determinar si existen correlaciones entre ciertos parámetros. Los análisis se hicieron en 23 suelos colombianos; en el Cuadro 107 se presenta un resumen.

En general se encontró que el contenido de Al activo (extraído con  $\text{NH}_4\text{OAc}$  amortiguado a pH 4.8), Al reactivo (extraído con  $\text{MgCl}_2$  a pH 8.2-8.5) y materia orgánica se correlacionan directamente con la fijación de P. No parece haber una relación consistente entre la fijación de P y otros parámetros del suelo tales como el pH, el Al intercambiable y los óxidos de Fe libres.

Cuadro 104. Efecto de la proporción de roca fosfatada y SFS o SFT, y de la granulación en el rendimiento de maíz cultivado en el invernadero en un Oxisol de Carimagua (suma de 2 cosechas).

Fuente de P	FS:SFS o SFT	Rendimiento relativo (%) <sup>1</sup>	
		Polvo	Minigránulo (tamiz -48 + 150)
SFS	0:1	105	100 <sup>2</sup> (18.9) <sup>3</sup>
SFT	0:1	88	91
RF Florida	1:0	65	71
RF Florida + SFS	3:1	59	70
RF Florida + SFS	1:1	51	91
RF Florida + SFS	1:3	89	99
RF Florida + SFT	3:1	66	72
RF Florida + SFT	1:1	56	92
RF Florida + SFT	1:3	73	98
RF Pesca	1:0	40	27
RF Pesca + SFS	3:1	61	53
RF Pesca + SFS	1:1	83	75
RF Pesca + SFS	1:3	101	99
RF Pesca + SFT	3:1	55	64
RF Pesca + SFT	1:1	57	70
RF Pesca + SFT	1:3	79	89
Testigo (16%)			

1 Todas las dosis de P se promediaron.

2 El tratamiento de minigránulos de SFS se consideró como el 100%.

3 Rendimiento de tejido en g/matero.

Cuadro 105. Efecto de la acidulación parcial, de las dosis de P y de la granulación de dos rocas fosfatadas, en el rendimiento de arroz seco cultivado en el campo en Carimagua, 1978.

Fuente de P <sup>1</sup>	Tamaño de gránulo	Acidulación con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)	Rendimiento relativo (%) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	
			100	200
SFT	Normal	100	81	100 <sup>2</sup> (4.3) <sup>3</sup>
RF Carolina del Norte	Polvo	0	79	93
RF Carolina del Norte	Polvo	20	74	98
RF Carolina del Norte	Minigránulo	0	93	112
RF Carolina del Norte	Minigránulo	20	84	109
RF Florida	Polvo	0	70	107
RF Florida	Polvo	20	81	109
RF Florida	Minigránulo	0	74	107
RF Florida	Minigránulo	20	95	100
Testigo (42%)				

- 1 El SFT, se aplicó en bandas y todas las rocas fosfatadas se aplicaron al voleo.
- 2 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en la forma de SFT se consideró como el tratamiento 100%.
- 3 Rendimiento en ton/ha.

Cuadro 106. Efecto de la acidulación parcial, de las dosis de P y de la granulación de la roca fosfatada de Florida en el rendimiento de Panicum maximum cultivado en el campo en Carimagua (1 corte), 1979.

Fuente de P	Tamaño de gránulo	Acidulación con H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (%)	Rendimiento relativo (%) (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)		
			50	100	200
SFT	Normal	100	50	73	100 <sup>1</sup> (6.0) <sup>2</sup>
RF Florida	Polvo	0	28	53	73
RF Florida	Minigránulo	20	53	63	82
RF Florida	Normal	20	37	68	102
Testigo (1.7%)					

- 1 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en la forma de SFT se consideró como el tratamiento 100%.
- 2 Rendimiento de materia seca en ton/ha.

Cuadro 107. Resumen del promedio de los parámetros químicos del suelo agrupados en categorías relativas de fijación de P (suelos de 23 localidades de Colombia).

Categoría	Clasificación del suelo	Fijación relativa P	% P fijado (10 ppm P adicionado)	pH	Materia orgánica (%)	Al inter-cambiable (meq/100 g)	% sat. Al	Al activo (meq/100 g)	Al reactivo (meq/100 g)
1	Andept	Muy alta	80%	5.3	20.4	1.3	39.2	12.3	29.8
2	Andept-Oxisol-Ultisol	Alta	60-80%	5.0	7.8	2.3	40.9	3.8	8.9
3	Oxisol-Inceptisol	Regular	40-60%	4.8	4.2	2.5	56.7	3.1	7.3
4	Mollisol	Baja	40%	6.3	4.3	0.2	0.8	0.7	3.4

Categoría	Oxidos de Fe libres (% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	P-Al ppm	% P - Al del P total	P-Fe ppm	% P - Al del P total	P orgánico (ppm)	% P orgánico del P total	No. de localidades
1	2.9	16.2	2.1	6.3	1.1	603.0	72.0	4
2	4.6	4.1	0.8	46.4	6.7	267.1	54.8	6
3	4.7	1.2	0.6	8.7	5.7	126.8	40.2	8
4	2.9	4.5	0.9	6.5	1.4	106.9	21.2	5



# EVALUACION DEL RECURSO TIERRA DE AMERICA TROPICAL

Con el fin de crear una base para el desarrollo y la transferencia efectiva de tecnología basada en germoplasma y para facilitar el desarrollo y la revisión de las prioridades de investigación compatibles con las realidades geográficas y tendencias económicas, el CIAT, en colaboración con las agencias nacionales incluyendo el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (CPAC-EMBRAPA) en Brasil y los Ministerios de Agricultura de otros países, está actualmente evaluando la información sobre recursos de tierras en América tropical. Este trabajo se inició a mediados de 1977 como un estudio específico de las regiones de Oxisoles y Ultisoles para ayudar a establecer prioridades técnicas para el mejoramiento de especies forrajeras. La información sobre tierras se reduce a una base común en términos de clima, paisaje, vegetación y suelos. El estudio cubre actualmente más de 850 millones de hectáreas (Figura 82). En los Informes Anuales del CIAT de 1977 y 1978 se presentan avances y algunos hallazgos preliminares.

