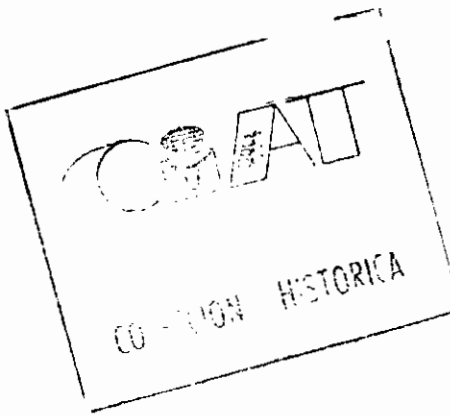


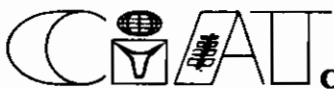
1328-80

Esp.



ISSN 0120-2391
Serie CIAT No. 02STP2-81
Diciembre 1981

Programa de Pastos Tropicales Informe 1980



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. 02STP2-81
Diciembre 1981*

Cita bibliográfica:

Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. Programa de Pastos Tropicales, Informe 1980. Cali, Colombia.138 p.

*Tiraje: 1600 ejemplares
Disponibile también en inglés*

Este informe hace parte de la serie de Informes Anuales de 1980 publicados en español e inglés para los Programas de Arroz, Fríjol, Pastos Tropicales y Yuca del CIAT.

Introducción	5
Objetivos del Programa	6
Area de Interés	6
Estrategias y Organización	6
Germoplasma	11
Introducción de Germoplasma	11
Seguimiento de la Evaluación del Germoplasma	14
Agronomía de Forrajes en las Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)	17
Evaluación de Germoplasma	17
Evaluación bajo Pastoreo	19
Evaluación de Gramíneas Introducidas	21
Agronomía de Forrajes en las Sabanas Isotérmicas (Cerrado)	23
Evaluación Preliminar de Germoplasma	23
Evaluación bajo Pastoreo	25
Producción de Semillas	26
Evaluación Agronómica de Forrajes en Ensayos Regionales	29
Red de Ensayos Regionales	29
Evaluaciones Agronómicas de Apoyo a la Red	32
Prueba de Metodologías	34
Fitopatología	35
Encuesta sobre Enfermedades en el Area de Interés	35
Enfermedades de <i>Stylosanthes</i> spp.	35
Enfermedades de <i>Desmodium</i> spp.	38
Enfermedades de <i>Leucaena</i> spp.	39
Enfermedades de <i>Zornia</i> spp.	40
Enfermedades de <i>Andropogon gayanus</i>	42
Enfermedades de <i>Panicum maximum</i>	42
Nuevas Enfermedades	43
Virus	43
Filodio	43
Patología de las Semillas	43
Hongos Entomógenos	44
Entomología	45
Plagas de las Leguminosas	45
Plagas de las Gramíneas	47
Evaluaciones de Ensayos Regionales	49
Evaluaciones del Banco de Germoplasma	49
Mejoramiento de Especies Forrajeras	51
Mejoramiento de Leguminosas	51
Mejoramiento de Gramíneas	55
Evaluaciones Agronómicas	55
Fertilidad del Suelo y Nutrición de las Plantas	57
Tolerancia a la Toxicidad de Al y a la Escasez de P Disponible	57
Requerimientos Nutricionales de Gramíneas y Leguminosas Promisorias	61
Situación Fertilidad del Suelo - Nutrición de la Planta en la Red de Ensayos Regionales	68

	Microbiología del Suelo	69
	Producción de Semilla	73
	Multiplicación de Semilla	73
	Tecnología de Producción	74
X	Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)	77
	Resultados hasta 1980	77
	Interacciones Asociación x Fertilidad	78
	Ensayo de Distribución Espacial	78
	Sistema de Profundidad y Labranza	79
	Labranza Mínima para Siembra de Praderas de Baja Densidad	80
	Siembra de Baja Densidad	80
	Manejo del <i>Andropogon gayanus</i> para Máxima Producción en Epoca Seca	80
	Experiencia en el Establecimiento de Praderas a Escala Comercial	81
	Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isotérmicas (Cerrado)	83
	Deficiencias Nutricionales del Suelo y Requerimientos de la Planta	83
	Renovación de Pasturas	86
	Mejoramiento de Pasturas Nativas	86
	Utilización de Pasturas	87
	Calidad de Forrajes	87
	Pastoreo Selectivo en Pasturas de Gramínea-Leguminosa	91
	Productividad y Manejo de Praderas de Gramínea	94
	Productividad y Manejo en Praderas de Leguminosa-Gramínea	97
	Cálculo del Forraje Disponible	101
	Utilización de Pasturas (Cerrado)	103
	Evaluación de Pasturas	103
	Utilización de Pasturas y Producción Animal	104
X	Salud Animal	107
	Inventario de Enfermedades Animales	107
	Proyecto ETES	108
	Vigilancia de los Hatos en Carimagua	109
	Estudio de Perfiles Parasitarios en Carimagua	109
	Fotosensibilización en el Ganado	112
	Bio-ecología de <i>Boophilus microplus</i> en Carimagua	113
	Sistemas de Producción Ganadera	115
	Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES) I	115
	Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES) II	117
	Sistemas de Manejo de Hatos de Cria	117
	Economía	121
	Precios Relativos de los Insumos en Brasil, Colombia y Venezuela	121
	Proyecto de Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES)	125
	Transferencia de Tecnología	131
	Capacitación	131
	Publicaciones del Programa y del Personal Científico	135
	Personal	137

La carne de res y la leche son alimentos básicos en América Latina tropical. Cualquiera que sean sus ingresos, los consumidores urbanos destinan parte importante de su presupuesto para alimentos a estos dos productos. La carne de res representa entre 10 y 24% de los gastos totales en alimentos; la leche representa entre 7 y 15% (Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Solamente en los países templados de América Latina y en México se ha mantenido la tasa de crecimiento de la producción de carne de res adelante de la demanda creciente por el producto. Las tasas anuales de crecimiento de la demanda y producción de carne bovina en América Latina entre 1970 y 1978 aparecen en el Cuadro 1. La falta de equilibrio entre demanda y producción hace que los precios suban continuamente, afectando tanto la dieta como el estándar general de vida de los estratos de

población de menores ingresos. En estos niveles de ingreso prevalecen las elasticidades elevadas de (preferencia) demanda por carne y leche.

La productividad de la industria ganadera en América Latina es baja en comparación con la de muchos países. Por ejemplo, la población de ganado de carne en América Latina duplica a la de los Estados Unidos, pero su productividad (producción por cabeza en 1974-77) es inferior en un 70% a la de este último país. Una de las principales razones reside en los sistemas de producción imperantes o sea, sistemas intensivos en los Estados Unidos y extensivos en América Latina. Mientras la producción en Estados Unidos duplica la de América Latina templada (88 vs 43 kg/año), la de las zonas tropicales de la región no alcanza a un tercio de la de Estados Unidos (aproximadamente 26 kg/año). Esta menor productividad se debe a los efectos combinados del manejo, la nutrición, la salud animal y el diferente potencial de productividad entre razas de ganado templadas y tropicales. Sin duda, la nutrición desempeña un papel clave y determina esencialmente los niveles de los otros tres factores.

América Latina es una región de vastas extensiones de suelos ácidos e infértiles (oxisoles y ultisoles). Estos abarcan 849 millones de hectáreas (51% del recurso tierra) en la América Latina tropical. La actual tasa promedio de carga de 0.12 animales/ha en las sabanas de oxisoles puede ser aumentada potencialmente más de diez veces. Además, es posible duplicar con creces la producción de carne por cabeza. La mayor productividad de los suelos ácidos e infértiles podría también contribuir significativamente a una mayor producción de leche, especialmente en las fincas cercanas a los mercados. Estas regiones ofrecen un gran potencial para la producción agrícola ya que gozan de una abundante radiación solar y poseen, en general, suelos con buenas propiedades físicas y prolongadas estaciones de crecimiento. Sin embargo, la acidez y los altos niveles de Al en los suelos, y la escasa

Cuadro 1. Tasas de crecimiento anual de la demanda y producción de carne bovina en América Latina, 1970-1978.

Región y País	Tasa de crecimiento	
	Demanda (%)	Producción (%)
América Latina tropical	5.9	3.3
Bolivia	6.1	5.9
Brasil	7.2	3.5
Colombia	7.2	3.5
República Dominicana	7.5	1.2
Ecuador	8.3	2.6
México	4.5	9.3
Paraguay	3.5	3.2
Perú	5.4	-3.2
Venezuela	4.6	4.1
América Central	4.6	3.3
El Caribe	4.0	1.7
América Latina templada	1.7	2.7
América Latina	5.4	4.5

Fuente: Latin America: Trend Highlights for CIAI Commodities. CIAI 1980.

fertilidad general constituyen una severa limitación a la producción agropecuaria. En consecuencia, la mayoría de los sistemas de producción agropecuaria se encuentran actualmente en los suelos más fértiles. Los oxisoles y ultisoles de América Latina constituyen la frontera agrícola sub-utilizada del continente.

En estos suelos ácidos de escasa fertilidad, la deficiente calidad y cantidad de especies forrajeras disponibles para el ganado constituyen el limitante por excelencia de la producción de leche y carne. Otro limitante es la ausencia de una infraestructura adecuada cuya importancia varía entre los distintos países y de acuerdo con la distancia entre las fincas y los mercados.

Objetivos del Programa

En respuesta a los problemas descritos y tomando en cuenta la importancia de la carne y la leche en la dieta de la población latinoamericana, así como el potencial de las vastas extensiones de suelos ácidos e infértiles para la producción de ambos alimentos, el Programa de Pastos Tropicales del CIAT adoptó los siguientes objetivos generales: aumentar la producción de carne y leche por medio del desarrollo de tecnologías de producción de pasturas adecuadas que permitan la expansión de la frontera agrícola en los suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical, liberando, al mismo tiempo, las tierras fértiles destinadas actualmente a la ganadería para una mayor producción agrícola.

A partir de su enfoque inicial en la identificación de problemas y soluciones en los campos de salud animal y sistemas de manejo y producción ganadera, el cual señaló a la desnutrición y a los problemas relacionados con ella como los mayores obstáculos a la producción, el Programa restringió su atención a la investigación en pastos y se concretó específicamente a los suelos ácidos e infértiles en las tierras bajas de América tropical.

Area de Interés

En 1978 se inició un estudio de las regiones de suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical con el objeto de clasificar los recursos de tierra en términos de clima, relieve y suelos. El estudio proporciona una perspectiva desde el punto de vista de los ecosistemas la cual sirve de base para el diseño y la estrategia de investigación del Programa.

En 1979 se hizo el análisis de los datos del estudio, el cual condujo a una subdivisión del área en cinco

ecosistemas principales: a) los "Llanos" (sabanas tropicales bien drenadas); los "Cerrados" (también sabanas tropicales bien drenadas); c) sabanas tropicales mal drenadas; d) bosques tropicales estacionales semi-siempreverdes; y e) bosques húmedos tropicales.

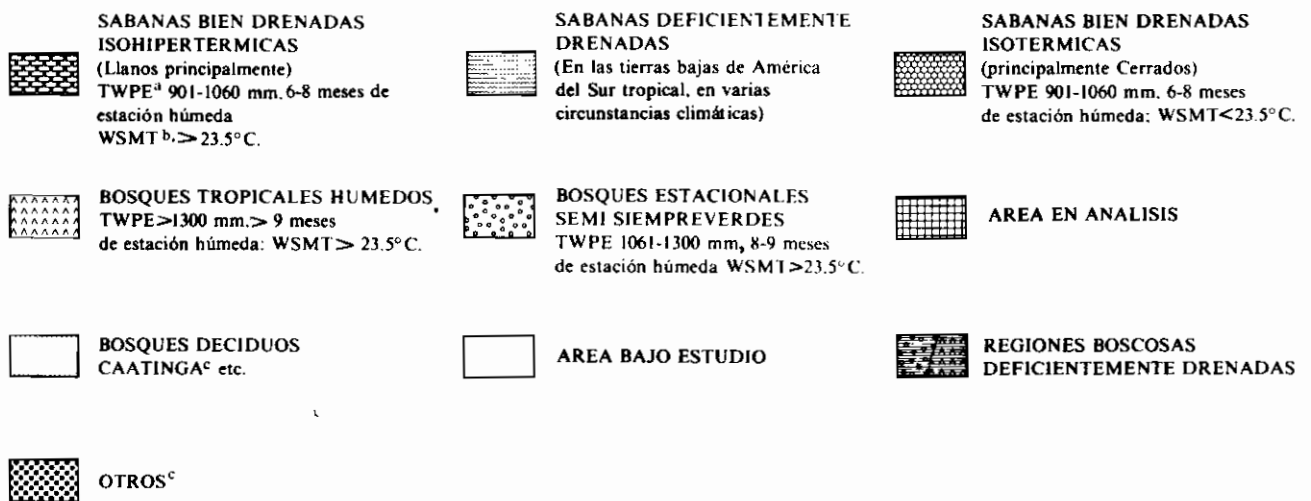
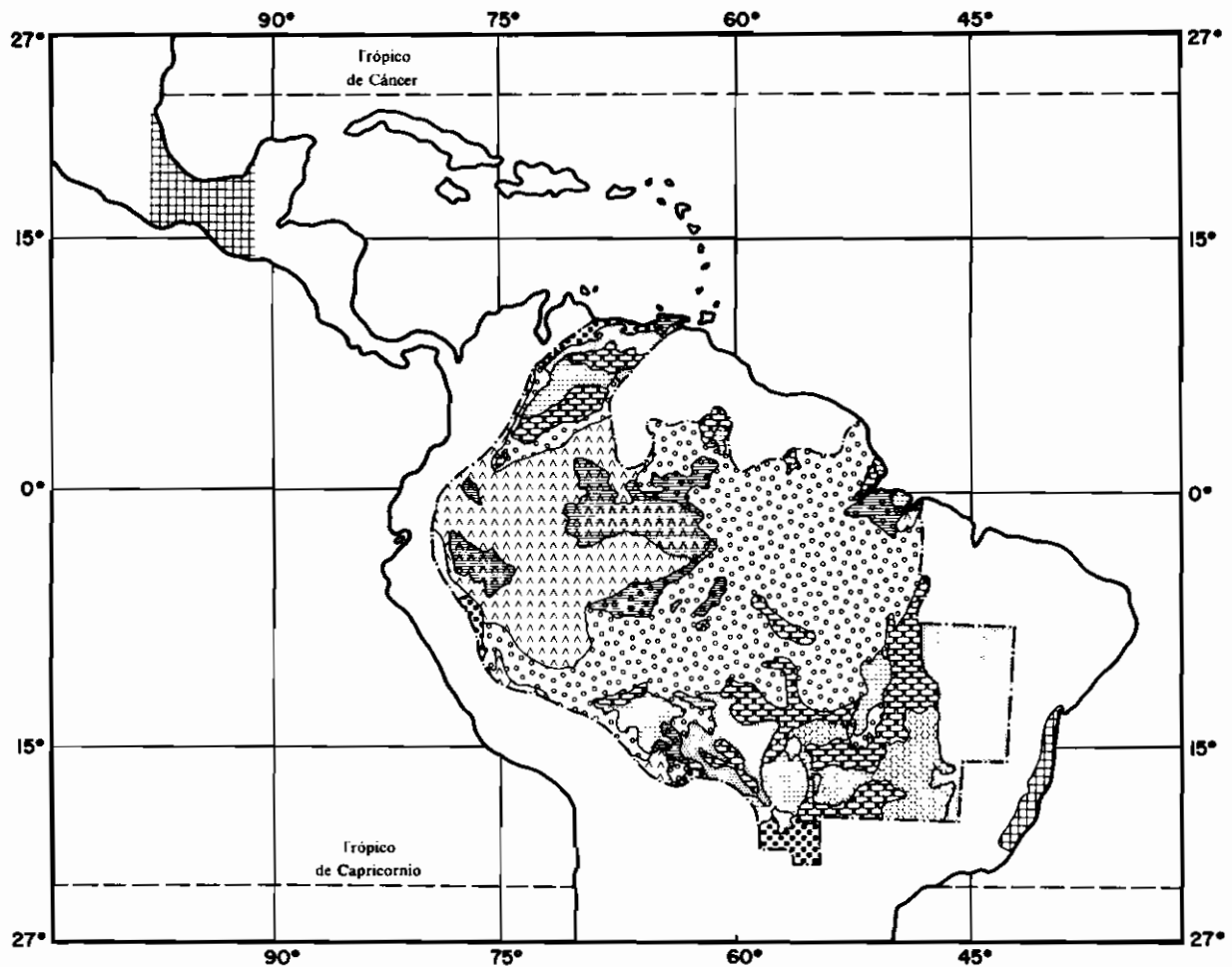
Estos ecosistemas están claramente divididos por la evapotranspiración potencial total durante la estación húmeda (TWPE), la cual, entre 910 y 1060 mm define los "Llanos" y "Cerrados" como ecosistema de sabana, incluyendo el de sabana deficientemente drenada. El TWPE entre 1060 y 1300 mm caracteriza el bosque estacional semi-siempreverde, y el TWPE arriba de 1300 mm caracteriza el bosque húmedo. Las sabanas tropicales bien drenadas fueron, a su vez, divididas en dos tipos: iso-hipertérmicas e iso-térmicas con base en el parámetro de temperatura promedio durante la estación lluviosa. Los "Llanos" son predominantemente iso-hipertérmicos, y en los "Cerrados" se dan ambos tipos según la altura y latitud. La Figura 1 muestra la distribución de los cinco ecosistemas en América del Sur tropical.

Estrategias y Organización

El Programa persigue su objetivo principal por medio del desarrollo — en colaboración con los programas nacionales— de una tecnología de bajo costo y de bajo nivel de insumos para aumentar la producción de carne y de leche en los suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical. Las estrategias de investigación conducentes a este objetivo son: a) la selección de germoplasma de especies forrajeras adaptadas a las limitaciones ambientales de clima y suelos, así como plagas y enfermedades; b) el desarrollo de praderas persistentes y productivas junto con sus técnicas de manejo; c) estudio del papel que cumplen las praderas mejoradas en los sistemas de producción desarrollando los componentes complementarios de salud y manejo animal.

Un banco de germoplasma especializado con más de 7000 entradas de gramíneas y leguminosas constituye el punto de partida de las estrategias de investigación del Programa. Las varias etapas que éstas siguen se indican en la Figura 2.

El germoplasma fluye hacia abajo sobre un plano simple para cada uno de los principales ecosistemas. La participación del CIAT y de las entidades nacionales colaboradoras destaca en el diagrama de la derecha (B). La participación del CIAT es mayor en las etapas iniciales (arriba) de desarrollo de germoplasma e información, y la de las instituciones nacionales aumenta a medida que se descende, esto es, a medida que se refina la tecnología.



a TWPE: Evapotranspiración potencial total en la estación húmeda

b WSMT: Temperatura promedio en la estación húmeda

c No incluidos en el área de interés del Programa de Pastos Tropicales

Figura 1. Ecosistemas principales en América del Sur tropical.