A pesar de que la terminación del estudio se había proyectado para mediados de 1979, su alcance se amplió para cubrir regiones de interés para otros programas de investigación del CIAT incluyendo yuca, frijol, arroz y maíz (solamente para la región Andina) y para proporcionar información para la producción de cultivos, forrajes y agro-silvicultura en América Latina tropical en general.

Con el fin de acelerar el análisis de la información sobre el recurso tierra, se estructuró un sistema computarizado para el almacenamiento, la recuperación y el análisis de información, con capacidad para imprimir no solamente los datos sino también mapas temáticos. Este sistema se puede expandir fácilmente y permite el análisis de los datos sobre el recurso tierra a la luz de información adicional proveniente de otras fuentes, particularmente de estudios económicos. La información registrada en el banco de datos ya se ha puesto a la disposición de las instituciones agrícolas en una serie de cintas de computador.

## Metodología

### Clasificación de tierras

Con el fin de proporcionar un resumen geográfico del recurso tierra, se decidió modificar el enfoque de los sistemas de tierra desarrollado por Christian y Stewart en 1953 en su estudio del recurso tierra de la región de Katherine-Darwin de Australia del Norte. Para este estudio, un sistema de tierra se definió como "un área o grupo de áreas en donde existe un patrón repetitivo de clima, paisaje y suelos". Los parámetros ambientales se organizaron en orden categórico para formar un verdadero sistema de clasificación de tierras:

- Clima
  - Energía radiante recibida
  - Temperatura
  - Evapotranspiración potencial
  - Balance hídrico
  - Otros factores climáticos
- Paisaje
  - Topografía
  - Hidrología
  - Vegetación
- Suelos
  - Características físicas del suelo
  - Características químicas del suelo

# Mapas de Sistemas de Tierras

## Estudio del Recurso Tierra

Mapas completos



Mapas en progreso

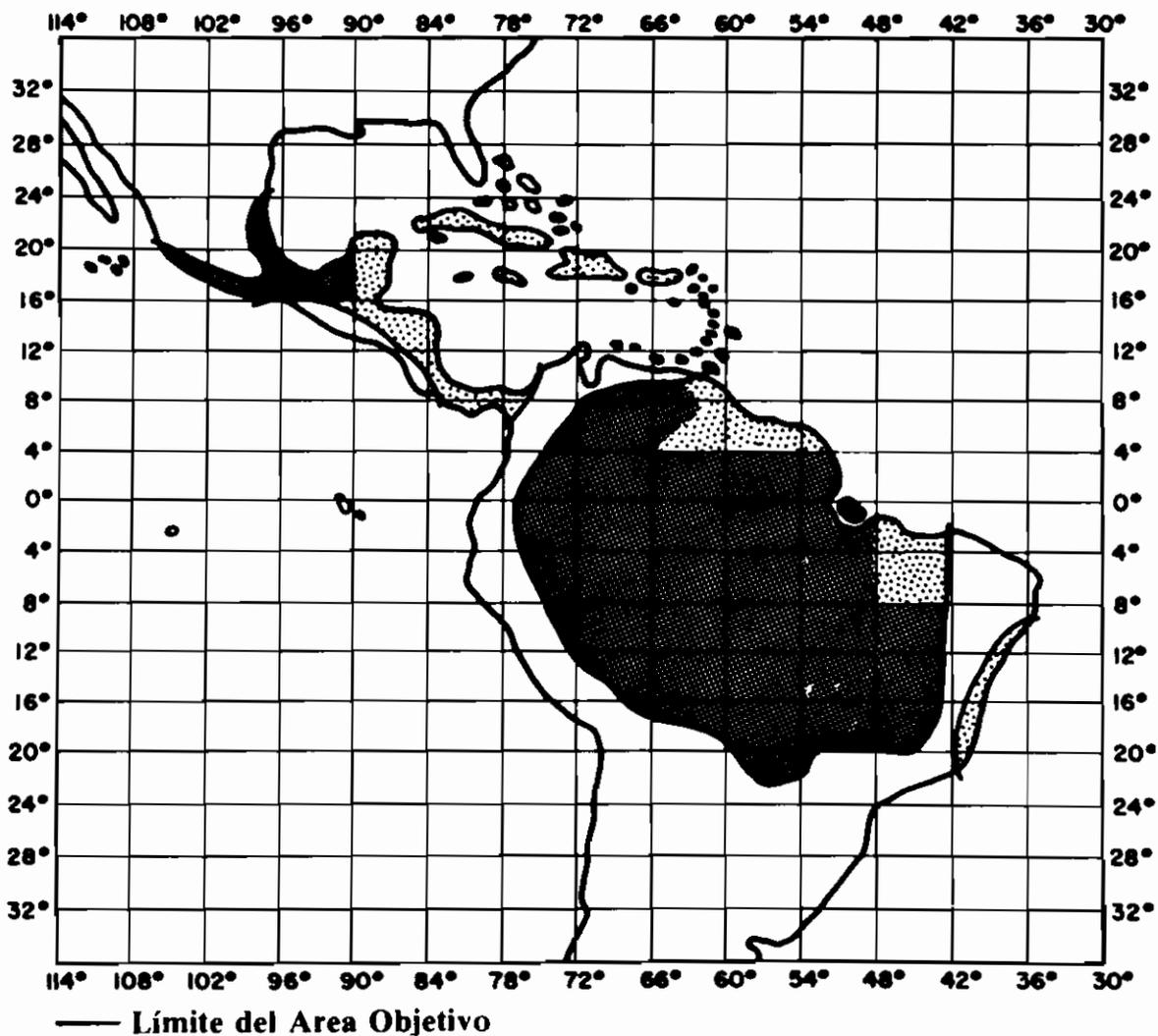


Figura 82. Cubrimiento geográfico del estudio.