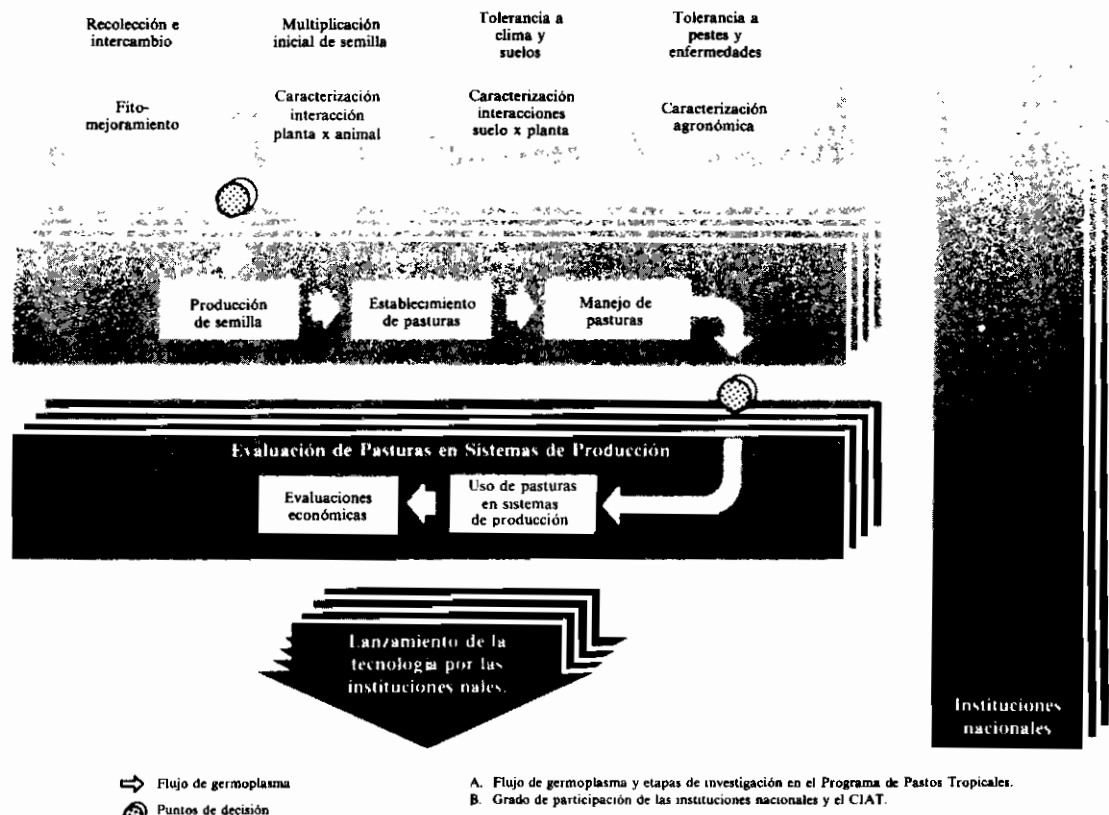


Figura 2. Estructura organizativa y flujo de germoplasma (flechas) del Programa de Pastos Tropicales. Las actividades dentro de los ecosistemas respectivos están representadas por los varios planos y el grado de colaboración con los programas nacionales está ilustrado por la figura a la derecha (B).

Son evidentes los tres puntos principales de decisión en la ilustración sobre el desarrollo de la tecnología. Estos puntos también definen los tres grupos (unidades) de científicos en el Programa de Pastos Tropicales.

El primer grupo es aquel que evalúa el germoplasma y centra su atención en la caracterización del mismo, con énfasis en las denominadas "especies clave". Los resultados obtenidos por este grupo proporcionan la base para la primera decisión en respuesta a la pregunta ¿Cuál es el uso del germoplasma seleccionado en sistemas de pasturas?

La unidad de evaluación de manejo de praderas se concentra en el ensamblaje y desarrollo de praderas, evaluando los requerimientos de manejo de las mismas así como sus potenciales de producción animal. De su

investigación proviene la información necesaria para la segunda decisión en respuesta a la pregunta ¿Cuál es el papel de las pasturas en el sistema total de producción? A la unidad que trabaja con pasturas en los sistemas de producción le corresponde analizar estos sistemas en los ecosistemas específicos, dentro del marco socioeconómico del respectivo país o región. Ella define para el Programa los componentes de la pastura necesarios para hacer frente a los principales limitantes de la productividad en el sistema de explotación. También les corresponde a los científicos de esta unidad la evaluación del posible impacto de tecnologías alternativas de mejoramiento de pasturas en los distintos sistemas de producción.

El punto final de decisión viene después de las evaluaciones de los sistemas de explotación, cuando las instituciones nacionales deciden mediante lanzamientos,

poner a disposición de los ganaderos el conjunto de nuevos componentes tecnológicos.

Simultáneamente, la Red Internacional de Evaluación de Pastos que opera en los cinco ecosistemas principales en sus varios niveles de Ensayos Regionales (A, B, C y D), los cuales son responsabilidad casi exclusiva de los programas nacionales, provee una sólida base de

extrapolación de los resultados de la investigación a los programas cooperativos y al CIAT.

Los bancos de datos sobre germoplasma, pastos y sistemas de producción, junto con la información procedente de la Red de Ensayos Regionales, se compilan para facilitar su almacenamiento, recuperación e intercambio de información.

Introducción de Germoplasma

Las actividades de introducción de germoplasma en 1980 siguieron tres líneas: a) la recolección directa y el intercambio de materiales con otras instituciones; b) la multiplicación y la conservación de especies prioritarias, y c) la evaluación preliminar del germoplasma y el incremento inicial de semilla.

Recolección e Introducción de Germoplasma

Recolección. Se realizaron durante el año tres viajes de recolección a áreas de suelos ácidos e infértiles. Su propósito fue incrementar la colección de determinados géneros y especies, las cuales, debido a su potencial ya conocido, son de interés específico para el Programa de Pastos Tropicales.

En un viaje de recolección a los Llanos Orientales colombianos, particularmente a las intendencias de Casanare y Arauca, se buscó germoplasma nativo de *Zornia latifolia* y *Centrosema* (*C. pubescens*, *C. macrocarpum*, *C. brasilianum* y otras especies). Buena parte del área cubierta era sabana pobremente drenada (especialmente en las rutas Tame-Puerto Rondón (Arauca), Puerto Rondón-Hato Corozal (Casanare) y Pore-Trinidad (Orocúe). Se hicieron algunas recolecciones importantes de especies leguminosas adaptadas a condiciones pantanosas (Fig. 1).

Durante el primero de los dos viajes de recolección en Brasil, en conjunto con el Centro Nacional de Recursos Genéticos-CENARGEN de EMBRAPA, se cubrió la mayor parte de la franja costera húmeda de los estados del noroeste: Bahía, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba y Rio Grande do Norte (Fig. 2). Allí la recolección se concentró en las especies leguminosas originarias normalmente de sabanas más secas. Si estos materiales

han evolucionado también bajo condiciones más húmedas, posiblemente tendrán mayor tolerancia a las enfermedades. El germoplasma recolectado incluyó: *Stylosanthes* (*S. capitata*, *S. macrocephala*, *S. guianensis* "tardío" y *S. leiocarpa*), *Zornia* spp., *Aeschynomene* spp. y *Centrosema brasilianum*.

El segundo viaje a Brasil comprendió principalmente el área a lo largo de la ruta de Goiania a Belém (Fig. 3). Se llevó a cabo al final del período seco de cinco meses con el fin de obtener germoplasma de leguminosas resistentes a la sequía sobretodo de *Stylosanthes* (*S. capitata*, *S. macrocephala*, *S. guianensis* "tardío"), *Zornia* spp., y *Centrosema* spp., propias de las áreas de Cerrado en el estado de Goiás.

Introducción. En 1980 la introducción de germoplasma por medio de intercambio con otras instituciones se concentró en las gramíneas. Se añadió al banco del Programa de Pastos Tropicales del CIAT una importante colección de aproximadamente 350 accesiones de *Panicum maximum* y *Brachiaria* spp. de origen africano. Se recibió también una importante colección de leguminosas de EMBRAPA—CENARGEN.

La colección del Programa llegó a más de 7100 accesiones con las siguientes adiciones hechas durante el año: 1243 de germoplasma recolectado directamente y 475 a través de intercambio con otras instituciones (Cuadro 1). En su mayoría son originarias de sabanas y regiones selváticas con suelos ácidos e infértiles y de suelos selváticos por lo cual constituyen una colección única.

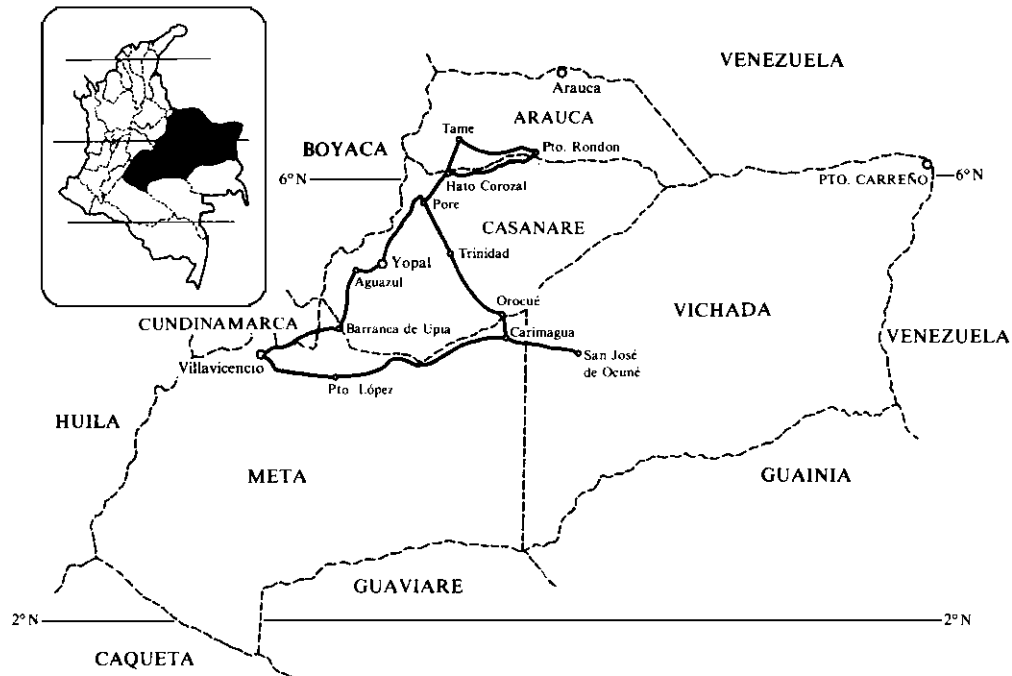


Figura 1. *Rutas que siguió la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en los Llanos Orientales, Colombia, en febrero de 1980.*

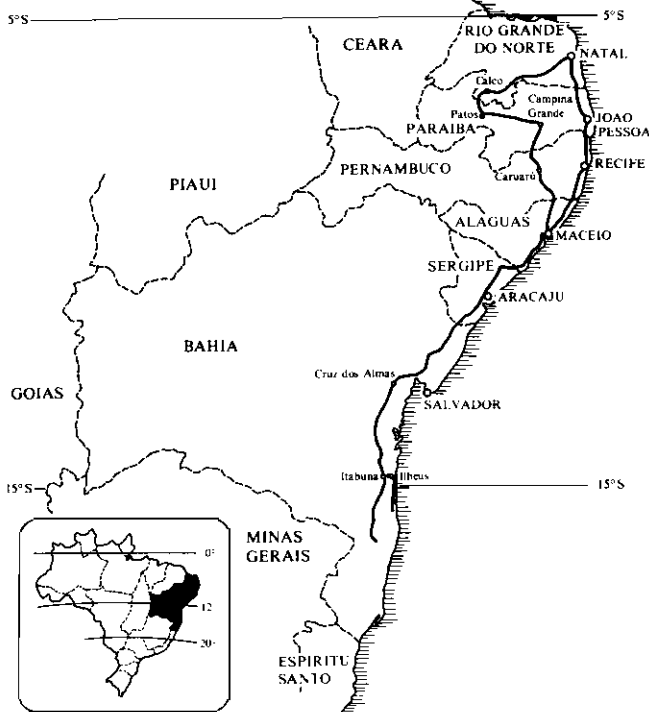


Figura 2. *Rutas de la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en Brasil, en julio de 1980.*

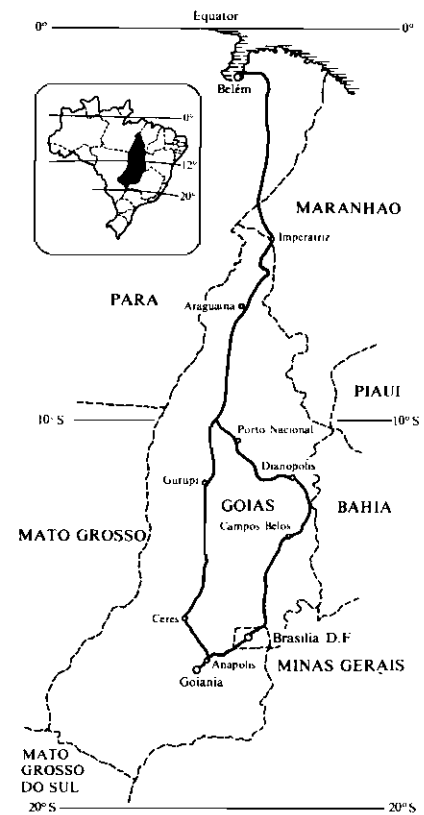


Figura 3. *Rutas de la recolección sistemática de germoplasma de especies forrajeras tropicales en Brasil, en octubre de 1980.*

Cuadro 1. Introducción (número de accesiones) de germoplasma de especies forrajeras tropicales por medio de recolección directa e intercambio con otras instituciones durante 1980.

Género	Recolecciones en:				Intercambio	Total 1980	Total de accesiones en el banco de germoplasma
	Colombia		Brasil				
	(Casanare Arauca)	Noreste	Goiás	Recolecciones ocasionales			
<i>Stylosanthes</i>	22	168	176	31	38	435	1723
<i>Desmodium</i>	13	50	32	32	4	131	865
<i>Zornia</i>	15	79	48	9	16	167	561
<i>Aeschynomene</i>	18	47	21	14	3	103	377
<i>Centrosema</i>	63	64	18	17	31	193	605
<i>Macroptilium Vigna</i>	18	21	7	10	4	60	486
<i>Calopogonium</i>	22	6	13	3	-	44	143
<i>Galactia</i>	14	7	8	10	-	39	226
Leguminosas misceláneas ¹	40	49	35	33	11	168	1421
Gramíneas	1	2	2	5	368	378	728
Total	226	493	360	164	475	1718	7135

¹ *Arachis, Cassia, Crotalaria, Dioclea, Eriosema, Indigofera, Leucaena, Pueraria, Rhynchosia, Tephrosia, Teramnus* y otras.

Multiplicación y Conservación del Germoplasma

La unidad de Recursos Genéticos del CIAT asumió a principios de 1980 la responsabilidad por la conservación y la distribución del germoplasma de forrajes. Sin embargo, la sección de Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales continuó con la importante actividad de multiplicación y distribución de materiales prioritarios a otras secciones del Programa y a colaboradores fuera del CIAT. Se aumentaron las existencias iniciales de semilla provenientes de plantas de aproximadamente mil accesiones caracterizadas y evaluadas preliminarmente en CIAT-Quilichao. Además, se ha multiplicado semilla de aproximadamente 500 accesiones de germoplasma de leguminosas en macetas en el invernadero de CIAT-Palmira. Alrededor de 2000 muestras de materiales prioritarios se entregaron al personal del Programa y a colaboradores especiales fuera del CIAT.

Caracterización y Evaluación Preliminar del Germoplasma

Durante estas etapas que tienen lugar en CIAT-Quilichao, se establecen en parcelas no replicadas plantas espaciadas tanto de especies prioritarias como de especies nuevas, que todavía son agrónomicamente desconocidas.

La semilla se cosecha y se hacen observaciones de los aspectos más importantes descriptivos de la planta (forma de vida, hábito de crecimiento, época de floración, etc.). Con base en calificaciones mensuales por un

período de 12 a 24 meses de evaluación preliminar, se evalúa la adaptación del germoplasma al medio ambiente de Quilichao, en términos de: a) potencial de rendimiento en un ultisol muy ácido e infértil; b) tolerancia a enfermedades; y c) producción potencial de semilla.

Las evaluaciones preliminares concluidas en 1980 identificaron un importante grupo de accesiones promisorias nuevas de diferentes géneros y especies (Cuadro 2). Más de mil accesiones están siendo estudiadas en experimentos establecidos a finales de 1979 o durante 1980. Algunas de las observaciones preliminares más importantes son:

a) En la colección de *S. guianensis* "tardío" existe considerable variación principalmente en lo que respecta a los caracteres morfológicos de la planta.

b) Algunas accesiones de *S. capitata* originarias de la región seca del norte de Brasil se muestran bastante vigorosas.

c) El potencial de algunas especies de *Centrosema*, tales como *C. macrocarpum*, *C. arenarium* y *C. brasilianum*, se hace cada vez más evidente. Hasta hoy eran prácticamente desconocidas en términos agronómicos.

d) Algunas de las especies perennes de *Zornia* de cuatro foliolos (principalmente *Z. brasiliensis*, como también *Z. marajoara* y *Z. myriadena*) parecen tener potencial como plantas forrajeras.

Cuadro 2. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de las especies forrajeras tropicales en CIAT-Quilichao durante 1980.

Especies	Número de accesiones		Observaciones
	Evaluadas	Identificadas como promisorias	
<i>Arachis</i> spp.	45	0	Falta de adaptación (suelo); problemas con producción de semilla.
<i>Calopogonium</i> spp.	82	11	<i>C. caeruleum</i> identificada como una especie con excelente adaptación al suelo ultisol de Quilichao; materiales seleccionados incluyen algunas accesiones de <i>C. mucunoides</i> perennes.
<i>Desmodium barbatum</i>	21	2	El material seleccionado parece perenne.
<i>Desmodium heterophyllum</i>	8	0	Falta de adaptación (suelo).
<i>Galactia</i> spp.	77	14	El material seleccionado parece perenne.
<i>Pueraria phaseoloides</i>	11	0	Falta de adaptación (suelo, Mn tóxico).
<i>Stylosanthes capitata</i>	40	7	Problemas de antracnosis solamente en accesiones de tardía floración. Sin embargo se seleccionó un ecotipo resistente. Otros ecotipos seleccionados como promisorios tienen floración a mitad del período.
<i>Stylosanthes guianensis</i> "tardío"	26	25	Con una excepción, todo el material examinado presenta buena adaptación, fortaleza y resistencia a antracnosis. Algunas de ellas tienen una producción potencial alta de semilla.
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	21	6	Sobresalió un ecotipo de floración tardía de la costa húmeda de Bahía, Brasil. El material examinado no presentó problemas de enfermedad.
<i>Zornia</i> spp.	165	18	Sólo las accesiones perennes de <i>Zornia latifolia</i> de los Llanos Orientales colombianos fueron suficientemente productivas; algunas son aparentemente tolerantes al <i>Sphaceloma</i> . El material <i>Z. brasiliensis</i> de Brasil y Venezuela tiene buena adaptación y resistencia a las enfermedades. Todas las otras accesiones son susceptibles al <i>Sphaceloma</i> y tienen un período de vida corto.

Seguimiento de la Evaluación del Germoplasma

Tales actividades en 1980 consistieron esencialmente en la monitoría de la clasificación del germoplasma en las cinco categorías de materiales promisorios establecidas por el Programa.

Con el fin de ilustrar más claramente el significado de las diferentes categorías y de sus implicaciones para la investigación a hacerse con el respectivo germoplasma, se denominaron así:

- I - Identificación de germoplasma con potencial
- II - Evaluación agronómica en parcelas pequeñas
- III - Evaluación agronómica bajo pastoreo
- IV - Manejo y evaluación de pasturas
- V - Evaluación de pasturas en sistemas de producción.

El germoplasma se clasifica en las cinco categorías para cada uno de los cinco ecosistemas del área de interés del Programa de Pastos Tropicales.

Hasta ahora ésto se ha hecho solamente para los dos ecosistemas de sabanas bien drenadas, con base en las evaluaciones de germoplasma realizadas en los dos sitios de investigación principal: Carimagua (Llanos - sabana hipertérmica) y Brasília (Cerrado - sabana térmica). Para el próximo año se espera realizar clasificaciones preliminares para las sabanas deficientemente drenadas y para los dos ecosistemas de bosque tropical con base en los resultados del primer grupo de Ensayos Regionales A.

La lista de especies del Cuadro 3 resume los resultados de las anteriores evaluaciones de germoplasma. Estas se refieren, más que a las accesiones individuales, a las especies que han demostrado una buena adaptación a los ecosistemas respectivos y por lo cual, ya sea el total o la gran mayoría de accesiones, se han considerado promisorias. La falta de adaptación de *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* al ecosistema térmico del Cerrado se puede explicar por su necesidad de un período de crecimiento más largo, en tanto que las especies *Centrosema* y *S. leiocarpa* no han sido evaluadas por tiempo suficiente. A pesar de existir reacciones diferenciales intraespecíficas de las accesiones a enfermedades y al ataque de insectos, las demás especies, como tales, muestran buena adaptación al suelo, clima, enfermedades e insectos de cualquiera de los ecosistemas de sabana.

La accesión de *Andropogon gayanus* CIAT 621 llegó a la categoría de evaluación más avanzada, y fue lanzada por las instituciones nacionales respectivas como un

pasto oficialmente recomendado para ambos tipos de sabana. Esta gramínea presenta también una adaptación excelente al ecosistema de bosque tropical, según resultados preliminares en ensayos regionales.

Cuadro 3. Identificación de las especies tropicales claves de forrajes para los ecosistemas de sabanas bien drenadas.

Especies	Promisorias para	
	Llanos (hipertérmicos)	Cerrado (térmico)
<i>Stylosanthes capitata</i>	si	si
<i>Stylosanthes guianensis</i> "tardio"	si	si
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	si	si
<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	si	?
<i>Centrosema brasilianum</i>	si	?
<i>Centrosema macrocarpum</i>	si	?
<i>Zornia brasiliensis</i>	si	si
<i>Desmodium ovalifolium</i>	si	no
<i>Pueraria phaseoloides</i>	si	no
<i>Andropogon gayanus</i>	si	si
<i>Brachiaria humidicola</i>	si	si

En cooperación con la unidad de Servicio de Datos del CIAT, se han dado los primeros pasos para desarrollar un sistema de información que ayude al seguimiento de la evaluación del germoplasma. El objetivo es conformar un banco de datos centralizado con información recuperable sobre el comportamiento del germoplasma en los varios niveles de evaluación.

Agronomía de Forrajes en las Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)

La estrategia de investigación en esta área se basa en la evaluación de especies tropicales forrajeras nativas e introducidas, con el principal objetivo de seleccionar genotipos superiores adaptados a las condiciones ambientales de las sabanas de oxisoles, para su utilización en pastoreo.

Se ha reconocido por algún tiempo la necesidad de ampliar la limitada diversidad genética de las especies forrajeras disponibles en América tropical. A mediados de la década de 1970 se inició un ambicioso proyecto de recolección, introducción y evaluación de especies forrajeras adaptadas a los suelos ácidos y pobres de las sabanas. Recientemente se concluyó la evaluación agronómica de esta colección inicial de germoplasma, y en este año se presentan los datos acumulados sobre el comportamiento de las especies de mayor importancia.

Evaluación de Germoplasma

La evaluación y el mejoramiento del germoplasma forrajero continúan siendo actividades principales en el centro de investigación de Carimagua. Ya se han identificado gramíneas y leguminosas adaptadas, y es el propósito de la investigación actual seleccionar genotipos mejorados dentro de estas especies clave que hayan demostrado un buen comportamiento bajo pastoreo en los ensayos iniciados en 1977.

Durante el año se establecieron cerca de 680 accesiones forrajeras pertenecientes a seis géneros de leguminosas y a tres de gramíneas, para su evaluación agronómica. De éstas, 53 leguminosas (en su mayor parte *Centrosema* spp., *Desmodium* spp. y *Stylosanthes* spp.) y tres gramíneas (*Brachiaria* spp.) se incluyen en los ensayos de pastoreo.

A continuación se describen las especies forrajeras que han demostrado características agronómicas deseables y un buen potencial como cultivares forrajeros durante un período de cuatro años.

Stylosanthes spp.

El género *Stylosanthes*, de gran diversidad y difusión, ha presentado un rango de variación útil. Las especies de mejor comportamiento son: *S. capitata*, *S. macrocephala*, una forma de tallo fino de *S. guianensis*, y *S. leiocarpa*.

Stylosanthes capitata. Esta es una especie perenne adaptada a los suelos de poca fertilidad. Se encontraron algunas variedades resistentes a la antracnosis y a los barrenadores del tallo. Es un productor prolífico de semilla con la cual se regenera por auto-siembra. La primera accesión de *S. capitata* (CIAT 1019) se introdujo a mediados de 1974.

Los ecotipos difieren morfológicamente y, además, las accesiones varían en época de floración. Las accesiones de floración tardía poseen la clara ventaja de un período de crecimiento activo más prolongado y mayores rendimientos. Por otra parte, los ecotipos de floración temprana se recuperaron con mayor rapidez al comenzar la época húmeda y producen más semilla; esto compensa los menores rendimientos en forraje durante la estación siguiente. Los ecotipos de floración temprana, p. ej. CIAT 1019, se comportan como anuales de auto-regeneración, y producen abundante semilla para forraje y regeneración durante la estación seca.

Stylosanthes macrocephala. Esta especie se extiende a los sub-trópicos secos y es también nativa de los territorios limítrofes al sur de Campo Cerrado y regiones más secas del Paraguay. Algunas de las accesiones del banco de germoplasma del CIAT provienen de latitudes inferiores en Brasil, p. ej., Bahía, Goiás y Mato Grosso, donde se encuentran en comunidad con *S. scabra* y *S. capitata*.

Se ensayaron 81 accesiones de los grupos de *S. capitata* y *S. macrocephala* en pequeños lotes experimentales establecidos en 1979. En general, se registró una gran

variación en el rendimiento y se encontraron accesiones con características forrajeras definidas y diversidad de épocas de floración/maduración. Cuatro accesiones de *S. macrocephala* dieron rendimientos promedio de 1100 g/m² y se contaron entre las 14 introducciones de mayor rendimiento.

Las accesiones de *S. macrocephala* examinadas en Carimagua presentan un alto grado de tolerancia a la antracnosis de esta especie y a los barrenadores del tallo. Existen diferencias en la época de floración entre algunas accesiones, y en aquellas de floración temprana la formación de semilla comienza a finales de agosto.

Stylosanthes guianensis. Las selecciones iniciales de tallo fino (CIAT 1020, 1059 y 1062) presentaron persistencia a largo plazo junto con resistencia a los barrenadores del tallo y a la antracnosis; sin embargo, sus rendimientos en semilla son apenas modestos. Continúa la búsqueda de genotipos mejorados que combinen las características agronómicas deseables. El siguiente paso consiste en la evaluación de las líneas seleccionadas bajo pastoreo regular.

Stylosanthes leiocarpa. Esta especie se caracteriza por su buena persistencia y bajos rendimientos de MS. Resiste al fuego y la sequía debido a sus fuertes raíces subterráneas. Las líneas CIAT 1093, 1087 y 2115 son promisorias, originarias todas ellas de Bahía, Brasil. En próxima estación se harán evaluaciones bajo pastoreo regular para probar su compatibilidad con especies gramíneas comunes.

Desmodium spp.

Desmodium ovalifolium. La principal dificultad encontrada en el desarrollo de praderas de leguminosa-gramínea en zonas tropicales ha sido encontrar leguminosas adecuadas que no sólo se adapten bien a las condiciones ambientales sino que sean compatibles con las especies de gramíneas agresivas y que soporten el pastoreo intensivo.

En experimentos realizados en los Llanos Orientales, *Desmodium ovalifolium* fue la leguminosa de mayor persistencia junto a gramíneas estoloníferas agresivas como *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola*. Las especies comerciales de *Brachiaria* (*B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. radicans* y *B. dictyoneura*) no solamente son muy agresivas, sino que a largo plazo, según experiencias en Colombia y en otros países tropicales, su crecimiento frondoso sofoca la mayor parte de las leguminosas asociadas.

Se inició un programa de muestreo para seguir los cambios en la composición botánica de *Andropogon gayanus*, *B. decumbens* y *B. humidicola*, cada uno en asociación con *D. ovalifolium*. Esta última se estableció bien y formó praderas productivas con ambas especies de *Brachiaria* y con el frondoso *A. gayanus*. Los porcentajes de leguminosas aumentaron uniformemente en cada combinación. Este aumento en el contenido de leguminosa en el lote se facilitó por el hecho de que las gramíneas se pastorearon preferencialmente durante la estación húmeda. A finales de la segunda estación húmeda después del establecimiento, las tres combinaciones de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *A. gayanus* con *D. ovalifolium* poseían un contenido de leguminosa de 48.5, 35.9 y 48.3%, respectivamente.

Se registró una tendencia similar de aumento en el contenido de leguminosa en las parcelas bajo pastoreo de *B. humidicola* y *D. ovalifolium* en las cuales el pastoreo comenzó en la época seca.

Desmodium canum. Excluyendo a *D. ovalifolium*, esta leguminosa poco conocida demostró ser la más persistente bajo pastoreo moderado en lotes establecidos en 1977. El establecimiento y el crecimiento inicial de *D. canum* fueron lentos, pero una vez establecida, se ha extendido rápidamente y han formado asociaciones compatibles con *A. gayanus* y *B. decumbens* bajo pastoreo. Aproximadamente 124 accesiones de *D. canum* se incluyeron en un experimento en hileras recientemente establecido.

Centrosema spp.

Se compararon 40 líneas, incluyendo *C. brasilianum*, *C. pubescens*, *C. macrocarpum*, *C. acutifolium* y *C. pascuorum*, en pequeñas parcelas de pradera, con respecto al rendimiento de forraje y la resistencia a plagas y enfermedades. Varias líneas de *C. brasilianum* y *C. macrocarpum* demostraron capacidad de producir altos rendimientos. Sin embargo, sólo unas pocas accesiones presentaron resistencia a las enfermedades del follaje; *C. macrocarpum* fue especialmente susceptible a los ataques de insectos comedores de hojas durante la estación húmeda.

Los rendimientos en MS obtenidos en el primer año alcanzaron un promedio de 1100 g/m² y variaron ampliamente. A mediados de 1980 se estableció un ensayo de pastoreo a nivel de campo con 26 líneas de *Centrosema* spp.

Zornia spp.

La evaluación agronómica de *Zornia* spp. sufrió un serio perjuicio con la enfermedad fungosa conocida como costra por *Sphaceloma*. La mayoría de las accesiones resultaron seriamente afectadas por ella; esta leguminosa es un componente de corta duración en las parcelas bajo pastoreo. En vista de que *Z. latifolia* resultó muy promisorio en ensayos de pastoreo de corta duración, se consideró que valía la pena iniciar un nuevo programa de evaluación y un estudio a fondo de *Zornia* spp. Actualmente se evalúan 214 líneas en parcelas en hileras.

Seis meses después de su establecimiento, solamente unas pocas estaban libres de enfermedad. Este grupo incluyó unos cuantos anuales con hábito de crecimiento rastrero. En esta etapa las accesiones se muestran suficientemente promisorias como para incluirlas en pruebas de lotes.

Evaluación bajo Pastoreo

Se establecieron mezclas de gramíneas-leguminosas para evaluación bajo pastoreo regular al nivel de Categoría III. Estos experimentos concluyeron hace poco y sus resultados para el período noviembre 1977-septiembre 1980 se resumen a continuación.

D. ovalifolium-*A. gayanus* y *D. ovalifolium*-*B. decumbens*

En estos lotes establecidos en 1977 se hizo un seguimiento de la distribución estacional del rendimiento de materia seca y de la composición de pasturas. La materia seca disponible se midió en dos mezclas de pasturas en 25 fechas de cosecha/pastoreo.

Se encontró una diferencia significativa en rendimientos de los dos pastos del ensayo. *B. decumbens* produjo significativamente más materia seca disponible que *A. gayanus* en el primer ($P < 0.05$) segundo ($P < 0.01$) y sexto ($P < 0.05$) períodos de pastoreo. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el rendimiento total entre los dos tratamientos. El contenido total de materia seca disponible (57%) fue mayor en las pasturas de *B. decumbens* - *D. ovalifolium*, en tanto que hubo dominio de las leguminosas (59%) en la pastura *A. gayanus*-*D. ovalifolium* durante el año de establecimiento, después del cual disminuyó, y se mantuvo un equilibrio entre el pasto y la leguminosa después del décimo período de pastoreo. *D. ovalifolium* reprimió a *A. gayanus* en la fase

temprana de establecimiento de la pradera, y esta mezcla exhibió el dominio de la leguminosa para casi todos los períodos de evaluación en condiciones de pastoreo. El total de MS disponible y el contenido de gramínea-leguminosa se resumen para las dos mezclas en la Figura 1.

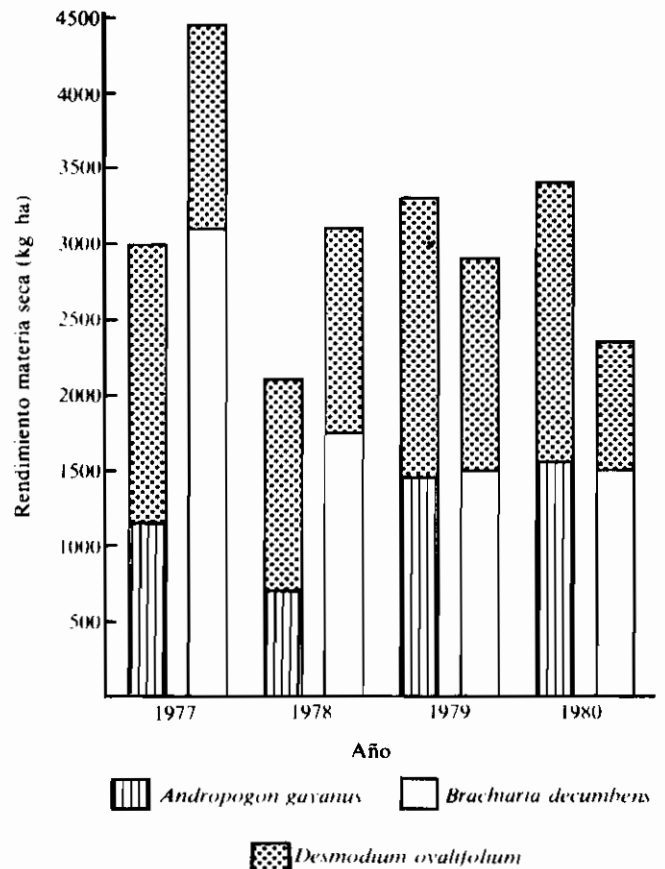


Figura 1. Rendimientos de las pasturas bajo pastoreo de *Andropogon gayanus*-*Desmodium ovalifolium* y *Brachiaria decumbens*-*D. ovalifolium* en Carimagua.

El potencial de *D. ovalifolium* como leguminosa forrajera en regiones de sabana no se había reconocido antes, y no hay explotaciones comerciales que utilicen esta leguminosa. Según se dijo al hablar de germoplasma, los datos obtenidos en Carimagua indican que *D. ovalifolium* es una de las pocas leguminosas compatibles con las agresivas estoloníferas *B. decumbens* y *B. humidicola* en condiciones de pastoreo. En vista de las extensas zonas de praderas monoespecíficas con estas especies de *Brachiaria* establecidas en el interior de

América tropical, particularmente en el Campo Cerrado de Brasil y las regiones deforestadas del valle amazónico, la compatibilidad de *D. ovalifolium* adquiere especial significado. Se recomienda su utilización y mayores pruebas especialmente con las especies estoloníferas de *Brachiaria* en regiones tropicales bajas con precipitaciones anuales de 2000 mm o más.