Estos fueron los principales parámetros utilizados para delimitar un sistema de tierra. Paradójicamente la delimitación de los sistemas de tierra resultó efectiva no solamente para describir el recurso tierra de una región de la cual se tuviera poca o ninguna información, sino también para condensar y resumir la gran cantidad de información impresa que ocasionalmente se encuentra disponible sobre algunas regiones de poca extensión geográfica, en donde se han hecho estudios detallados incluyendo reconocimientos de suelos, estudios climatológicos y experimentación a nivel de campo. Para los sitios sobre los cuales no se dispuso de información se hicieron algunos trabajos de campo. Los mapas de sistemas de tierra se hicieron a escala 1:1,000,000 y se numeraron de acuerdo al código de la Carta Internacional del Mundo al millonésimo.

Para suministrar una base geográfica precisa para la delimitación de los sistemas de tierra, se utilizaron imágenes de satélite y de radar. Se obtuvieron imágenes de radar para la región del Amazonas de Brasil. Mediante el uso de imágenes de satélite y de radar, se logró evitar las imprecisiones topográficas de muchos mapas existentes.

## Clima

Inicialmente se analizaron datos de aproximadamente 1144 estaciones meteorológicas de América Central y del Sur y los análisis para estaciones representativas seleccionadas se incorporaron como parte integral del banco de datos sobre recursos de tierra. Este trabajo está disponible como publicación impresa por computador, con un texto explicativo<sup>1</sup> o como una cinta de computador.

La metodología utilizada para calcular la evapotranspiración potencial (ETP) es la descrita por Hargreaves. Este método fue seleccionado debido a que utiliza los datos climáticos disponibles para dar un estimativo probado de la ETP. Era de importancia fundamental que la ETP se calculara lo más realísticamente posible para evaluar el equilibrio hidrológico y la estación de crecimiento y para proporcionar una guía sobre la cantidad total de energía disponible para el crecimiento de las plantas. La radiación solar y la temperatura son los factores más importantes para determinar la ETP, y son los dos parámetros básicos de la ecuación de Hargreaves.

<sup>1</sup> Hancock, J.K., Hill, R.W., y Hargreaves, G.H., comp. Potential evapotranspiration and precipitation deficits for tropical America. Cali, Colombia. CIAT 1979. 398 p.

La Figura 83 muestra un impreso de datos climáticos de Luziania, Brasil, utilizado para describir el clima del sistema de tierra No. 1 del estudio.

El déficit de precipitación en mm es la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración potencial.

La precipitación confiable (PD) es la probabilidad del 75% de la ocurrencia de precipitación, la cual se puede describir como la cantidad de precipitación que caerá o excederá en tres de cada cuatro años.

El Índice de Disponibilidad de Humedad (MAI) es un índice al 75% de probabilidad de ocurrencia de precipitación; se define como la PD dividida por la ETP. Un valor de MAI de 1.00 significa que PD es igual a la ETP.

Además de los trabajos climáticos que conducen a la estimación del equilibrio hidrológico se tomó nota separada sobre estos fenómenos climáticos tales como riesgos de huracán a lo largo de la costa del Golfo de México y de los países del Caribe.

En el CIAT se está desarrollando un sistema de archivos para el acceso directo al almacenamiento y recuperación de la información meteorológica de este estudio y de otras fuentes. Estos archivos (SAMB DATA) permitirán recuperar información fácilmente y actualizar los archivos con mejores estimativos de los parámetros climáticos a medida que se vayan actualizando. A finales de 1980 habrá disponible un manual que describe la estructura y utilización del programa. La operación de este sistema adicional y la actual acumulación activa de datos climáticos, debería permitir un análisis más detallado del clima.

Se utilizó un patrón definido de clima como primer criterio para delimitar los sistemas de tierras. El segundo criterio fue el paisaje.

## Paisaje

La agricultura se realiza en unidades de tierra. El paisaje, especialmente los aspectos topográficos e hidrológicos, es con frecuencia crítico en la determinación del tipo de sistemas agrícolas adoptados. Por esta razón, al considerar en la práctica la producción agrícola y al evaluar tierras como recursos para la agricultura es necesario tener una medida clara de las características del paisaje.

=====													
TARGET AREA SURVEY													
=====													
POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION AND PRECIPITATION DEFECIT FOR BRAZIL													
=====													
207C LUZIANIA													
LAT 16 15 LON 47 56 958. METERS													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
MEAN TEMP	21.9	22.0	21.7	21.1	19.4	18.3	18.1	20.0	22.1	22.3	21.9	21.6	20.9
REL HUM	72	78	79	61	52	41	38	43	63	75	79	87	64
PCT SUN	59	52	51	69	76	84	87	83	67	55	50	40	64
MEAN RAD.	574	523	481	495	452	440	461	512	526	529	527	475	500
PRECIP.	228	201	229	96	16	7	4	5	27	130	215	317	1475
POT ET	164	135	136	134	120	110	118	139	146	152	145	134	1632
DEF PREC	-65	-66	-93	38	104	103	114	133	119	22	-70	-183	157
DEP PREC	141	123	142	53	0	0	0	0	7	76	132	200	
MAI	0.86	0.91	1.04	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.50	0.91	1.49	

MEAN TEMP	Temperatura Media en Grados Celcius
REL HUM	Humedad Relativa
PCT	Porcentaje Posible de Brillo Solar
MEAN RAD	Radiación Solar Media en Lagleys/Día
PRECIP	Precipitación Media en mm
POT ET	Evapotranspiración Potencial en mm
DEF PREC	Déficit de Precipitación en mm
DEP PREC	Precipitación Confiable en mm
MAI	Indice de Disponibilidad de Humedad

Figura 83. Muestra de una hoja impresa de computador con un análisis climático de la región de Luziania, Brasil.