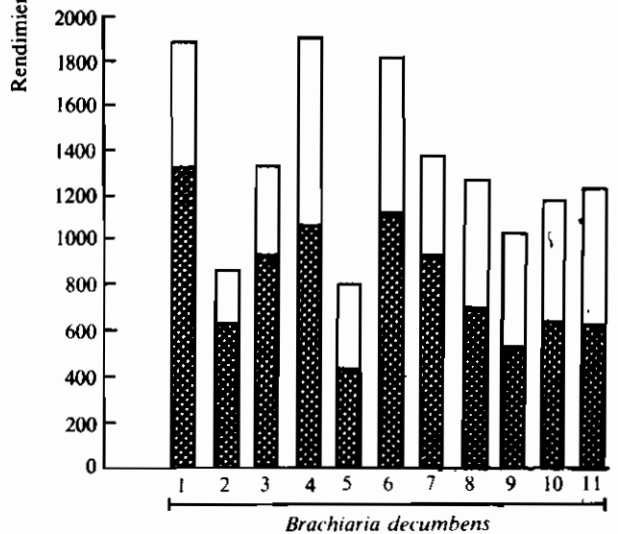
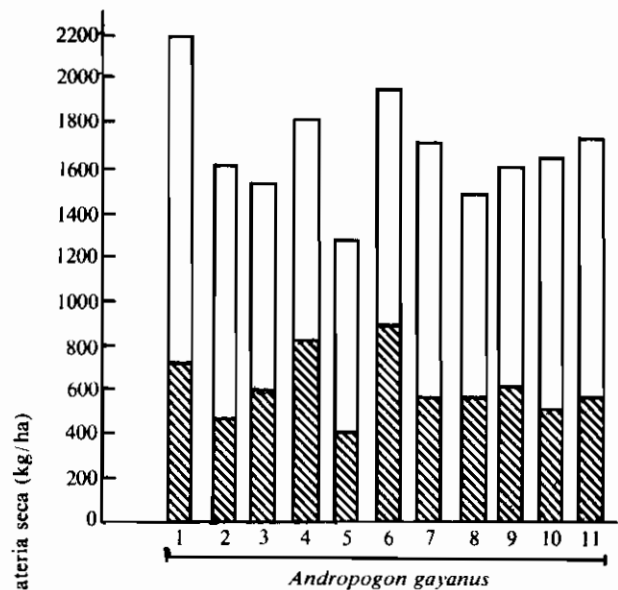
El propósito de un experimento de pastoreo recientemente establecido fue identificar ecotipos de *D. ovalifolium* con menor contenido de taninos, mayor palatabilidad y digestibilidad. Con tal propósito se sembraron nueve accesiones en asociación con *B. humidicola*. En otro experimento se estudiarán las interacciones ecotipo x intervalos de corte x fertilizante y sus efectos sobre el rendimiento y el contenido de taninos.

S. capitata, *S. macrocephala*-*A. gayanus*,
B. decumbens

Diez accesiones de *S. capitata* y una de *S. macrocephala* se probaron en asociación con *A. gayanus* y *B. decumbens* en pastoreo regular. Ambas mezclas fueron productivas y las leguminosas persistieron bien con ambas especies de gramíneas. Al final del experimento al cuarto año de establecimiento, el contenido de leguminosas en las mezclas de *S. capitata*-*B. decumbens* fluctuó entre 16.4% al comienzo de la estación lluviosa y 35.9% al final de la misma (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución estacional de materia seca disponible en pradera de *Brachiaria decumbens*-*Stylosanthes capitata*, entre mayo 1978 y septiembre 1980. Carimagua.

Periodo cosecha/pastoreo	Rendimiento materia seca (kg/ha)		
	<i>S. capitata</i>	<i>B. decumbens</i>	Total
1 Mayo-junio	1071	347	1419
2 Pre-lluvioso	868	476	1344
3 Julio-agosto	1097	234	1331
4 Septiembre-octubre	1186	425	1611
5 Noviembre	1611	612	2223
6 Lluvioso	968	776	1744
7 Enero-febrero	367	522	889
8 Seco	325	512	836
9 Marzo-abril	321	809	1126
10 Pre-lluvioso	876	975	1851
11 Mayo-junio	799	4078	4877
12 Julio-agosto	1131	2023	3154
13 Septiembre	1080	2617	3697
14 Lluvioso	1428	3310	4738
15	681	2223	2904



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>S. capitata</i> CIAT 1078+1097 | 7. <i>S. capitata</i> CIAT 1318 |
| 2. <i>S. capitata</i> CIAT 1007 | 8. <i>S. capitata</i> CIAT 1323 |
| 3. <i>S. capitata</i> CIAT 1019 | 9. <i>S. capitata</i> CIAT 1325 |
| 4. <i>S. capitata</i> CIAT 1078 | 10. <i>S. capitata</i> CIAT 1328 |
| 5. <i>S. bracteata</i> CIAT 1281 | 11. <i>S. capitata</i> CIAT 1342 |
| 6. <i>S. capitata</i> CIAT 1315 | |

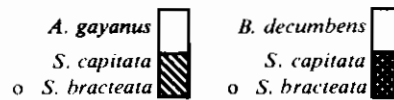


Figura 2. Materia seca disponible en pasturas de *Andropogon gayanus* CIAT 621 o *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, en asociación con cada una de las 11 accesiones de *Stylosanthes* spp., Carimagua. (Los rendimientos son promedios de 10 cosechas.)

En este experimento las accesiones de floración tardía e intermedia de *S. capitata* (CIAT 1078 y 1315) produjeron más MS disponible que las accesiones de floración temprana (CIAT 1007 y 1019). *S. macrocephala*, un tipo de floración temprana, está en el grupo de bajos rendimientos. La MS disponible en las dos pasturas se presenta en la Figura 2.

Evaluación de Gramíneas Introducidas

La disponibilidad de pastos forrajeros para experimentación y mejoramiento de pasturas en los Llanos Orientales se ha incrementado recientemente con *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133, pasto emparentado estrechamente con *B. humidicola*, con la cual tiene en común buena parte de sus caracteres morfológicos. En un estudio preliminar, *B. dictyoneura* produjo casi cinco veces más cariósides por unidad de peso de las inflorescencias que *B. humidicola* o *B. decumbens*. *B. dictyoneura* 6133 se estableció para evaluación en un

pequeño lote experimental de pastoreo con *B. decumbens*, *B. humidicola*, mezclados al azar con *D. ovalifolium* y *D. canum* en cuatro bloques. Treinta y cuatro nuevas accesiones de *A. gayanus* se compararon en lotes en hileras con 16 selecciones representativas de genotipos vigorosos de floración tardía seleccionados de antiguas pasturas en Carimagua. Estas introducciones procedían del norte de Nigeria y de Costa de Marfil. Vale la pena señalar que el promedio de rendimiento por planta de las selecciones fue mayor que el promedio de rendimiento de las introducciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción promedio de materia seca de 34 introducciones y 16 selecciones de *Andropogon gayanus*.

	Materia seca (g. planta)	E. S.
34 introducciones	142.12	10.77
16 selecciones	162.72	18.39

Agronomía de Forrajes en las Sabanas Isotérmicas (Cerrado)

Esta investigación tiene como objetivo la selección de germoplasma con los siguientes criterios: a) que se adapte a los suelos ácidos de fertilidad baja y con alta saturación de Al típicos de las sabanas térmicas; b) que persista en condiciones de pastoreo, y c) que tenga tolerancia a plagas y enfermedades. Las actividades dirigidas a las condiciones de sabanas térmicas se realizan en su mayor parte en el Cerrado con sede en el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, CPAC, cerca de Brasilia, Brasil.

Evaluación Preliminar de Germoplasma

Leguminosas

Las 541 líneas de leguminosas actualmente bajo evaluación en las Categorías I y II en los dos tipos de suelos principales de la región, provienen de 13 géneros. Un sesenta por ciento son especiales de *Stylosanthes*, y en el resto figuran *Zornia* spp., *Desmodium* spp., *Calopogonium* spp., *Centrosema* spp., *Aeschynomene* spp., *Galactia* spp. y otras, cada una de ellas representada también por varias accesiones. Estas se establecen como plantas espaciadas, y se realizan observaciones sobre la fenología, el rendimiento de MS, el potencial de rebrote, el valor nutritivo, la producción de semilla y la tolerancia a plagas y enfermedades.

Stylosanthes spp. El género *Stylosanthes* continúa mostrando el mayor potencial para las condiciones del Cerrado. Se han seleccionado 17 líneas de germoplasma sembrado en 1978-79, y 17 de las sembradas en 1979-80, para una evaluación más a fondo. Estas líneas poseen una mayor productividad y/o tolerancia a la antracnosis que las líneas comerciales testigo. La composición de especies de estas selecciones es: *S. capitata* (14 accesiones), *S. scabra* (8), *S. guianensis* (6), *S. macrocephala* (5) y *S. viscosa* (1). La mayoría de las selecciones es de floración medianamente tardía o tardía; todas retuvieron hojas

verdes durante la estación seca, retoñaron bien después del corte, y el ganado las consumió sin problema.

Los datos edáficos representativos de los dos tipos de suelo en el CPAC se detallaron el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Hubo diferencias entre especies y accesiones en cuanto a su adaptación al tipo de suelo. Las líneas de *S. guianensis* y de *S. macrocephala* produjeron más MS en el latosol rojo-oscuro (latossolo vermelho escuro - LVE) que en el latosol rojo-amarillo (latossolo vermelho amarelo - LVA). *S. viscosa* CIAT 1094 creció satisfactoriamente en ambos suelos mientras que las accesiones de *S. scabra* y de *S. capitata* mostraron variación en la adaptación. Las líneas de *S. guianensis* pertenecen al grupo actualmente denominado "tardío" para distinguirlo de los ecotipos de *S. guianensis* "común", por ejemplo, los cultivares comerciales Schofield, Endeavour e IRI 1022.

Se trata de ecotipos originarios de Venezuela y Brasil que, contrariamente a los tipos comunes, presentan una floración predominantemente tardía, tallos finos y muy viscosos y con folíolos angostos. Su característica sobresaliente es la buena tolerancia a la antracnosis, un rasgo deficiente en los tipos comunes.

En los Cerrados la antracnosis sigue siendo la enfermedad más importante y el principal factor limitante para el género. Las observaciones efectuadas en 1980 indicaron que su incidencia ha aumentado notoriamente en el sitio LVA. No se han encontrado problemas con barrenadores (*Caloptilia* sp.) ni con el perforador de botones (*Stegasta bosqueella*).

La evaluación continúa, y en 1980-81 se introdujeron otros 29 ecotipos de *S. capitata*, de manera que todas las accesiones de la especie representadas en la colección del CIAT se encuentran ahora bajo evaluación en Brasilia y en Colombia. Además, se introdujeron 20 accesiones más de *S. macrocephala* y 57 ecotipos de *S. guianensis* "tardío".

Otros géneros. Ninguno de los otros géneros parece tan promisorio como *Stylosanthes*. Las líneas de *Calopogonium* spp. y *Galactia* spp. demostraron poseer una buena adaptación a los suelos ácidos, pero no resultaron más productivas que los respectivos cultivares comerciales brasileños. *Pueraria*, *Teramnus*, *Vigna* y *Soemmenngia* crecieron muy poco en los dos sitios. Entre las accesiones de *Centrosema*, sólo *macrocarpum* justifica continuar con la observación. Las accesiones de *Zornia* fueron muy vigorosas, con un potencial de rebrote excelente, pero el testigo, *Z. latifolia* CIAT 728, siguió siendo el ecotipo más productivo. Con la excepción de la especie de ramoneo, *Desmodium* (sin. *Codariocalyx gyroides* CIAT 3001, las accesiones de este género tuvieron escaso vigor y considerable caída foliar durante la estación seca.

Varias enfermedades prevalecieron. Un complejo insecto-virus-hongo, común en las especies nativas, atacó a las accesiones de *Aeschynomene* y *Zornia*, matando varias plantas. Los ecotipos de cuatro folíolos de *Zornia brasiliensis* CIAT 9472 y 9473, sembrados en 1979-80, no han sido afectados por este complejo de enfermedades. El "micoplasma de la hoja pequeña" fue un problema para las especies de *Desmodium*. En este año la enfermedad también afectó severamente a *D. gyroides* CIAT 3001, a pesar de su buena adaptación a los suelos ácidos. En *D. ovalifolium* CIAT 350 se presentaron problemas de nemátodos.

Esta evaluación a nivel de Categorías I y II continúa en materiales nuevos; durante 1980-81, se introdujeron cuatro nuevos ecotipos de *Z. brasiliensis* y 17 ecotipos de *Centrosema*. De especial interés se consideraron las accesiones de *C. macrocarpum* y de *C. brasilianum*, una especie que parece promisoriosa para los suelos ácidos de los Llanos colombianos.

A través de la Red de Ensayos Regionales se investigará el potencial de las accesiones promisorias de las especies clave para otras áreas de los Cerrados. Durante la temporada 1980-1981, se establecerá un Ensayo Regional A en el estado de Goiás, en cooperación con la organización estatal EMGOPA. Estos ensayos son de considerable importancia ya que las observaciones preliminares señalan por ejemplo, una fuerte interacción localidad-germoplasma-tolerancia a la antracnosis en el caso de *Stylosanthes* spp.

Gramíneas

A comienzos de la estación lluviosa de 1979-80, se sembraron 101 accesiones de gramíneas de los géneros

Panicum (75), *Brachiaria* (13), *Melinis* (11) y *Setaria* (2), en los dos suelos locales, sobre las cuales se hacen las mismas observaciones que en las leguminosas.

Panicum maximum. Se incluyeron como testigos cuatro cultivares comerciales, a saber, Común, Gatton y Petrie Green Panic. Las 54 líneas que se establecieron con éxito en el campo se clasificaron morfológicamente así:

a) Tipo Hamil: robusto, gigante, con hojas grandes y tallos bastante gruesos. Apropriado como pasto de corte y acarreo con alto potencial de producción; seis accesiones.

b) Tipo Común: de tamaño mediano con hojas predominantemente basales, usualmente con elevada producción de tallos gruesos; 29 accesiones.

c) Tipo Gatton/Green Panic: hojas numerosas y tallos finos; tipo de pastoreo; 16 accesiones.

d) Tipo Embu: semi-erecto, de hojas finas; tres accesiones.

No se pudo recoger información acerca de las accesiones en el LVA debido a su escaso crecimiento. En el LVE, el cultivar testigo Hamil fue mucho más productivo que las seis nuevas accesiones de ese mismo tipo. Dieciséis accesiones del tipo Común rindieron más que el testigo y las cinco superiores (CIAT 6093, 6141, 6145, 6146 y 6162) rindieron en promedio 6570 kg MS/ha— el doble de la producción del Común. De las 16 accesiones nuevas de tipo Green Panic/Gatton, sólo dos (CIAT 6125 y 6176) rindieron más MS que los testigos. Los rendimientos de las tres líneas tipo Embu fueron muy bajos, con promedios de 1146 a 2834 kg MS/ha.

El establecimiento presentó problemas. Diecisiete accesiones fallaron en ambos sitios, debido probablemente a la baja calidad de la semilla. Otros 25 ecotipos no se pudieron establecer en el LVA debido probablemente a las diferentes propiedades físicas del suelo en los dos sitios.

Melinis minutiflora y *Brachiaria* spp. Cuatro accesiones de *M. minutiflora* (CIAT 6371, 6372, 6373 y 6374) triplicaron la producción de MS del testigo comercial. Sin embargo, los contenidos de MS digerible (*in vitro*), de proteína cruda y de Ca fueron inferiores. Tres nuevas accesiones de *Brachiaria* spp. también parecen promisorias. El crecimiento de todas las accesiones en el LVA fue pobre, y no se reunieron datos sobre MS.

En 1980-81 se sembraron accesiones de especies de *Paspalum* en el sitio LVA. Este género es natural de

América Latina y debería tener una mejor adaptación a este tipo de suelo que los géneros originarios de las áreas más fértiles de África. Continuará la evaluación de otros géneros.

Evaluación bajo Pastoreo

Las accesiones seleccionadas en la Categoría II se evalúan durante cuatro años en la Categoría III en parcelas pequeñas, pastoreadas individualmente. Cada leguminosa se siembra separadamente con dos gramíneas de hábito de crecimiento contrastante, a saber *Andropogon gayanus* CIAT 621, de hábito erecto y

Brachiaria decumbens (cv. Basilisk), estolonífera. Las gramíneas se siembran con *Stylosanthes guianensis* (cv. Cook). Se observan la compatibilidad de las especies, la persistencia, la producción de MS y de proteína cruda, y la fijación y transferencia de N simbiótico. En este sistema, las mezclas de pasturas no sólo se exponen a la defoliación sino también a los efectos físicos del pastoreo, tales como el pisoteo y el reciclaje de nutrientes a través de las heces y la orina.

Germoplasma de leguminosas. Actualmente se están evaluando 14 leguminosas en esta categoría. En la Figura 1 se presenta la producción total de MS y el contenido de leguminosa en los dos primeros años de evaluación.

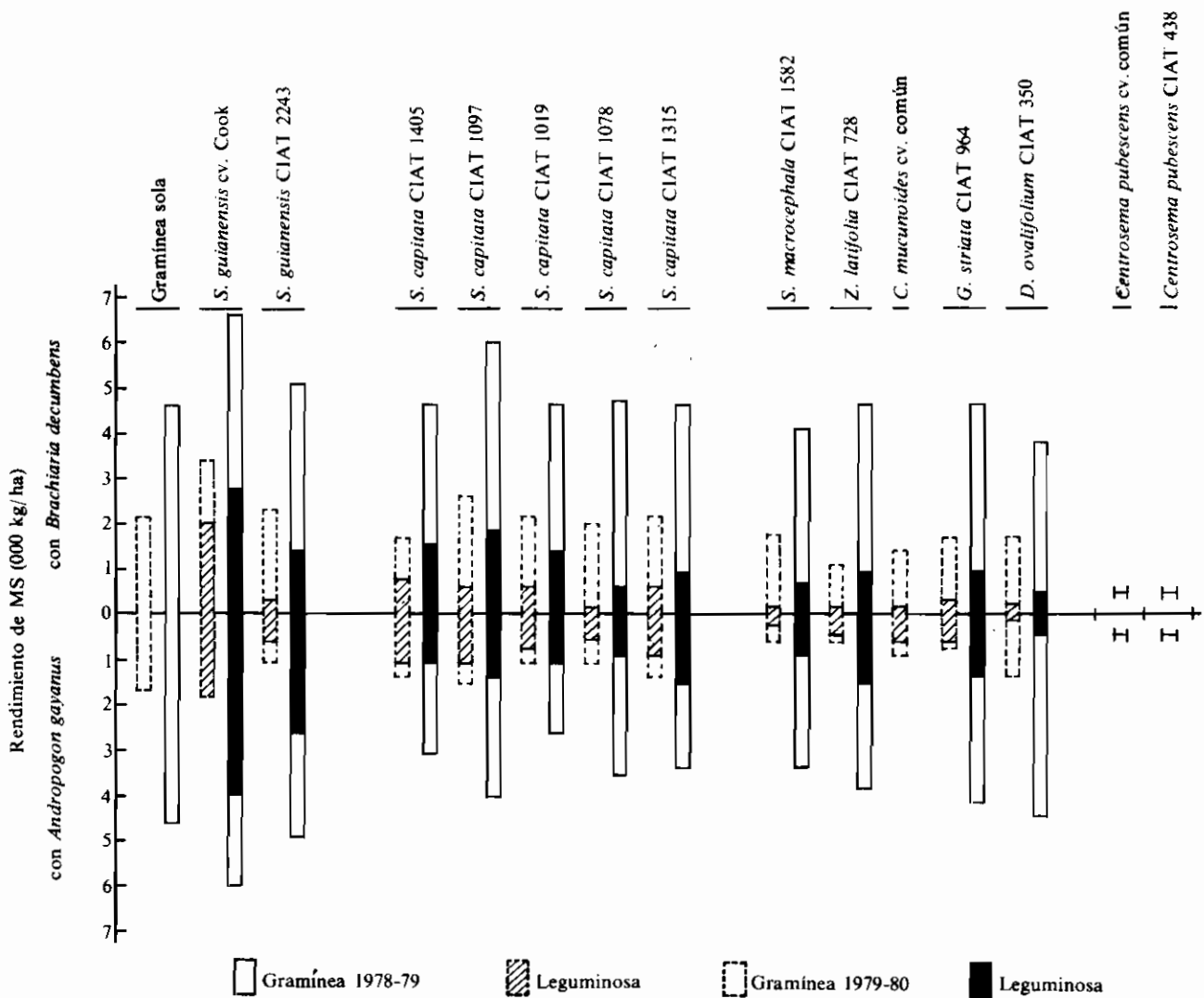


Figura 1. Comportamiento de las accesiones de leguminosa, Categoría III, en asociación con *Andropogon gayanus* o *Brachiaria decumbens*, en CPAC, Brasilia, Brasil.