La mayor parte de la delimitación de los sistemas de tierra se realizó con imágenes de satélite, utilizando contactos fotográficos en blanco y negro de las bandas espectrales 5 y 7. La banda 5 (rojo más bajo del espectro) dio una imagen útil de la vegetación y la topografía, y la banda 7, la banda infraroja cercana del espectro, dio una mayor penetración de niebla y discriminación agua-tierra.

Para las áreas más húmedas de América tropical es aún difícil obtener una imagen exenta de nubosidad. La mayor área afectada por este problema es la región del Amazonas. Afortunadamente, las imágenes de radar ya están disponibles para la mayor parte de la Amazonía brasileña y éstas se utilizaron como una base geográfica para la delimitación de sistemas de tierra en esta región. Las imágenes de radar de visión lateral producen una excelente imagen topográfica del paisaje pero no son tan efectivas como la imagen del satélite para ayudar a interpretar las características del recurso tierra tales como la cubierta vegetal y las características hidrológicas.

Para algunas áreas, incluyendo el piedemonte húmedo del oriente de Bolivia, se utilizaron fotografías aéreas para interpretar los patrones del paisaje.

En los casos en que fue posible, y especialmente cuando la información sobre las características de la región era escasa o nula, se realizó trabajo de campo para revisar la interpretación fotográfica. Se utilizó una avioneta (STOL) para cubrir áreas remotas y se hicieron esfuerzos dentro del tiempo programado para examinar las principales secuencias del suelo de acuerdo a los patrones del paisaje.

Con la delimitación de los sistemas de tierra, el paisaje dentro de los sistemas individuales se describió de tal manera que permitiera computarizar sus características principales.

**Las facetas del paisaje.** La subdivisión del paisaje en facetas se utilizó como puente para cerrar la brecha entre

los sistemas de tierra y las unidades del suelo, ya que las facetas son relativamente uniformes, por lo menos en lo que respecta a las características edáficas. Obviamente, en algunos casos las facetas del paisaje contendrán suelos con diferentes propiedades, pero se debe aceptar algún nivel de generalización al hacer un inventario del recurso tierra. El objetivo del estudio no fue reemplazar el reconocimiento de suelos en sí; la unidad cartográfica más pequeña es el sistema de tierra. Sin embargo, es axiomático que el estudio debe proporcionar un inventario de las características de las tierras, incluyendo las propiedades físicas y químicas del suelo de las facetas del terreno dentro de los sistemas de tierra.

La Figura 84 ilustra un paisaje típico identificado como un sistema de tierra; está claro que el paisaje se puede dividir en facetas 1 y 2 para representar la superficie plana y las regiones menores de valle. Para conveniencia de la computarización, los sistemas de tierra se describieron con base en un máximo de tres facetas de tierras.

## Suelos

Con el fin de describir los suelos de las facetas del terreno, éstos se clasificaron en las categorías del Gran Grupo del sistema de Taxonomía de Suelos utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y luego se categorizaron en términos de sus propiedades físicas y químicas.

En el sistema de Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, los suelos no están agrupados según aquellos que "tengan características físicas y químicas similares que reflejan su respuesta al manejo y a la manipulación para su uso", sino hasta cuando se alcanza la categoría de Familia. Esto sigue una subdivisión de los Grandes Grupos en Subgrupos. Sin embargo, la separación de Subgrupos no agrega mucho al conocimiento sobre las características de los suelos. Por lo tanto, se decidió clasificar los suelos sólo hasta la categoría del Gran Grupo, y luego describirlos en términos de sus características físicas y químicas para facilitar el agrupamiento y comparación de propiedades por computador.

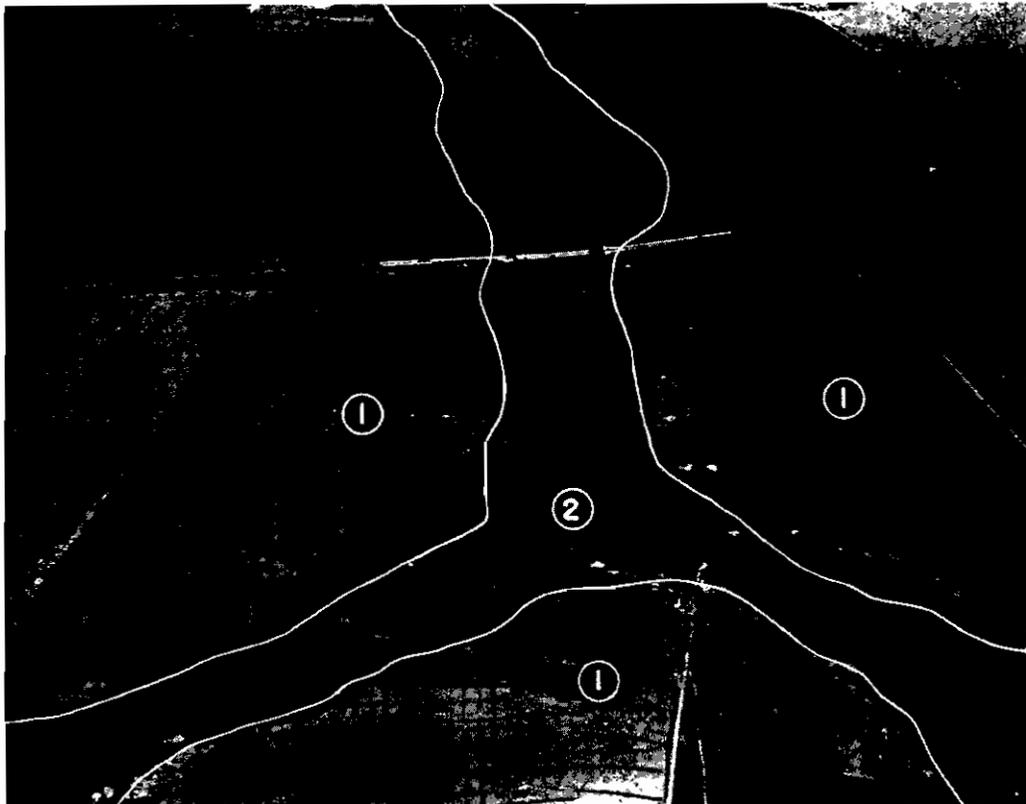


Figura 84. Sistema de tierra No. 49 subdividido en facetas de tierra 1 y 2.

**Propiedades físicas de los suelos.** Las propiedades físicas de los suelos se han clasificado y codificado en términos de pendiente, textura, presencia de material grueso, profundidad, tasa de infiltración inicial, conductividad hidráulica, drenaje, capacidad de retención de humedad, régimen de temperatura, régimen de humedad y presencia de arcillas expandibles. La categorización está diseñada para evaluar la conveniencia de utilizar los suelos en la producción de cultivos desde el punto de vista físico. Contiene los elementos necesarios para aplicar la técnica desarrollada por Mansfield para evaluar la capacidad de las tierras para ser aradas con base en sus limitaciones físicas, y para utilizar la clasificación de fertilidad del suelo (Soil Fertility Capability Classification) desarrollada por Buol *et al.*

**Propiedades químicas de los suelos.** Las siguientes son las propiedades químicas del suelo clasificadas y codificadas para la capa superior (0-20 cm de profundidad) y subsuelo (21-50 cm de profundidad): pH, porcentaje de saturación de Al, Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> intercambiables, bases totales intercambiables, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, P, Mn, S y elementos menores, presencia de carbonatos libres, salinidad, arcillas cat y elementos de importancia para la nutrición animal.

Se utilizó un sistema de clasificación para describir los niveles nutricionales del suelo como un primer intento para establecer las necesidades de los cultivos, en la siguiente forma: A = adecuado para la mayoría de los cultivos, B = inadecuado para los cultivos que requieren altos niveles nutricionales y C = inadecuado para todos los cultivos, excepto aquellos tolerantes a niveles nutricionales muy bajos.

En la clasificación del pH del suelo, el nivel de menos de 5.3 se escogió para identificar aquellos suelos con la probabilidad de suficiente Al libre en la solución del suelo como para indicar la necesidad de encalamiento. Para dichos suelos es posible aplicar, en forma económica, la fórmula desarrollada en el CIAT<sup>1</sup> para estimar el requerimiento de cal en los suelos minerales ácidos para un determinado cultivo.

<sup>1</sup> Cochrane, T. T., J.G. Salinas, y P.A. Sánchez. An equation for liming acid mineral soils to compensate Al tolerance. *En Tropical Agriculture*. Trinidad. Vol. 57, No. 2, Abril 1980. pp. 133-140.

Se debe hacer énfasis en que cada faceta de paisaje dentro de un sistema de tierra se describe y coteja separadamente. El límite máximo de tres facetas de paisaje dentro de un sistema de tierra se estableció por conveniencia para el manejo de los datos. Este límite se puede ampliar para manejar estudios más detallados en un futuro. Con la terminación de la colección y cotejo de los datos, la información sobre el recurso tierra se registró en el banco de datos.

## Sistema de manejo de datos

El sistema computarizado de manejo de datos se creó para facilitar y acelerar los diversos análisis que se requieren en el estudio. El sistema tenía que ser lo suficientemente detallado para cubrir grandes cantidades de datos y lo suficientemente flexible para permitir los análisis de datos sobre el recurso tierra con otra información proveniente de estudios económicos y agrícolas. La metodología adoptada para el sistema fue, en gran parte, desarrollada por SAS (Statistical Analysis System Institute Inc. de Carolina del Norte). El trabajo se realizó utilizando un computador IBM 370/145 con un terminal IBM-370 en CIAT-Palmira.

### Entrada de datos

La entrada de datos a partir de:

- Formatos con información sobre sistemas de tierra que resumen el paisaje, la vegetación y datos edáficos en una forma codificada.
- Formatos de mapas codificados; cada área de 5' x 5' de los mapas de sistemas de tierra se codificó para permitir su reproducción.
- Cintas climáticas; la información climática y los análisis del estudio de Hancock, Hill y Hargreaves se registraron en cintas magnéticas las cuales permiten la entrada directa de datos climáticos al sistema. Eventualmente habrá otra información climática disponible, incorporando los archivos de datos SAMM.

### Salida de datos

Es posible generar diferente información según las diversas necesidades de los usuarios del estudio de evaluación del recurso tierra. La información básica de salida incluye:

- Impresos de la información sobre recursos para sistemas de tierra individuales en la forma de datos agrupados sobre clima, paisaje, vegetación y suelos.