Con excepción de la asociación de *D. ovalifolium* CIAT 350, el contenido de leguminosa en las parcelas de *Andropogon* fue aproximadamente el doble del de las parcelas de *Brachiaria*. Las líneas de *S. capitata* muestran buena persistencia, pero *S. capitata* CIAT 1405 y 1315 han sufrido ataques de antracnosis. La productividad de *S. macrocephala* CIAT 1582 mejoró notoriamente durante el segundo año. Las leguminosas más promisorias en el momento presente son *S. guianensis* (cv. Cook), *S. guianensis* "tardío" CIAT 2243, *S. capitata* CIAT 1097 y *Z. latifolia* CIAT 728. Las dos accesiones de *Centrosema pubescens* y *Calopogonium mucunoides* desaparecieron de las parcelas.

En todas las asociaciones de gramíneas-leguminosas el contenido de N y de Ca fue mayor que en los testigos de gramínea pura. Sin embargo, los aumentos en el contenido de P fueron reducidos.

En el Cuadro 1 se observan los rangos correspondientes a estos nutrimentos en las parcelas de gramínea-leguminosa y en los testigos de gramínea pura. La fijación neta anual de N calculada en las asociaciones varió entre 9 y 80 kg/ha.

Cuadro 1. Composición química de gramíneas y de combinaciones de gramínea-leguminosa bajo pastoreo (Categoría III) en CPAC, Brasilia, Brasil.

Elemento	Requerimientos de los animales		Contenido (%)	
	Ca (%)	P (%)	Gramínea sola	Asociación gramínea-leguminosa
<i>Brachiaria</i>				
N			0.73	0.78 - 1.44
Ca			0.21	0.31 - 0.61
P			0.11	0.10 - 0.13
<i>Andropogon</i>				
N			0.92	1.12 - 2.11
Ca			0.25	0.29 - 0.79
P			0.10	0.10 - 0.14
	0.18 - 0.60	0.18 - 0.43		

Germoplasma de gramíneas. Las cinco gramíneas en evaluación son *A. gayanus* CIAT 621, *B. decumbens* (cv. Basilisk), *B. ruziziensis* (común), *B. humidicola* (común)

y *P. maximum* (cv. Guinezinho). Las especies de *Brachiaria* y de *Panicum* ya se encuentran disponibles comercialmente en Brasil; reviste especial interés la comparación de su productividad con la de la nueva y promisoriosa accesión de *A. gayanus* CIAT 621 (cv. Planaltina).

El Cuadro 2 muestra notorias diferencias de productividad entre las gramíneas, siendo *B. humidicola* la menos productiva. En todos los tratamientos, *S. guianensis* aumentó el rendimiento de MS de las asociaciones, con relación a los cultivos de gramínea pura. La proporción de leguminosas en las combinaciones fue excelente, pero el valor correspondiente a *B. humidicola* refleja el bajo rendimiento de esta gramínea.

Cuadro 2. Producción de MS de cinco gramíneas bajo pastoreo en la Categoría III, solas o en asociación con *Stylosanthes guianensis* cv. Cook en CPAC, Brasilia, Brasil.

Gramínea	Producción total de MS (kg/ha/año)		Contenido de leguminosa (% MS)
	Sin leguminosa	Con leguminosa	
<i>Andropogon gayanus</i>	3463	5219	38
<i>Brachiaria decumbens</i>	4435	5820	39
<i>Brachiaria humidicola</i>	2935	4323	81
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	3616	6552	58
<i>Panicum maximum</i>	4139	5425	73

Los valores de digestibilidad de MS fueron más altos para *B. ruziziensis* y más bajos para *A. gayanus*. La inclusión de leguminosa aumentó la digestibilidad y el contenido de N y de Ca pero afectó poco al contenido de P. La fijación neta anual calculada de N varió entre 29 y 67 kg/ha.

Producción de Semilla

Esta parte del programa realizado en CPAC pretende: a) investigar el potencial de los Cerrados con respecto a la producción de semilla comercial, y b) multiplicar la semilla del germoplasma promisorio para las evaluaciones de pasturas y otros programas realizados en CPAC. El primer propósito se logra con la cooperación de un programa de Ensayo Regional, el cual involucra otras regiones de Brasil, Bolivia y Colombia.

Cuadro 3. Parámetros de producción de semilla de cuatro gramíneas tropicales en CPAC, Brasilia, Brasil.

Parámetro	<i>Brachiaria humidicola</i>		<i>Brachiaria decumbens</i>		<i>Andropogon gayanus</i>		<i>Panicum maximum</i>	
	1978-79	1979-80	1978-79	1979-80	1978-79	1979-80	1978-79	1979-80
No. de cosechas	1	2	2	3	1	1	3	3
Rendimiento total de semilla pura (kg/ha/año)	12	501	163	443	128	45	132	382
Peso de 100 semillas (mg)	294	424	315	428	333	278	58	93
		376	178	416			57	90
				346			--	99

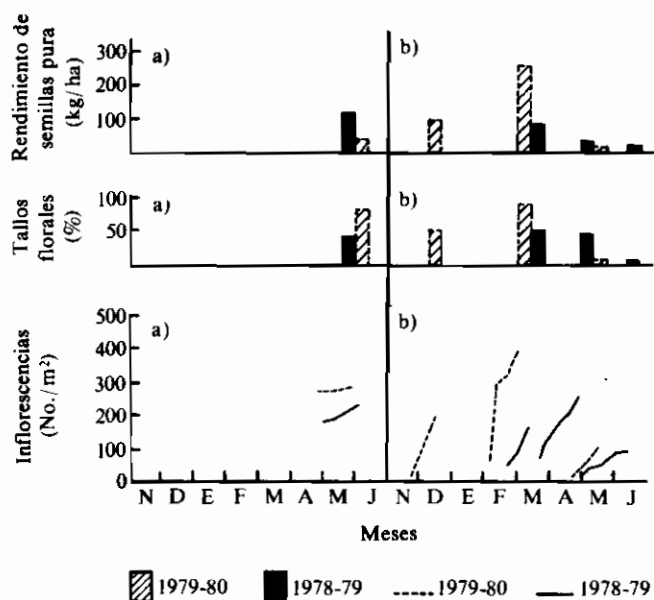


Figura 2. Inflorescencias y patrones de producción de semilla en *Andropogon gayanus*, en CPAC, Brasilia, Brasil.

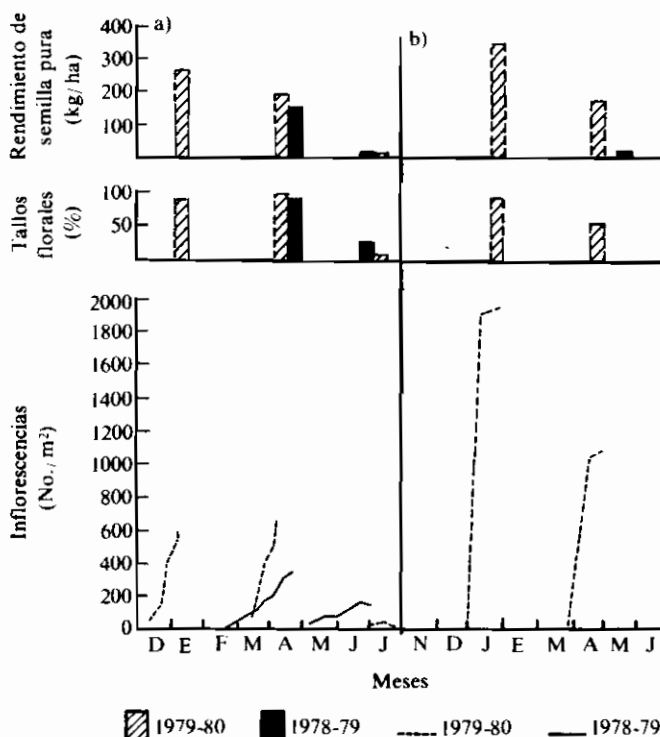


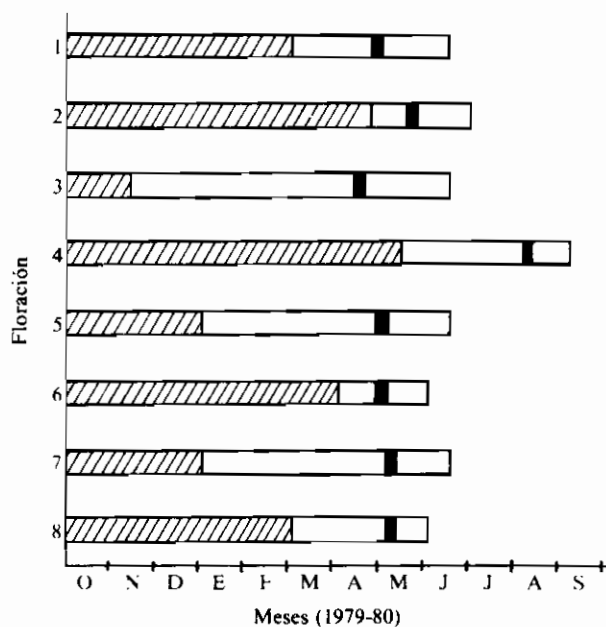
Figura 3. Inflorescencias y patrones de producción de semillas en dos especies de *Brachiaria* en CPAC, Brasilia, Brasil.

Ensayo regional. En éste se incluyen nueve gramíneas y cuatro leguminosas. En el Cuadro 3 se presentan los parámetros de producción de semilla para las gramíneas. En el segundo año aumentaron considerablemente los rendimientos de semilla de *B. decumbens*, *B. humidicola* y *P. maximum*; el aumento fue dramático en el caso de *B. humidicola*. En el segundo año se redujo en una tercera parte el rendimiento de semilla de *A. gayanus* debido a su volcamiento pronunciado.

En las Figuras 2 y 3 se muestra la relación entre el desarrollo de las inflorescencias y el rendimiento de semilla. En *A. gayanus*, el 89% de las inflorescencias apareció en el término de una semana después de haberse iniciado su formación (4 inflorescencias/m²).

El porcentaje de tallos florales aumentó durante el segundo año, pero el volcamiento redujo este potencial. *P. maximum* y *B. decumbens* florecieron durante un período prolongado, con variaciones de maduración *inter* e *intra* inflorescencias. Una disminución en el número de flores y de tallos florales durante el tercer ciclo se reflejó en los bajos rendimientos de semilla. El contraste más sobresaliente entre los años se presentó en *B. humidicola*, cuya producción de inflorescencias en el primer ciclo del segundo año casi alcanzó las 2000/m². No se observaron enfermedades ni plagas importantes.

La Figura 4 muestra las características de floración de las leguminosas *D. ovalifolium* CIAT 350 y *P. phaseoloides* CIAT 9900 sólo llegaron a florecer durante la segunda estación. En el Cuadro 4 se presentan datos sobre producción de semilla. La antracnosis destruyó a *S. capitata* CIAT 1405 en el segundo año, y *S. capitata* 1315 sufrió un severo ataque de la enfermedad. La antracnosis también redujo el rendimiento de semilla de *S. hamata* CIAT 147 durante el segundo año.



1. *D. ovalifolium* CIAT 350
2. *P. phaseoloides* CIAT 9900
3. *S. hamata* CIAT 147
4. *S. guianensis* CIAT 2243
5. *S. macrocephala* CIAT 1582
6. *S. capitata* CIAT 1315
7. *S. capitata* CIAT 1078
8. *Z. latifolia* CIAT 728

Figura 4. Características de floración de ocho leguminosas cultivadas en CPAC, Brasilia, Brasil.

Después de un establecimiento lento, *S. macrocephala* CIAT 1582 produjo rendimientos significativamente superiores durante el segundo año. A pesar de los ataques de un complejo de virus-hongo y de la costra causada por *Sphaceloma*, los rendimientos de semilla de *Z. latifolia* CIAT 728 se cuadruplicaron durante el segundo año. *D. ovalifolium* CIAT 350 produjo escasos rendimientos de semilla en el segundo año y sufrió un ataque de nemátodos. Los rendimientos de *S. guianensis* "tardía" CIAT 2243 fueron relativamente bajos en los dos años. Este ensayo continuará, y se iniciará un trabajo de investigación para determinar las formas de reducir por medio del pastoreo temprano el acame en *A. gyanus*.

Cuadro 4. Producción de semilla de nueve leguminosas forrajeras tropicales en CPAC, Brasilia, Brasil.

Accesión y No. CIAT	Producción de semilla pura (kg/ha)		Peso de 100 semillas (mg)	
	1978-79	1979-80	1978-79	1979-80
<i>Zornia latifolia</i> 728	175	687	153	148
<i>Stylosanthes capitata</i> 1405	199	M ¹	235	---
<i>Stylosanthes capitata</i> 1315	150	25	314	204
<i>Stylosanthes capitata</i> 1078	31	40	191	192
<i>Stylosanthes macrocephala</i> 1582	17	207	208	208
<i>Stylosanthes guianensis</i> 2243	42	61	185	240
<i>Stylosanthes hamata</i> 147	322	208	385	327
<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	NF ²	18	---	158
<i>Pueraria phaseoloides</i> 9900	NF	186	---	1038

¹ Muerte por antracnosis

² NF no produjo flores.

Multiplicación de semilla. Se multiplicó semilla de 44 accesiones seleccionadas de la Categoría II (1978-79). Su número ha sido reducido, y se proseguirá con la multiplicación de semilla de 17 accesiones. Las 17 selecciones nuevas provenientes de la Categoría II (1979-80) se multiplicarán en la estación próxima. Se sembró un área de 0.5 ha con *S. guianensis* CIAT 2243 este año, y continúa la multiplicación de semilla de la misma. Se ampliará el área de la accesión promisoría *S. capitata* CIAT 1097 de 2 a 5 ha. Continuará la multiplicación de semilla de *D. ovalifolium* CIAT 350 (2 ha) y de *Z. latifolia* CIAT 728 (1 ha) mientras las 8 ha de *A. gyanus* CIAT 621 se aumentarán a 29 ha.

Evaluación Agronómica de Forrajes en Ensayos Regionales

La sección Agronomía/ Ensayos Regionales tiene tres objetivos principales: a) evaluar la adaptación del germoplasma en los varios ecosistemas por medio de la Red de Ensayos Regionales; b) realizar evaluaciones agronómicas del germoplasma promisorio originario de la Red, y c) desarrollar y ensayar las metodologías que se aplicarán en ésta.

Red de Ensayos Regionales

La Red de Ensayos Regionales del Programa de Pastos Tropicales es una actividad de investigación clave para la identificación y evaluación del germoplasma promisorio adaptado a los diferentes ecosistemas de América tropical.

Cuadro 1. Información específica obtenida en varios niveles de la Red de Ensayos Regionales e información adicional requerida obtenible en ensayos paralelos.

Niveles de Ensayos Regionales	Principales factores que afectan el establecimiento, persistencia y productividad de las pasturas
Ensayos Regionales A	1) Adaptación al clima y al suelo 2) Tolerancia a plagas y enfermedades 3) Requerimientos de nutrimentos a) para el establecimiento b) para el mantenimiento
Ensayos Regionales B	4) Crecimiento estacional y productividad 5) Calidad estacional 6) Compatibilidad gramínea-leguminosa
Ensayos Regionales C	7) Efecto del pastoreo y pisoteo 8) Preferencia diferencial bajo pastoreo 9) Productividad de semilla
Ensayos Regionales D	10) Rendimientos pradera animal

Nota: Los Ensayos Regionales A, B, C y D evalúan solamente los factores 1, 2, 4, 7 y 10. Los demás son evaluados en actividades investigativas independientes por parte de los participantes en la Red Internacional.

En el Informe Anual de Pastos Tropicales 1979, se informó detalladamente sobre esta operación, incluyendo las características de los diferentes niveles de pruebas, y los objetivos de los diferentes niveles de ensayos regionales. En el Cuadro 1 se enumeran los distintos tipos de información que los ensayos obtienen en los cuatro niveles de ensayos comprendidos por la Red, así como la información adicional requerida y obtenible con ensayos paralelos.

Ensayos Regionales A. En 1980 se seleccionaron doce localidades como sitios de evaluación de germoplasma al nivel A (Fig. 1). Los ensayos regionales en Boa Vista, Brasil (en cooperación con PROPASTO/ EMBRAPA) y en El Tigre, Venezuela (FONAIAP) son sitios alternativos de Carimagua (ICA/ CIAT), el sitio principal de evaluación en los "Llanos" (sabanas isohipertérmicas bien drenadas). En forma similar, Jatai, Brasil (EMGOPA) es alternativo de Brasilia (CPAC/ CIAT), el sitio principal de evaluación para los "Cerrados" (sabanas isotérmicas bien drenadas).

Se eligieron tres localidades para las evaluaciones en las sabanas mal drenadas: Orocué, Colombia (HIMAT/ CIAT), Mantecal, Venezuela (FONAIAP), y Corumba, Brasil (EMBRAPA). También se eligieron tres localidades para el ecosistema de bosque húmedo tropical: Macagual (ICA) y Leticia (CIAT), ambos en Colombia, y Tabuleiro, en Brasil (CEPLAC).

Para el ecosistema de bosque estacional semi-siempreverde los sitios son: Pucallpa, Perú (IVITA) y Paragominas, Brasil (PROPASTO/ EMBRAPA). También se hará un Ensayo Regional A en Nueva Guinea, Nicaragua (INTA).

Todos estos ensayos se establecieron en 1980, con excepción del de Boa Vista que se establecerá a principios de 1981.