- Lista de datos comparativos sobre características seleccionadas de cualquier grupo predeterminado de sistemas de tierra o áreas geográficas.

- Totales por área para cualquier característica ya sea descriptiva o numérica, para cualquier área geográfica predeterminada.

- Impresos de mapas de los sistemas de tierra para cualquier área.

- Mapas temáticos impresos sobre cualquiera de los parámetros evaluados.

Adicionalmente, el sistema tiene la capacidad para:

- Identificar posibles correlaciones entre cualquiera de las características descritas.

- Permitir el análisis de los datos del recurso tierra en términos de la información obtenida de otros tipos de estudios, particularmente estudios económicos.

Para el almacenamiento, el análisis y la recuperación de información se escogió la metodología ya desarrollada por SAS. El estudio ha sido detallado en una publicación que está disponible para las instituciones interesadas.<sup>1</sup>

## Aplicación

El valor del estudio se puede ilustrar mediante dos ejemplos relacionados con factores climáticos y edáficos, respectivamente.

El primero trata sobre un análisis para controlar si los parámetros climáticos se relacionaban con diferencias en la vegetación natural en la región centro-oriental de Brasil

(aproximadamente 243 millones de ha). La vegetación natural se comparó con una serie de variables. La Figura 85 muestra el resultado de comparar las clases de vegetación con la evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa (TWPE). La TWPE se generó a partir de los datos climáticos, totalizando los valores de la ETP para aquellos meses con un MAI mayor de 0.33. Como se puede observar, el área enmarcada de la Figura 85 indica que hay mucha más frecuencia de ocurrencia de vegetación de tipo "cerrado" (savanna) entre los 900 y 1050 mm de ETP.

Esta observación condujo al descubrimiento de que la TWPE es una medida efectiva para clasificar climas de tierras bajas tropicales de América para la producción de cultivos perennes. También ha proporcionado una base cuantitativa para la subdivisión de la región en subregiones climáticas para efectos del trabajo del CIAT en la evaluación de germoplasma de forrajes.

El segundo ejemplo es el siguiente: Se requirieron los totales por área y distribución del porcentaje de saturación de Al en los suelos de la región centro-occidental de Brasil, para definir pautas preliminares para establecer criterios de selección de germoplasma forrajero tolerante a suelos con diversos niveles de Al en la región. Con el programa apropiado de computación, se obtuvieron rápidamente impresos de área con la información sobre porcentaje de saturación de Al tanto en la capa superficial como en el subsuelo (Figura 86). El término frecuencia utilizado en el impreso multiplicado por 10,000 da la superficie en ha. Se hicieron mapas temáticos de los diversos niveles de porcentaje de saturación de Al codificados como parte de la descripción del suelo del sistema (Figura 87).

<sup>1</sup> Cochrane, T.T. *et al.* An Explanatory Manual for CIAT's Computerized Land Resource Study of Tropical America. Cali, Colombia. CIAT. 1979. 130 p.

TABLE OF TWSP BY COD

TWSP	COD											TOTAL
FREQUENCY	SEAS. IN. P.	CL+CS	CC	C	CD	TRF	SESF	SDSF	CAAT	OTHER		
PERCENT												
ROW PCT												
COL PCT												
DE 650 A 699	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.28	0.84	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67	33.33		
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.38	4.17		
DE 700 A 749	2	0	0	0	1	0	3	7	3	2	18	
	0.56	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.84	1.97	0.84	0.56	5.06	
	11.11	0.00	0.00	0.00	5.56	0.00	16.67	38.89	16.67	11.11		
	5.41	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00	15.00	16.28	23.08	8.33		
DE 800 A 849	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	5	
	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.84	0.00	1.40	
	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	60.00	0.00		
	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	23.08	0.00		
DE 850 A 899	3	2	3	3	4	0	0	4	0	1	20	
	0.84	0.56	0.84	0.84	1.12	0.00	0.00	1.12	0.00	0.28	5.62	
	15.00	10.00	15.00	15.00	20.00	0.00	0.00	20.00	0.00	5.00		
	8.11	5.00	5.26	4.17	8.16	0.00	0.00	9.30	0.00	4.17		
DE 900 A 949	8	13	17	20	10	1	6	5	0	3	83	
	2.25	3.65	4.78	5.62	2.81	0.28	1.69	1.40	0.00	0.84	23.31	
	9.64	15.66	20.48	24.10	12.05	1.20	7.23	6.02	0.00	3.61		
	21.62	32.50	29.82	27.78	20.41	100.00	30.00	11.63	0.00	12.50		
DE 950 A 999	5	5	13	21	17	0	4	9	0	1	75	
	1.40	1.40	3.65	5.30	4.78	0.00	1.12	2.53	0.00	0.28	21.07	
	5.87	6.67	17.33	28.00	27.67	0.00	5.33	17.00	0.00	1.33		
	13.51	12.50	22.81	29.17	34.63	0.00	20.00	20.93	0.00	4.17		
DE 1000 A 1049	6	6	11	14	3	0	3	5	1	1	56	
	1.69	1.69	3.09	3.93	2.53	0.00	0.84	1.40	0.28	0.28	15.73	
	10.71	10.71	19.64	25.00	16.07	0.00	5.36	8.93	1.79	1.79		
	16.22	15.00	19.30	19.44	18.37	0.00	15.00	11.63	7.69	4.17		
DE 1050 A 1099	2	8	5	3	1	0	3	0	0	2	24	
	0.56	2.25	1.40	0.84	0.28	0.00	0.84	0.00	0.00	0.56	6.74	
	8.33	33.33	20.83	12.50	4.17	0.00	12.50	0.00	0.00	8.33		
	5.41	20.00	8.77	4.17	2.04	0.00	15.00	0.00	0.00	8.33		
DE 1100 A 1149	9	4	8	10	7	0	1	7	3	9	58	
	2.53	1.12	2.25	2.81	1.97	0.00	0.28	1.97	0.84	2.53	16.29	
	15.52	6.90	13.79	17.24	12.07	0.00	1.77	12.07	5.17	15.52		
	24.32	10.00	14.04	13.89	14.29	0.00	5.00	16.28	23.08	37.50		
DE 1200 A 1249	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	4	
	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.28	1.12	
	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	25.00		
	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	2.33	7.69	4.17		
MAYOR DE 1250	1	2	0	0	0	0	0	4	0	3	10	
	0.28	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.84	2.81	
	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	0.00	30.00		
	2.70	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	12.50		
TOTAL	37	40	57	72	49	1	20	43	13	24	356	
	10.39	11.24	16.01	20.22	13.76	0.28	5.62	12.08	3.65	6.74	100.00	