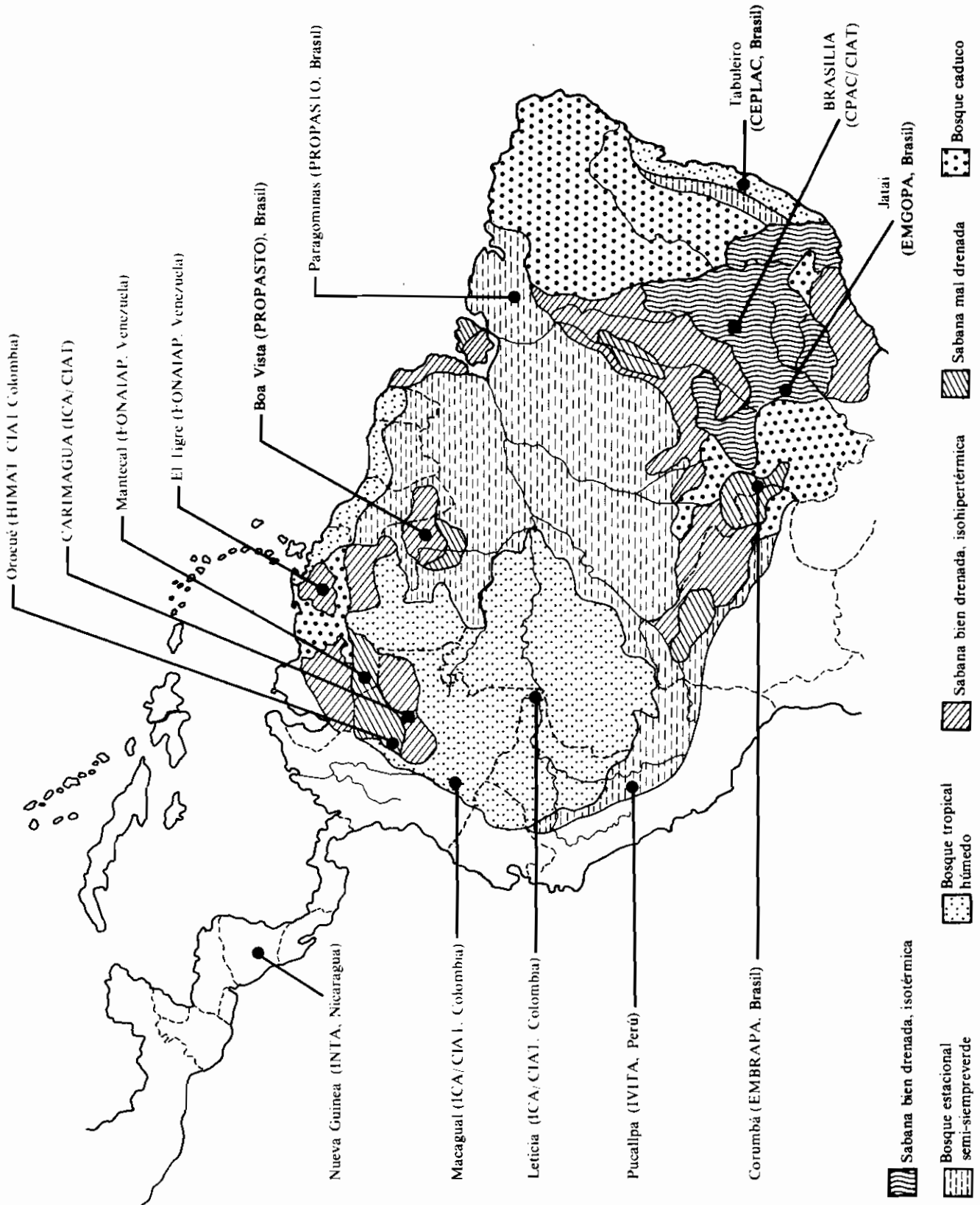


Figura 1. Localización de Ensayos Regionales nivel A, y principales sitios de evaluación dentro de los ecosistemas.

Cuadro 2. Ensayos Regionales nivel B establecidos durante 1980 en los ecosistemas de sabanas bien drenadas, isohipertérmicas.

País	Localidad	Colaborador/Responsable	Fecha de establecimiento
Colombia	Carimagua	Secc. Suelos y Nutrición Plantas, CIAT	Mayo 1980
	"Paraiso", Puerto Gaitán	Proyecto ETES, CIAT	Mayo 1980
	"Guayabal", Puerto Gaitán	Proyecto ETES, CIAT	Mayo 1980
	"EL Viento", Puerto López	Proyecto ETES, CIAT	Mayo 1980
Guyana	Lethem (Rupununi)	J.W. Smith y Clive Devers. CARDI	
Honduras	Olancho	M.R. Alvarado. Min. de Recursos Naturales (DARCO)	Sept.-Oct. 1980
Panama	Calabacito, Veraguas	M.A. Avila. IDIAP	Sept.-Oct. 1980
	Los Santos	J. Quintero. Fac. de Agronomía, Univ. de Panamá	Sept.-Oct. 1980
	El Chepo	J. Quintero. Fac. de Agronomía, Univ. de Panamá	Sept.-Oct. 1980
Venezuela	Mantecal (Banco), Apure	R. Torres. FONAIAP	Octubre 1980
	"Las Marias", Calabozo	C. Sánchez. Min. Agricultura y Cna (MAC)	Mayo 1980
	"Gran Sabana"	J. Rodríguez. CVG. y Z. Flórez. MAC	
	"San José", El Palmar	Z. Flórez. MAC. y J. Rodríguez. CVG	
	"Monserrate", Ciudad Bolívar	V. Gamboa y Z. Flórez. MAC	
	Atapirire, Anzoátegui	D. Sanabria. FONAIAP	Mayo-Junio 1980
	Jusepín, Monagas	C. Alcalá y M. Corado. UDO	
La Esperanza	I. Urdaneta y R. Paredes. Univ. del Zulia	Mayo 1980	

Cuadro 3. Ensayos Regionales nivel B establecidos durante 1980 en el ecosistema de bosque tropical.

País	Localidad	Colaborador Responsable	Fecha de establecimiento
Bolivia	Valle del Sacta	J. Espinoza. Universidad San Simón	Sept.-Oct. 1980
Brasil	Barroilandia	J. Marques Pereira. CEPLAC	Octubre 1980
Colombia	Caucasia	L.F. Ramirez. Fac. Med. Vet. y Zoot., Univ. de Antioquia	Julio 1980
	Puerto Asís	D. Orozco. Fondo Ganadero del Putumayo	Enero 1980
Costa Rica	Buenos Aires	V. M. Prado. Min. de Agricultura y Ganadería	Sept.-Oct. 1980
Ecuador	Estación "Napo"	K. Muñoz. INIAP	Septiembre 1980
	Estación "Pastaza" El Puyo	M. Freire. ESPOCH	Mayo 1980
Guyana	Moblissa	J. W. Smith. Livestock Development Co. Ltd.	Septiembre 1980
Honduras	La Ceiba	H. Nolasco. Secretaría de Recursos Naturales	Sept.-Oct. 1980
Nicaragua	El Recreo	A. Cruz Mallona. INTA	Sept.-Oct. 1980
Perú	Tarapoto	J.C. Rodríguez. E. Delgado y W. López. INIA/COPERHOLTA	Octubre 1980
	Yurimaguas	M. Ara y D. Bandy. INIA/NCSU	Septiembre 1980
Trinidad	Centeno	N. Persad. Min. de Agricultura	Octubre 1980
Venezuela	Casigua	I. Urdanera y R. Paredes. Univ. del Zulia	Mayo 1980
	Gauchi	I. Urdaneta y R. Paredes. Univ. del Zulia	Mayo 1980

Ensayos Regionales B. El Comité de Germoplasma del Programa preparó dos listados de materiales para los Ensayos Regionales nivel B. Uno de ellos, para el ecosistema Llanos (sabanas bien drenadas isohipertérmicas), comprende el germoplasma seleccionado como promisorio en Carimagua. El otro grupo, para los dos ecosistemas de bosque tropical, se basa en el conocimiento del ecosistema de origen del germoplasma, en las selecciones hechas en ensayos regionales anteriores y en la información de investigación previa de instituciones tales como PROPASTO. en Brasil, IVITA en Perú y otras.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan las localidades, los colaboradores y las fechas de establecimiento de los ensayos de nivel B para las sabanas bien drenadas, isohipertérmicas y para los bosques tropicales, respectivamente.

Análisis de Datos. En cooperación con la unidad de Servicios de Datos del CIAT se han desarrollado programas de computadora y formatos de registro de datos. Hasta ahora, se viene evaluando por localidad la información proveniente de los ensayos B establecidos de acuerdo con el nuevo diseño y con las metodologías que generen datos comparables para la totalidad del programa de pruebas.

Los datos de un sitio se procesan en aproximadamente 20 días, después de los cuales los colaboradores reciben los análisis estadísticos de los resultados de sus respectivas localidades. Se espera acumular suficiente información procedente de varias localidades para iniciar durante el año próximo los análisis a través de localidades, obteniéndose información sobre el rango de adaptación del germoplasma en evaluación.

En general, la Red de Ensayos regionales constituye una evaluación a nivel de "selección menor" del germoplasma para aquellos ecosistemas en los cuales el Programa de Pastos Tropicales no tiene todavía una vinculación directa.

En los dos ecosistemas donde el Programa actúa directamente en "selecciones mayores" — Carimagua y Brasilia — la Red proporciona a los científicos de varias disciplinas la oportunidad de evaluar el germoplasma en numerosas localidades. Esto, a su vez, facilita una mayor comprensión de la adaptación y las posibilidades de extrapolar información dentro y entre los ecosistemas.

Evaluaciones Agronómicas de Apoyo a la Red

Para lograr su segundo objetivo, la sección ha iniciado ensayos en CIAT-Quilichao para evaluar el germoplasma promisorio en términos de las características agronómicas importantes. Los experimentos incluyen estudios de la compatibilidad entre gramíneas y leguminosas, el crecimiento estacional, y la calidad de diversas especies.

Se sembraron seis especies de gramíneas con *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 y *Stylosanthes capitata* CIAT 1315, para determinar los efectos de estas últimas en los rendimientos relativos de las gramíneas. Los resultados preliminares a los ocho meses de la siembra indicaron que los pastos rinden más en asociación que en monocultivo, con o sin aplicación de N (Fig. 2). Esto se explica en esta etapa temprana como resultante de diferente efecto de la competencia entre plantas (pastos vs. pastos o pastos vs. leguminosas). Los pastos mostraron ser más agresivos que las leguminosas, afectando negativamente el rendimiento por planta, mientras que las leguminosas no afectaron el rendimiento de la gramínea acompañante.

Los resultados fueron opuestos cuando se sembraron nueve leguminosas con *Andropogon gayanus* CIAT 621 y con *Brachiaria decumbens* CIAT 606 (Fig. 3). Casi en todos los casos la leguminosa en monocultivo produjo más MS que cuando se asoció con cualquiera de los pastos.

En otro ensayo, se seleccionó un clon de *A. gayanus* debido a su follaje abundante y anchura de la hoja, el cual se manejó al corte en franjas para proporcionar varios grados de sombrero a seis especies de leguminosas sembradas en hileras en asociación con las gramíneas. La Figura 4 muestra el rango de reacciones a la intercepción de la luz observado, de positivas (*C. pubescens* CIAT 438) a negativas (*S. capitata* CIAT 1315 y *S. guianensis* CIAT 184). Aunque estos resultados son preliminares, los experimentos de este tipo proporcionan información importante para el manejo de las varias mezclas de especies en las pasturas.

Por medio de otros ensayos se estudiaron cambios en el crecimiento y la calidad en distintas edades de rebrote y en distintas estaciones para 12 leguminosas y nueve gramíneas. También se están determinando las proporciones hoja/tallo, así como el contenido de proteína, Ca y P, los componentes de la pared celular y digestibilidad *in vitro* de cada fracción para cada edad de rebrote.

Todos los datos agronómicos y químicos se introducen al banco de datos del Programa de Pastos Tropicales, donde servirán como referencia para los colaboradores de la Red de Ensayos Regionales.

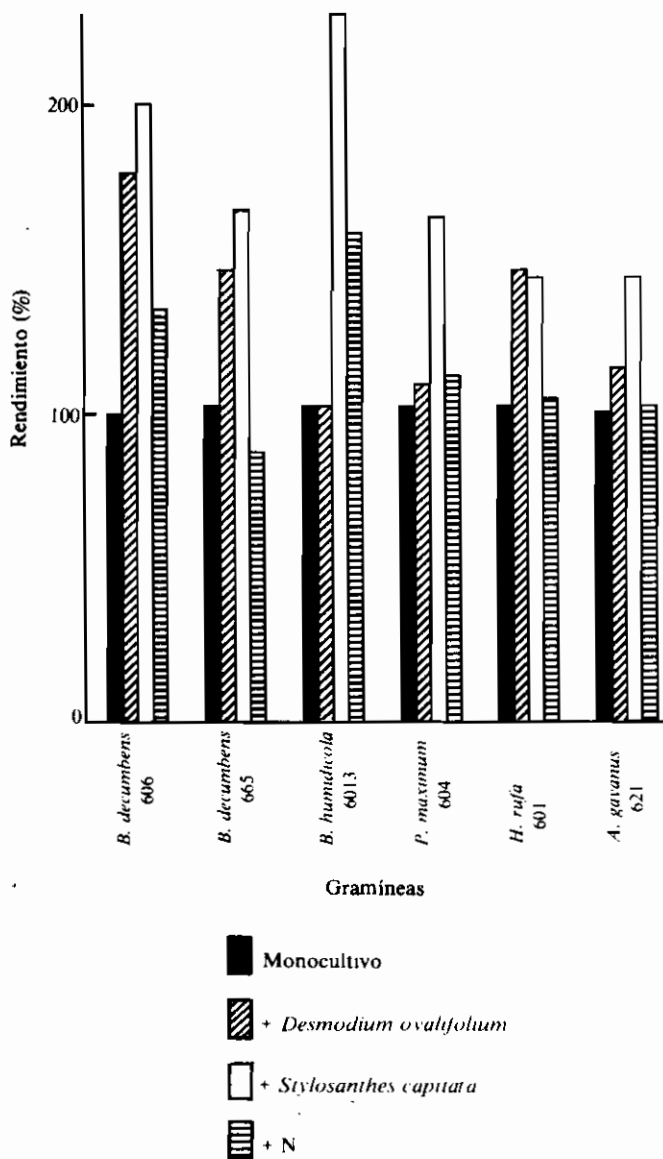


Figura 2. Efectos de dos leguminosas asociadas y de la adición de N en los rendimientos de MS de seis gramíneas al cuarto corte después de la siembra. (Sembradas en Nov. 25, 1979; cuarto corte en julio 28, 1980.)

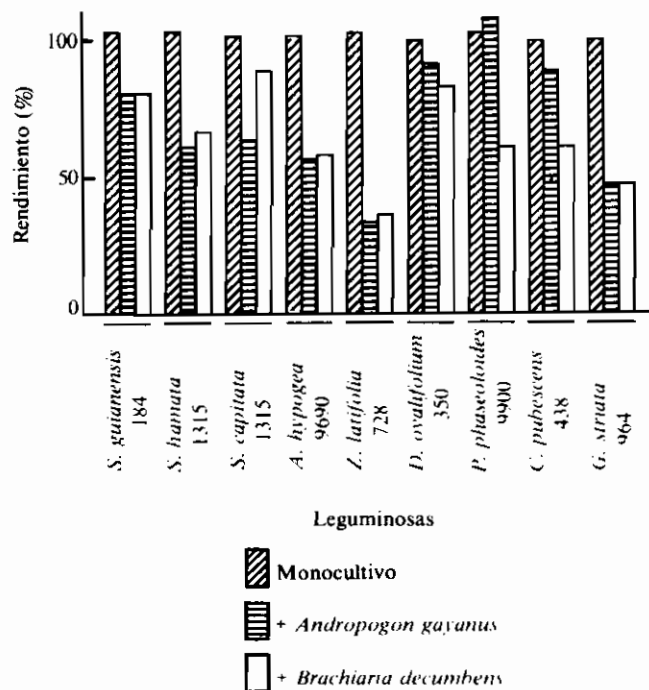


Figura 3. Efectos de dos gramíneas asociadas en los rendimientos de MS de nueve leguminosas al cuarto corte después de la siembra. (Sembradas en Dic. 5, 1979; cuarto corte en Ag. 18, 1980.)

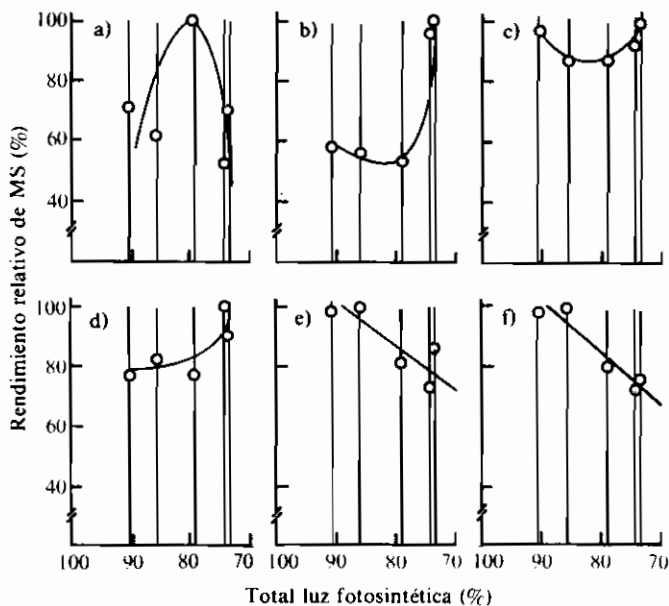


Figura 4. Efecto de la luz fotosintética recibida en los rendimientos de MS de seis leguminosas asociadas con *Andropogon gyanus* en CIAT-Quilichao.

Prueba de Metodologías

Para lograr el tercer objetivo de la sección, se ensayan nuevas metodologías correspondientes a los niveles C y D de los Ensayos Regionales, cuyas formas experimentales están todavía en definición.

El principal objetivo del ensayo a nivel C será seleccionar la mezcla de especies más productiva y de más fácil manejo bajo pastoreo (ver Cuadro 1). Se adelanta un ensayo para estudiar el germoplasma seleccionado en asociaciones compatibles bajo pastoreo.

Un antiguo sitio de experimentación en pastoreo establecido hace seis años cerca de Quilichao, se está utilizando para evaluar una metodología prototipo de Ensayo Regional D. Las praderas de I ha se evalúan bajo pastoreo continuo y flexible. El número de cabezas en

cada parcela se ajusta cada seis semanas, según el retoño de MS que se espera para el siguiente período de seis semanas. Básicamente, la intensidad del pastoreo (según el rebrote de forraje que se espere) se mantiene constante a través de las estaciones. Se utilizan jaulas de pastos para medir el crecimiento real del rebrote en comparación con su crecimiento esperado. Se registran tanto la disponibilidad de MS verde y muerta como las ganancias de peso animal.

De estos ensayos metodológicos se espera obtener información valiosa sobre alternativas de diseño y técnicas de medición que permitan medir, en forma simple y certera, lo indispensable para interpretar resultados de evaluaciones bajo pastoreo (C y D) dentro de la Red de Ensayos Regionales.

Los objetivos de la sección de Fitopatología han sido: a) seleccionar todo el germoplasma nuevo por su resistencia a las enfermedades en los principales sitios de evaluación; b) detectar, identificar y evaluar las enfermedades del germoplasma sometido a evaluación de forrajes, y c) evaluar y desarrollar medidas de control para las enfermedades perjudiciales de las especies forrajeras promisorias.

La evaluación por resistencia del germoplasma se ha desarrollado principalmente en Carimagua y en CIAT-Quilichao, Colombia, así como en el Centro del Cerrado, en Brasil. Se han efectuado evaluaciones por enfermedad de especies forrajeras en 36 localidades dentro del área de interés del Programa de Pastos Tropicales, habiéndose visitado siete de estos sitios más de una vez. Estas evaluaciones han proporcionado una información valiosa sobre la distribución de las enfermedades dentro de los ecosistemas. En este año continuaron los estudios sobre la antracnosis, el secamiento de *Stylosanthes* spp., el nemátodo del nudo radical de *Desmodium* spp., la mancha foliar por *Camptomeris* en *Leucaena* spp. Se iniciaron estudios sobre la costra causada por *Sphaceloma* en *Zornia* spp. y la mancha foliar causada por *Rhynchosporium* en *Andropogon gayanus*. Se detectaron varias enfermedades nuevas este año; una de ellas, el añublo bacterial de *Centrosema*, considerado como una enfermedad potencialmente importante.

Encuesta sobre Enfermedades en el Área de Interés

Los resultados de las encuestas de los Ensayos Regionales siguen mostrando diferentes enfermedades y diferentes razas de algunos patógenos en diferentes localidades y en diferentes ecosistemas (Cuadro 1). Estos resultados destacan la necesidad de descentralizar la evaluación por resistencia a las enfermedades, para exponer las especies forrajeras a todos los patógenos posibles.

Enfermedades de *Stylosanthes* spp.

Antracnosis

Los estudios realizados en 1978-79 sobre la incidencia de la antracnosis demostraron la existencia de extensas poblaciones nativas de *Colletotrichum* spp. en los principales sitios de evaluación de leguminosas. Por tanto no se recomendó la evaluación del germoplasma en el invernadero, con excepción de estudios especiales. El año pasado se puso énfasis en la evaluación de campo para identificar ecotipos con resistencia.

Evaluación de campo. La evaluación de ecotipos de *S. macrocephala*, *S. capitata* y *S. guianensis* (tipos tardíos) en CIAT-Quilichao y de *S. macrocephala* y *S. capitata* en Carimagua demostró nuevamente que la mayor parte del germoplasma es resistente a la antracnosis en Colombia.

En el Centro de Estudios del Cerrado, en Brasil, se encontró resistencia en *S. macrocephala*, mientras que muchas accesiones de *S. capitata* son susceptibles a la antracnosis. La selección de campo de los mismos 78 ecotipos de *S. capitata* calificó a 68 de ellos como resistentes en Colombia y sólo ocho fueron resistentes en el Cerrado. Se deduce claramente que existen en el Brasil cepas especializadas de *Colletotrichum* spp. que atacan a *S. capitata*, ya que este país es el habitat natural y el centro probable de diversidad de esta leguminosa.

Es posible evaluar la mayoría de las leguminosas que se encuentran bajo examen en el Programa, en sus habitats naturales, donde viven también los patógenos y plagas especializadas de las leguminosas. De esta manera, sería factible seleccionar germoplasma con resistencia múltiple de campo a los patógenos y plagas especializados de cada uno. Se utilizará este enfoque por primera vez con la valiosa leguminosa *S. capitata*, nativa de Brasil oriental y de Venezuela.

Cuadro 1. Distribución de las enfermedades forrajeras en diferentes ecosistemas y localidades del área de interés.

Número de localidades	Ecosistemas o localidades						
	6	1	4	1	7	1	10
Enfermedades forrajeras:	Sabana tropical iso-hipertérmica	Carimagua, Colombia	Sabana tropical iso-térmica	Brasilia, Brasil	Bosque estacional semi-siempreverde	Bosque estacional submontano, siempreverde (CIAT-Quilichao)	Bosque húmedo tropical
1. Antracnosis	+	+	+	+	+	+	+
2. Mancha foliar- <i>Cercospora</i> (A), gramíneas	+	+	+	+	+	+	+
3. Mancha foliar- <i>Cercospora</i> (B), leguminosas	+	+	+	+	+	+	+
4. Nemátodo del nudo radical			+			+	
5. Secamiento		+	+				+
6. Costra- <i>Sphaceloma</i>		+	+	+	+	+	+
7. Carbón- <i>Ustilago</i>		+	+	+		+	+
8. Carbón- <i>Urocystis</i>			+				+
9. Mancha foliar- <i>Camptomeris</i>		+				+	+
10. Roya- <i>Uromyces</i>	+		+	+	+	+	+
11. Roya- <i>Puccinia</i>					+		+
12. Roya falsa			+	+	+		+
13. <i>Rhizoctonia solani</i>	+	+	+	+	+	+	+
14. Mancha foliar- <i>Rhynchosporium</i>		+				+	+
15. Mancha foliar- <i>Drechslera</i>	+	+	+	+		+	+
16. Filodio (hoja pequeña)		+	+	+		+	+
17. Ergot		+	+			+	+
18. Añublo de inflorescencia- <i>Giberella</i>			+		+		+
19. Añublo de inflorescencia- <i>Botrytis</i>							+
20. Moho negro			+	+			+
21. Mildeo polvoso		+		+		+	+
22. Moho pegajoso						+	+
23. Añublo bacterial		+				+	+
24. Añublo bacterial de la vaina						+	+
25. Chanero por <i>Botryosphaeria</i>		+					+
26. <i>Macrophomina phaseolina</i>		+					+
27. Punta loca							+
28. Añublo de inflorescencia- <i>Cerebella</i>		+			+		+
29. Virosis	+	+	+	+	+	+	+
30. Añublo de inflorescencia- <i>Rhizopus</i>		+					+

* Presente en un solo sitio.

Dado el origen de esta leguminosa, y con base en la frecuencia de recolección, los estados de Minas Gerais, Goiás, Maranhao y Piauí, en Brasil, y Anzoátegui, en Venezuela, son los más adecuados para la localización de ensayos de evaluación. La selección por resistencia a la antracnosis en Colombia, donde *S. capitata* es exótica, lograría ecotipos susceptibles. También se podría utilizar este enfoque con ecotipos tardíos potencialmente valiosos de *S. guianensis*, también naturales de Brasil oriental y Venezuela.

Quema. Aunque la resistencia es la forma de control más deseable contra la antracnosis, algunos experimentos

efectuados en 1979 demostraron su valor como medida de control temporal de la antracnosis de *S. capitata* (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Las parcelas de accesiones de *S. capitata* susceptible sometidas a quema en Carimagua sólo presentaban la mitad de la antracnosis de las parcelas sin quema.

En 1980 se aplicaron otros tratamientos a estas parcelas al finalizar la estación seca. En Carimagua, siete meses después de la quema, los tratamientos con quema sólo tenían un 24% de antracnosis en comparación con los otros tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la quema en la incidencia de antracnosis en *Stylosanthes capitata* 1078 en Carimagua.

Tratamiento	Evaluación (lesiones/ 10 g MS)		
	Meses después de la quema		
	1	4	7
Testigo	5.3 a ¹	48.9 a (144) ²	35.3 a (920)
Corte 1980	2.2 b	23.6 a (140)	29.5 a (708)
Quema 1979			
Corte 1980	2.4 b	6.3 b (204)	8.4 b (660)
Quema 1979			
Quema 1980	--	5.5 b (112)	7.3 b (580)

¹ Los promedios en las columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan

² Los valores en paréntesis son g de MS m².

Estudios sobre resistencia de la planta hospedante. Se iniciaron estudios para comparar las características físicas y químicas de los ecotipos *S. guianensis* 136 y *S. guianensis* tardío, susceptible y resistente a la antracnosis, respectivamente.

Se estudió el efecto de la edad en la resistencia o susceptibilidad de *S. guianensis* 136 y de *S. guianensis* CIAT 1283 tardío con plantas de 3 a 24 semanas de edad. No se observó ningún efecto de éste en la reacción de las plantas a la antracnosis.

El tratamiento de los tricomas glandulares de *S. guianensis* CIAT 1283 en varias formas demostró que la eliminación de las secreciones y la remoción de los tricomas, no tienen efecto alguno en la reacción de la leguminosa a la antracnosis. Esto sugiere que la resistencia de los tipos tardíos a la antracnosis en Colombia no se basa en su carácter de tricomas glandulares.

Se analizó la presencia en los tipos tardíos **CIAT 1283** y 1959 de sustancias químicas conocidas por su toxicidad para los hongos, incluyendo: flavonoides, fenoles mono y dihidricos, glicósidos fenólicos, antocianinas y taninos. Ambos ecotipos contenían fenoles mono y dihidricos y glicósidos fenólicos. Este hallazgo positivo podría ser la base de la resistencia a la antracnosis en este grupo de *S. guianensis*. Se realizarán análisis de los compuestos fenólicos de todos los tipos tardíos y del tipo común de *S. guianensis*, para conocer la amplitud de la distribución de los fenoles.

Estudios específicos de selección. Después de haber decidido reevaluar la colección de *S. guianensis*, se sembraron en 1979 en Carimagua 154 ecotipos, incluyendo 62 tardíos. Este año se sembraron otros 180 ecotipos comunes, junto con cruzamientos de común x tardío provenientes de la sección de Mejoramiento de Leguminosas; el resto de la colección se sembrará en abril de 1981.

Las evaluaciones de la reacción a la antracnosis comenzaron en mayo de 1980 y continuaron mensualmente. La reacción de los tipos comunes siguió con la progresión esperada, y en octubre la mayoría de ellos estaba muerta (Fig. 1). Los ecotipos CIAT 1122, 1873 y 1875 todavía presentan una leve reacción y merecen ser estudiados más a fondo. Aunque la mayoría de los tipos tardíos mantuvo su resistencia, hubo una distribución de la reacción entre ellos (Fig. 1). Las evaluaciones sucesivas de los tipos comunes y tardíos y los cruzamientos entre ellos deberían proporcionar resultados interesantes en 1981.

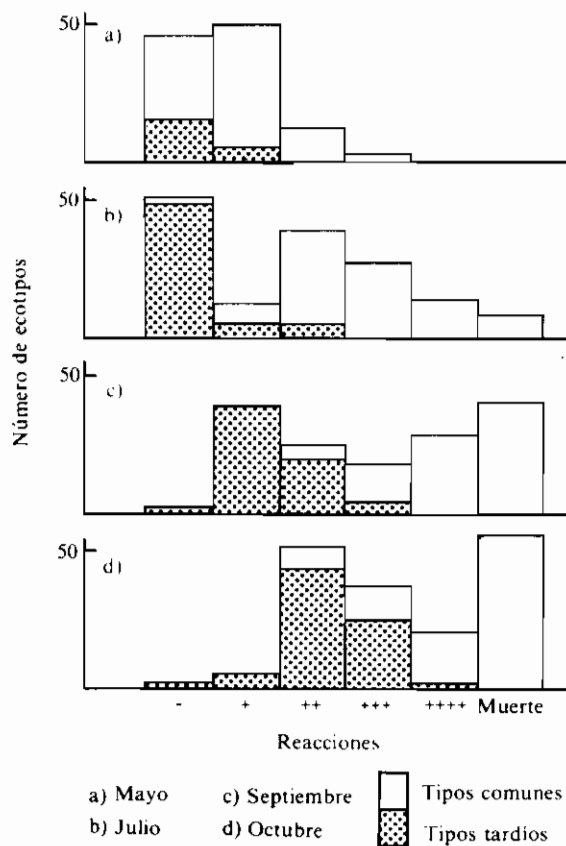


Figura 1. Reacciones de ecotipos de *Stylosanthes guianensis* a la antracnosis en Carimagua, 1980.

La susceptibilidad de muchos ecotipos de *S. capitata* a la antracnosis en el Cerrado sugirió realizar en este sitio la evaluación de plántulas de la colección completa de *S. capitata*, para lo cual se utilizaron aislamientos fungosos de CIAT 1019, 1315 y 1405. Los resultados de la evaluación de 90 ecotipos hasta la fecha demuestran que los ecotipos de Venezuela son resistentes mientras que los de Brasil, en su mayoría, son susceptibles. Los aislamientos provenientes de CIAT 1019 y de CIAT 1405 son más patogénicos que los de CIAT 1315.

Secamiento

Estudios. En los años 1978 y 1979 se detectó el secamiento causado por *Sclerotium rolfsii* solamente en Colombia; en 1980 se observó también en Brasil. Aunque los exámenes de invernadero demostraron que la mayoría de las leguminosas forrajeras son susceptibles a *S. rolfsii* (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), sólo las especies de *Stylosanthes* se ven afectadas en el campo. Este año en Carimagua, el número de plantas de *S. capitata* destruidas por *S. rolfsii* fue inferior al de 1979, en lo que respecta a los ecotipos importantes CIAT 1019, 1315 y 1405.

De nuevo se evaluaron los esclerocios viables en el suelo en diferentes localidades de Carimagua, donde hubo mucho menos este año que en 1979.

Otros Estudios

Se iniciaron estudios sobre el efecto del tipo de suelo y la forma de la materia orgánica en la patogenicidad de *S. rolfsii* en *S. capitata* CIAT 1019. El tipo de suelo tuvo un efecto considerable. Solamente un 27% de las plantas inoculadas encontraron la muerte en el suelo de CIAT-Quilichao, mientras que en el de Carimagua murió un 75% de ellas. Aunque la adición de materia orgánica en forma de material foliar molido, pedacitos de hojas y hojas enteras no tuvo un efecto significativo, *S. rolfsii* fue ligeramente más patogénico en el suelo que contenía material molido que en el suelo con hojas enteras.

La correlación del suelo de Quilichao con diferentes fuentes de material foliar molido tuvo un efecto considerable. El material de gramíneas y de *Zornia latifolia* CIAT 728 sólo tuvo un efecto leve o ningún efecto inhibitor en la patogenicidad (Cuadro 3). El material de *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema*, *S. capitata* y su asociación con *Andropogon gayanus*, y especialmente *Leucaena*, tuvo un efecto estimulante,

mientras que el material de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 inhibió la patogenicidad de *S. rolfsii*. Esto se debe probablemente a la presencia de taninos, que constituyen toxinas de espectro amplio para los hongos. Por lo tanto, los factores más importantes que afectan la patogenicidad de *S. rolfsii* son el tipo de suelo y de materia orgánica.

Cuadro 3. Patogenicidad de *Sclerotium rolfsii* en *Stylosanthes capitata* 1019 en suelo de CIAT-Quilichao con un contenido de materia orgánica proveniente de distintas fuentes.

Fuente de materia orgánica	Plantas muertas (%)
Suelo solo (testigo)	17.0
<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	6.3
<i>Zornia latifolia</i> 728	14.0
<i>Panicum maximum</i> 604	12.5
<i>Andropogon gayanus</i> 621	15.6
<i>Brachiaria decumbens</i> 606	17.0
<i>Pueraria phaseoloides</i> 9900	34.4
<i>A. gayanus</i> <i>S. capitata</i> mixture	46.9
<i>Centrosema</i> 438	64.1
<i>Stylosanthes capitata</i> 1019	68.8
<i>Leucaena leucocephala</i>	79.7

Enfermedades de *Desmodium* spp.

Nemátodo del Nudo Radical

Estudios. Los estudios en los dos últimos años han demostrado que el nemátodo del nudo radical es natural de CIAT-Quilichao e introducido a Carimagua. La ausencia del nemátodo en Carimagua durante 1980 sugiere que las medidas de control han tenido éxito y que las actuales restricciones de cuarentena impiden su reintroducción. Este año se encontró también el nemátodo en *D. ovalifolium* 350, en el Centro de Estudios del Cerrado y en Sete Lagoas, en Brasil.

En CIAT-Quilichao varios ecotipos nuevos de *Desmodium* spp. presentaron susceptibilidad al nemátodo del nudo radical. CIAT-Quilichao constituye por lo tanto un sitio útil para la evaluación de resistencia al nemátodo si se distribuyen ampliamente las repeticiones para que correspondan a la variación natural. Los ensayos de evaluación en el invernadero demostraron que, en general, sólo *Desmodium* spp. y *Codariocalyx gyroides*, relacionados entre sí, son susceptibles a los nemátodos del nudo radical (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), hecho confirmado por la selección de campo. El nemátodo del nudo radical se

encuentra ampliamente distribuido en América Latina tropical y puede dar lugar a problemas futuros con las especies de *Desmodium* susceptibles, por lo cual se iniciaron estudios para encontrar posibles medidas de control.

Varias plantas son antagónicas a los nemátodos, entre ellas, la maravilla (*Tagetes* sp.), el espárrago, plantas crucíferas y varias gramíneas, a saber, *Eragrostis curvula* var. Ermelo, *Chloris gayana* var. Katambora (pasto Rhodes), *Panicum maximum* var. Sabi, *Pennisetum glaucum* y *Digitaria decumbens* (Pangola).

Se llevaron a cabo dos estudios para determinar el efecto del nemátodo del nudo radical en *D. ovalifolium*

350 en asociación con diversas gramíneas. Un ensayo en macetas con 54 ecotipos de 25 especies de gramíneas demostró que muchas no tenían efecto sobre el nemátodo (Cuadro 4). Estas incluían algunos ecotipos de *B. decumbens* y *P. maximum*. Aunque otras varias parecían estimular el nemátodo, incluyendo *A. gayanus* 621 y *B. decumbens* 606, varias gramíneas importantes parecieron reducir el ataque del nemátodo en *D. ovalifolium*. Estas gramíneas, que incluyen ecotipos de *A. gayanus*, *B. humidicola* y *P. maximum*, pueden producir toxinas contra el nemátodo. Este será el tema de otros estudios, especialmente con *B. humidicola*. Esta gramínea se asocia bien con *D. ovalifolium*, y los resultados sugieren que *D. ovalifolium* se podría cultivar con éxito en suelo infestado de nemátodos, en asociación con *B. humidicola*.

Cuadro 4. Efectos de varias gramíneas en la reacción de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 al nemátodo del nudo radical. *Meloidogyne javanica*.