Código natural de clases de vegetación:

TWSP..... Evapotranspiración Potencial Total Durante la Estación Lluviosa  
 SEAS. IN. P .... Pampas o Sabanas Estacionalmente Inundadas  
 CL + CS ..... Campo Limpio Campo Sujo (Pastizales)  
 CC..... Campo Cerrado (Sabanas Abiertas)  
 C..... Cerrado (Sabanas)

CD..... Campo Cerrado (Sabanas Cerradas)  
 TRF..... Bosque Húmedo Tropical  
 SESF ..... Bosques Estacionalmente Semi-Siempreverdes  
 SDSF..... Bosques Estacionalmente Semi-Deciduos  
 CAAT..... Caatinga (Bosque Seco)

Figura 85. Comparación de la frecuencia de la ocurrencia de las clases de vegetación nativa con los niveles de evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa.

=====

LAND RESOURCE STUDY OF TROPICAL AMERICA  
PERCENT AL SATURATION

=====

TOPSOIL'S AL SATURATION %				
F19	FREQUENCY	CUM FREQ	PERCENT	CUM PERCENT
1) □ 10%	9506	9506	39.160	39.160
2) 10-40 %	2362	11868	9.730	48.890
3) 40-70 %	4385	16253	18.064	66.954
4) 70%	8022	24275	33.046	100.000

SUBSOIL'S AL SATURATION % MEQ/100 GM				
F20	FREQUENCY	CUM FREQ	PERCENT	CUM PERCENT
1) □ 10%	11780	11780	48.527	48.527
2) 10-40 %	3836	15616	15.802	64.330
3) 40-70 %	2088	17704	8.601	72.931
4) 70%	6571	24275	27.069	100.000

Figura 86. Muestra de una hoja impresa de computador que presenta los niveles de saturación de Al en la capa superficial y el subsuelo de la región de Brasil centro-occidental.

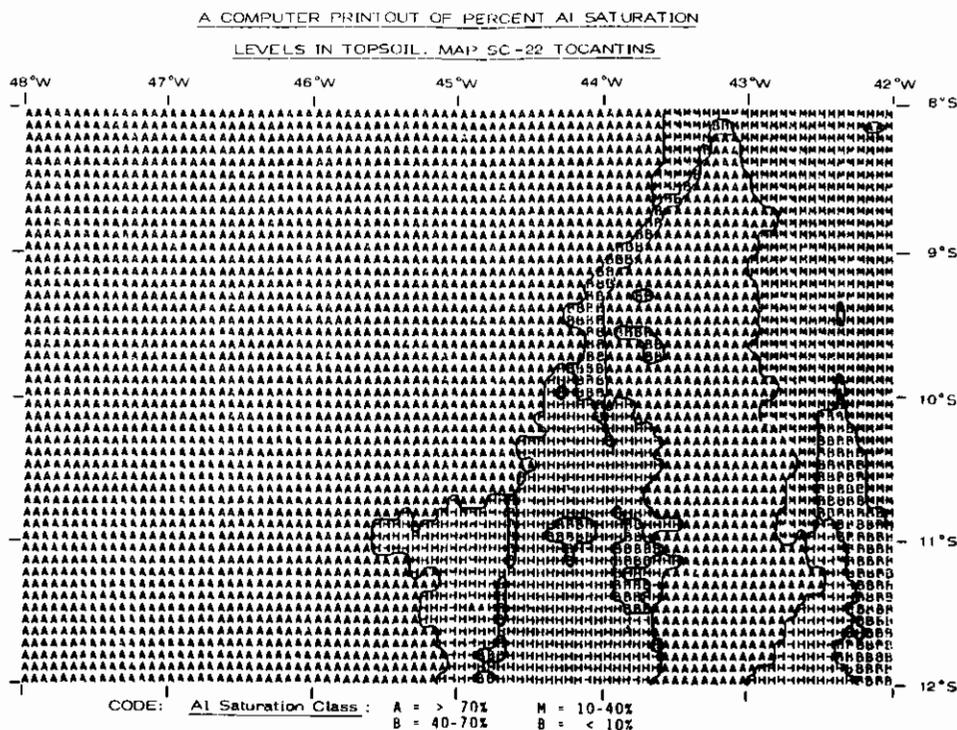


Figura 87. Impreso de computador con un mapa temático sobre los niveles de saturación de Al en la capa superficial y el subsuelo de la región de Brasil centro-occidental.



### **Investigadores asociados visitantes**

- Elke Bohnert, MS, Utilización de Pastos
- \* Fabio Calvo, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos
  - \* Guido Delgadillo, MS, Suelos/Nutrición de Plantas
  - Jorge Luis Díaz, MS, Utilización de Pastos
  - \* William F. Gómez, DMV, Utilización de Pastos
  - Hendrick Jansen, MS, Agronomía de Leguminosas
  - \* Joel Levine, MS, Economía
  - \* Frank Müller, MS, Agronomía de Leguminosas  
(con sede en Carimagua, Colombia)
  - Karen Speidel, MS, Microbiología de Suelos

### **Investigadores asistentes**

- Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología
- \* Edgar Belalcázar, Ing. Agr., Microbiología de Suelos
  - Javier Belalcázar, Ing. Agr., Introducción de Plantas
  - \* Francisco Bonilla, Ing. Agr., Producción de Semillas
  - Gerfried Carlos Buch, Ing. Agr., Agronomía de Forrajes  
(con sede en Carimagua, Colombia)
  - Raúl Botero, DMV, Sistemas de Producción de Ganado  
(con sede en Carimagua, Colombia)
  - Arnulfo Carabaly, Ing. Agr., Agronomía de Forrajes
  - Manuel Coronado, Ing. Agr., Fitomejoramiento
  - \* Misael Cortés, DMV, Salud Animal
  - Patricia Chacón, Bióloga, Entomología
  - Martha Lucía Escandón, Ing. Agr., Fitomejoramiento
  - \* Luis E. Forero, Biólogo, Introducción de Plantas
  - Luis H. Franco, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos  
(con sede en Carimagua, Colombia)

- Duván García, Ing. Agr., Producción de Semillas
- Obed García, DMV, Salud Animal (con sede en Carimagua, Colombia)
- Hernán Giraldo, Ing. Agr., Evaluación de Germoplasma
- Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas (con sede en Carimagua, Colombia)
- \* Fabio Gutiérrez, Ing. Agr., Microbiología de Suelos
  - Silvio Guzmán, DMV, Transferencia de Tecnología/Adiestramiento
  - Phanor Hoyos, Zootecnista, Utilización de Pastos  
(con sede en Carimagua, Colombia)
  - Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Fitomejoramiento  
(con sede en Carimagua, Colombia)
  - Rodrigo F. Mutis, Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua, Colombia)
  - Bernardo Rivera, DMV, Salud Animal
  - Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas
  - Roberto Sánchez, Ing. Agr., Biometría
  - José Ignacio Sanz, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas
  - Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología
  - Luis Miguel Uribe, Zootecnista, Utilización de Pastos
  - Gustavo Adolfo Urrea, Ing. Agr., Transferencia de Tecnología/Pruebas Regionales
  - Fernán Alberto Varela, Ing. Agr., Entomología (con sede en Carimagua, Colombia)
  - Bernardo Velosa, Ing. Agr., Fitomejoramiento

## **Personal**

(al 31 de diciembre, 1979)

### **Científicos principales**

- Gustavo A. Nores, PhD, Economista (Coordinador Interino)
- \* Pedro A. Sánchez, PhD, Edafólogo (Coordinador)
  - Eduardo Aycardi, PhD, Especialista en Salud Animal
  - Mario Calderón, PhD, Entomólogo
  - Walter Couto, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Brasilia, Brasil)
  - John E. Ferguson, PhD, Agrónomo, Producción de Semillas
  - Bela Grof, PhD, Agrónomo de Forrajes (con sede en Carimagua, Colombia)
  - \* Gerardo Habich, PhD, Sistemas de Producción de Ganado
  - \* Jake Halliday, PhD, Microbiólogo de Suelos
  - \* C. Allan Jones, PhD, Agrónomo de Gramíneas
  - Ingo Kleinheisterkamp, DAg, Zootecnista, Utilización de Pastos
  - Jillian M. Lenné, PhD, Fitopatóloga
  - C. Patrick Moore, PhD, Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Brasilia, Brasil)
  - \* Osvaldo Paladines, PhD, Zootecnista, Utilización de Pastos
  - José G. Salinas, PhD, Edafólogo/Nutricionista de Plantas
  - Rainer Schultze-Kraft, DAg, Agrónomo de Leguminosas, Evaluación de Germoplasma
  - James M. Spain, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)
  - Luis E. Tergas, PhD, Agrónomo, Transferencia de nología/Adiestramiento
  - José M. Toledo, PhD, Agrónomo Pastos/Pruebas Regionales
  - Derrick Thomas, PhD, Agrónomo de Forrajes (con sede en Brasilia, Brasil)

### **Científicos visitantes**

- E. Mark Hutton, D.Sc., Fitomejorador, Leguminosas  
Nobuyoshi Maeno, PhD, Agrónomo de Forrajes

### **Científicos posdoctorales**

- Antonio Carrillo, PhD, Proyecto ETES  
Carlos Lascano, PhD, Utilización de Pastos  
John W. Miles, PhD, Mejoramiento de Gramíneas  
Eugenia de Rubinstein, PhD, Economía  
James E. Sumberg, PhD, Mejoramiento de Leguminosas

### **Especialistas visitantes**

- \* Peter Kammer, MS, Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)
- Rolf Minhorst, MS, Proyecto ETES (con sede en Brasilia, Brasil)
- Cristoph Plessow, MS, Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)

### **Investigadores asociados**

- Edgar Burbano, MS, Producción de Semillas  
Carlos Castilla, MS, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)  
Rubén Darío Estrada, MS, Economía  
Clemencia Gómez, MS, Adiestramiento/Transferencia de Tecnología  
Alberto Ramírez, MS, Pruebas Regionales/Transferencia de Tecnología  
Libardo Rivas, MS, Economía  
Fabio Nelson Zuluaga, MS, Salud Animal

---

\* Se retiró durante 1979.