Sin agallas	Agallas leves	Agallas moderadas	Agallas severas
<i>Brachiaria ruziziensis</i> * ¹	<i>Andropogon gayanus</i> 6053*	<i>Axonopus micay</i> 6050*	<i>Andropogon gayanus</i> 621*
<i>Eragrostis curvula</i> 6073	<i>Brachiaria humidicola</i> 679*	<i>Brachiaria decumbens</i> 6009*	<i>Brachiaria brizantha</i> 6016*
<i>Hemarthria altissima</i> 663*	<i>Brachiaria humidicola</i> 682*	<i>Brachiaria decumbens</i> 6012*	<i>Brachiaria decumbens</i> 606*
<i>Ischaemum cilari</i> 6062	<i>Brachiaria humidicola</i> 6013*	<i>Chloris gayana</i> 6042	<i>Digitaria decumbens</i> 659
<i>Panicum maximum</i> 604*	<i>Brachiaria mutica</i> Pará*	<i>Dichanthium aristatum</i> Angleton	<i>Echinochloa pyramidalis</i> 657
<i>Tripsacum andersonii</i> 6051	<i>Brachiaria radicans</i>	<i>Echinochloa polystachya</i> 6018	<i>Eragrostis curvula</i> 6074
<i>Tagetes</i> spp. (marigold)	<i>Eragrostis curvula</i> 6066	<i>Eragrostis curvula</i> 6064	<i>Eragrostis curvula</i> 6078
	<i>Eragrostis curvula</i> 6067	<i>Eragrostis curvula</i> 6065	<i>Eragrostis curvula</i> 6079
	<i>Eragrostis curvula</i> 6068	<i>Eragrostis curvula</i> 6069	<i>Eragrostis curvula</i> 6081
	<i>Eragrostis curvula</i> 6075	<i>Eragrostis curvula</i> 6076	<i>Hyparrhenia rufa</i> *
	<i>Paspalum dilatatum</i> 6049	<i>Eragrostis curvula</i> 6082	<i>Panicum maximum</i> 695*
	<i>Setaria sphacelata</i> 6043	<i>Panicum maximum</i> 662*	<i>Panicum coloratum</i> 683
	<i>Dichanthium aristatum</i>	<i>Pennisetum purpureum</i> *	<i>Pennisetum purpureum</i> 672*
	<i>Digitaria</i> sp. 6014	<i>Digitaria</i> sp. 651*	
	<i>Panicum maximum</i> 6002*	<i>Desmodium ovalifolium</i> 350 solo	
	<i>Urochloa mosambicensis</i> 614		

¹ Las especies seguidas por un asterisco se consideran más importantes para el área de interés.

Enfermedades de *Leucaena* spp.

Mancha foliar por *Camptomeris*

En 1980 los resultados del ensayo de selección de especies de *Leucaena* por sus reacciones a la mancha foliar por *Camptomeris* (CLS) fueron los mismos que se registraron el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Algunos ecotipos de *L. diversifolia*, *L. esculenta*, *L. pulverulenta*, *L. shannoni* y *L. trichodes* han permanecido resistentes a la enfermedad y pueden ser valiosos en futuros programas de fitomejoramiento.

En 1979 se iniciaron dos estudios para determinar los efectos de los fertilizantes en la severidad de CLS en *L. leucocephala*. Primeramente, el efecto de cuatro niveles

de un fertilizante que contenía P₂O₅, K₂O, Mg, Ca, Cu, Zn, B y Mo, sobre CLS en *L. leucocephala* demostró que la enfermedad se presentaba con gravedad en el testigo, y que esta gravedad disminuía hasta hacerse leve, a medida que aumentaba la cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro 5). Aunque los rendimientos de hojas, tallos y vainas en el testigo fueron significativamente menores que en los tratamientos con fertilización, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con fertilización. En segundo lugar, diferentes combinaciones de microelementos (Zn, Cu y B) no afectaron en forma significativa la incidencia del CLS en *L. leucocephala*.

Este año se encontró que el hongo *Hansfordia pulvinata* colonizaba rápidamente las lesiones causadas por *Camptomeris leucaenae*, especialmente en condiciones de humedad.

Anteriormente se había informado sobre este hongo como un micoparásito de varios otros hongos. Mediante la rápida colonización de las lesiones causadas por *C. leucaenae*, *H. pulvinata* evita la dispersión de la mayor parte de las esporas y, por lo tanto, reduce considerablemente la diseminación del patógeno, y actúa como un agente útil de control biológico.

Cuadro 5. Efectos de diferentes niveles de fertilizantes en la mancha foliar por *Camptomeris* en *Leucaena leucocephala*.

Tratamiento	Calificación de las lesiones	Rendimientos		
		Hojas (g)	Tallos (g)	Vainas (No.)
Testigo	+++	101.2 b ¹	56.5 b	0 b
0,5, nivel recomendado	++	325.6 a	234.0 a	28 a
Nivel recomendado	+ / ++	320.5 a	213.1 a	29 a
1,5, nivel recomendado	+	283.1 a	247.7 a	46 a

¹ Los promedios en las columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Enfermedades de *Zornia* spp.

Costra por *Sphaceloma*

La costra causada por *Sphaceloma* se registró por vez primera en *Zornia* spp. en 1979. Aunque esta enfermedad se encuentra ampliamente difundida en Colombia y en Brasil, las especies de dos hojas de *Zornia* incluyendo a *Z. latifolia* y las especies de *Zornia* de cuatro hojas, incluyendo a *Z. brasiliensis*, son actualmente resistentes. En Carimagua, la costra por *Sphaceloma* es la enfermedad más importante de *Zornia* spp., y la mayoría de los ecotipos son susceptibles (Cuadro 6). Entre los ecotipos resistentes se encuentran algunos de Venezuela y de Brasil, en su mayor parte tipos de cuatro hojas. Dos ecotipos colombianos de *Z. latifolia* han permanecido resistentes en Carimagua. Se debería evaluar más material colombiano, ya que es más probable hallar ecotipos resistentes a las razas colombianas de *Sphaceloma zorniae*, entre ellos. Durante la próxima estación seca, se recogerá nuevo germoplasma de *Z. latifolia* en los Llanos colombianos, y en Carimagua continuará la evaluación de todo el germoplasma nuevo para encontrar resistencia a la costra por *Sphaceloma*.

Cuadro 6. Evaluación de enfermedades de *Zornia* spp. en Carimagua.

Enfermedad	Reacción (No.)			
	Resistente	Moderada-mente resistente	Moderada-mente susceptible	Susceptible
Costra por <i>Sphaceloma</i>	20	0	18	62
Mancha foliar por antracnosis	58	35	7	0
Mancha foliar por <i>Drechslera</i>	78	17	5	0

Estudios sobre calidad y pérdidas. Se demostró mediante un análisis del follaje de *Z. latifolia* CIAT 728 enferma y sana, que la costra por *Sphaceloma* no afecta significativamente la digestibilidad ni el contenido de N de la leguminosa. Se iniciaron estudios en Carimagua sobre el efecto de la enfermedad en el rendimiento de *Z. latifolia* 728 tanto con pastoreo como sin él. Después de una estación lluviosa de seis meses, las parcelas que recibieron fungicida tenían significativamente menos costra por *Sphaceloma* que las parcelas testigo, y hubo más lesiones cuando no se utilizó el pastoreo (Cuadro 7). La costra por *Sphaceloma* produjo más de un 50% de pérdidas de MS en comparación con los tratamientos con fungicida, tanto con pastoreo como sin él.

Estudios de laboratorio. Debido a la gran dificultad de trabajar con *S. zorniae* en cultivo artificial, se realizaron algunos estudios para mejorar el aislamiento y las técnicas de cultivo e inoculación. Durante 1981 se realizarán estudios de inoculación cruzada con otros hospedantes de *Sphaceloma* spp.

Se encontró que el hongo es transmitido por la semilla, y por lo tanto toda la semilla importada se somete a un cuidadoso tratamiento con fungicidas. También se encontró recientemente el estado sexual del hongo *Elsinoe*, lo cual aumenta las probabilidades de encontrar razas del hongo.

Pruebas de estrógeno. Recientes hallazgos en Australia, Europa, Nueva Zelandia y Estados Unidos han demostrado que ciertos patógenos del follaje de leguminosas comunes de clima templado causan aumentos notables en la concentración de los compuestos estrogénicos del follaje. Estos compuestos pueden afectar la fertilidad de los animales hembras.

Cuadro 7. Efecto de la costra por *Sphaceloma* en la producción de MS de *Zornia latifolia* 728 con y sin pastoreo y tratamientos con fungicidas, en Carimagua.

Tratamiento	Mayo			Junio			Septiembre		
	Lesiones	Rend. MS	Pérdida MS	Lesiones	Rend. MS	Pérdida MS	Lesiones	Rend. MS	Pérdida MS
	10 g MS	(g)	(%)	10 g MS	(g)	(%)	10 g MS	(g)	(%)
Con pastoreo; con fungicida	48.3 b ¹	60.0		57.3 b	37.5		47.2 c	30.5	
Con pastoreo; sin fungicida	72.8 a	40.5	32.5	196.4 a	30.0	20.0	138.6 b	13.8	54.8
Sin pastoreo; con fungicida	19.7 c	59.8		48.6 b	36.0		63.9 c	30.3	
Sin pastoreo; sin fungicida	85.3 a	47.1	21.2	256.3 a	29.5	18.1	265.9 a	13.7	54.8

¹ Los promedios en las columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Se vió la posibilidad de que la *Zornia* afectada por *Sphaceloma* contuviera compuestos estrogénicos, cuando los novillos que pastaban en una pradera de *Z. latifolia* 728 con una grave infección de costra por *Sphaceloma* mantuvieron un buen crecimiento. Los estrógenos actúan como estimulantes del crecimiento y producen mayores aumentos de peso y eficiencia alimenticia en los novillos.

Se probó la presencia de estrógenos en *Zornia* afectada por *Sphaceloma* mediante un bioensayo con ratones, en el cual la presencia de estrógenos se manifestaba en mayor peso uterino de las hembras inmaduras. Se utilizaron cuatro dietas similares, con excepción de fibra cruda (Cuadro 8). Los pesos uterinos de los ratones hembra que recibieron la dieta con estrógeno (DES) y la dieta con *Zornia* enferma fueron significativamente mayores que

los de los ratones que recibieron la dieta comercial y la dieta con *Zornia* sana (Cuadro 9). Esto indica con mucha probabilidad que la *Zornia* afectada por *Sphaceloma* contiene sustancias estrogénicas y puede afectar adversamente la reproducción de las hembras. Se planean estudios para determinar la identidad de las sustancias estrogénicas y el efecto directo de las mismas en rumiantes.

Cuadro 8. Análisis de las dietas suministradas a ratones hembras inmaduras en ensayos de evaluación del estrógeno.

Dieta	Fibra cruda (%)	Nitrógeno (%)	Proteína (%)	C.H.
Ración comercial	12.6	3.75	23.4	3.3
Ración comercial + DES	11.9	3.67	22.9	5.3
Ración comercial + <i>Zornia</i> sana	21.8	3.14	19.6	5.3
Ración comercial + <i>Zornia</i> enferma ¹	29.7	3.14	19.6	4.7

¹ Con costra de *Sphaceloma*.

Cuadro 9. Respuesta de ratones hembras inmaduras a dietas que contienen *Zornia latifolia* CIAT 728 sana y enferma con la costra de *Sphaceloma*.

Dieta	Dieta consum. en 24 horas (g)	Peso del ratón al morir (g)	Peso del útero (mg)
Ración comercial	2.8	16.3	22 b ¹
Ración comercial + DES	2.4	17.1	64 a
Ración comercial + 728 sana	4.2	14.0	19 b
Ración comercial + 728 enferma	4.3	14.9	53 a

¹ Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Complejo virus-moho negro. En 1979 se observó este complejo, manifiesto en forma de enrollamiento y distorsión foliar y atrofia, en la mayoría de las especies de *Zornia* en el Centro de Estudios del Cerrado, en Brasil.

También afecta a la mayoría de las especies nativas de *Zornia* en el área de Brasilia. La mayor parte de los ecotipos afectados murió en el transcurso de un año. Es posible que el virus sea transmitido por áfidos y trips asociados y que el hongo *Meliola* sp. sea un invasor secundario. Esta enfermedad debe estudiarse más en el Brasil.

Enfermedades del *Andropogon gayanus*

Mancha Foliar por *Rhynchosporium*

La mancha foliar por *Rhynchosporium* (RLS) se observó por primera vez en *A. gayanus* CIAT 621 en 1979; produjo daños leves en Villavicencio, Colombia, pero casi ninguno en Carimagua. Generalmente, las lesiones se limitaban a las hojas maduras, en forma de mancha de color anaranjado o pardo. De un 10 a un 20% de las lesiones presentaban un desarrollo ulterior y causaban la necrosis y muerte de las hojas. En condiciones ambientales ideales, se desarrollaban lesiones típicas demarcadas. En las hojas jóvenes, RLS se encontró con dificultad.

Aunque LRS sólo causó daños leves a *A. gayanus* en Villavicencio, se planeó realizar otra evaluación, debido al gran potencial de esta gramínea. Este año se iniciaron en Villavicencio los estudios sobre el efecto de RLS en el rendimiento de *A. gayanus* con y sin pastoreo; la mayor parte de las lesiones, sin embargo, son pequeñas y causan poco daño. Prescindiendo del rendimiento de una parcela no pastoreada, a la que se aplicó fungicida, los rendimientos con cada una de las dos tasas de carga utilizadas fueron similares, y todavía no hay evidencia de que RLS afecte el rendimiento. Mediante el análisis de calidad de las hojas sanas, enfermas y rojas se demostró que RLS disminuye tanto la digestibilidad como el contenido de N (Cuadro 10). Resultó interesante que las hojas rojas contenían sólo la mitad del N de las hojas verdes.

Cuadro 10. Análisis nutricional de hojas sanas y enfermas de *Andropogon gayanus* CIAT 621.

Tipo de hoja	Digestibilidad (%)	Nitrógeno (%)	Proteína (%)
Hojas sanas	53.9	1.71	10.69
Hojas rojas	55.7	0.84	5.25
Hojas enfermas ¹	44.7	1.32	8.25

¹ Área foliar afectada en 20-50% por *Rhynchosporium* sp.

Recientemente se destacó la importancia de determinar si el *Rhynchosporium* de *A. gayanus* es el mismo *Rhynchosporium oryzae*, un patógeno importante del arroz en el área de Villavicencio. Estos hongos poseen características culturales idénticas y medidas similares de las esporas, más cercanas a las de *R. oryzae* que a las de otras *Rhynchosporium* spp. (Cuadro 11). Se recogieron aislamientos de *Rhynchosporium* de arroz y de *A. gayanus*, tanto en Villavicencio como en Carimagua, y se hicieron estudios de inoculación cruzada. Las observaciones preliminares sugieren que los aislamientos de *A. gayanus* y los del arroz son diferentes, mientras que los aislamientos recogidos de ambos cultivos en Carimagua son los mismos. Se están efectuando otras pruebas para confirmar estas observaciones.

Cuadro 11. Medidas de esporas de *Rhynchosporium* sp. procedente de varias fuentes.

Especie o fuente	Longitud (µm)	Ancho (µm)
<i>Rhynchosporium secalis</i> ¹	19.0	4.0
<i>Rhynchosporium orthosporium</i> ¹	16.9	3.8
<i>Rhynchosporium oryzae</i> ¹	11.0	3.7
<i>Rhynchosporium</i> en arroz en Villavicencio	10.5	3.2
<i>Rhynchosporium</i> en <i>Andropogon</i> en Villavicencio	11.8	3.6
<i>Rhynchosporium</i> en arroz en Carimagua	13.1	3.8
<i>Rhynchosporium</i> en <i>Andropogon</i> en Carimagua	10.5	3.7

¹ De la literatura (varias fuentes)

Enfermedades de *Panicum maximum*

Mancha Foliar por *Cercospora*

La mancha foliar causada por *Cercospora fusimaculans* (CLS) se encuentra ampliamente diseminada en los tipos comunes de *P. maximum* en toda el área de interés del Programa. Cultivares como Makueni y Green Panic son resistentes. En 1979 se estableció un experimento para estudiar el efecto de CLS sobre el rendimiento y la calidad de *P. maximum* en Carimagua. Aunque no parece que CLS afecte la producción de MS, sí disminuye la calidad al reducir tanto la digestibilidad como el contenido de N.

Nuevas Enfermedades

Stylosanthes spp. En Carimagua se identificó a *Botryosphaeria ribis* como el agente causal del resquebrajamiento de la corteza y chancro de *S. capitata* y *S. scabra* leñosas, de uno a dos años de edad. *Macrophomina phaseolina* como el del marchitamiento y la muerte de las plantas jóvenes de *S. capitata* CIAT 1315. Y recientemente, después de una temporada de clima frío y húmedo, se presentó un ataque entre moderado y severo de añublo de las inflorescencias, causado por *Rhizopus*, en varias accesiones de *S. capitata*.

Centrosema spp. En Carimagua, CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira se encontró añublo bacterial causado por una especie de *Pseudomonas*, considerado como la enfermedad más importante que aqueja a este género; se está realizando la identificación del patógeno y la evaluación correspondiente.

Leucaena sp. Se ha encontrado añublo bacterial de la vaina causado por *Pseudomonas fluorescens* Biotipo 2 en Colombia, Brasil, y en Belice y sur de México, en América Central. Parece ser transmitido por los insectos. Hasta el momento sólo ha sido registrado en *L. leucocephala*, y se planea la realización de evaluaciones con otras seis especies.

Zornia sp. En Perú se registró un ataque severo del hongo *Puccinia offuscata* en *Zornia* sp.

Andropogon gayanus 621. Punta loca, un mildew polvoso causado probablemente por *Sclerophthora* sp., atacó unas pocas plantas de cada parcela en Brasil y Colombia.

Virus

Durante los dos últimos años se han observado varios ataques de virus en las plantas forrajeras, con amplia diseminación en cada uno de los ecosistemas. Actualmente se desconoce el alcance de las pérdidas. En un análisis de las hojas de *A. gayanus* con síntomas de virus, se observó que la digestibilidad de las hojas enfermas era de sólo un 31% en comparación con 43.2% de las hojas sanas.

Filodio

El filodio, u hoja pequeña, está extendido en toda el área de interés del Programa, especialmente en *Desmodium* spp. como también en *Centrosema* spp. El filodio causa pérdida progresiva del vigor de la planta y de

su rendimiento y, eventualmente, la muerte. También se ha demostrado que el filodio reduce el número, tamaño y eficacia de los nódulos involucrados en la fijación de N. Las cepas normalmente eficientes de *Rhizobium* se tornan menos eficientes en las plantas afectadas por el filodio. Estas bacterias conservan su capacidad competitiva con otros Rhizobia del suelo por los sitios de las raíces sanas, pero éstas nodulan en una forma menos eficaz. El filodio puede ser, por lo tanto un serio problema en el futuro.

Patología de las Semillas

Se han hecho varios estudios sobre la microflora de la semilla de las leguminosas y gramíneas forrajeras durante los dos últimos años. Los resultados más interesantes se están obteniendo ahora con los estudios sobre los cambios que se presentan en la microflora de la semilla de *S. capitata* en Carimagua y en CIAT-Quilichao durante el año. Este estudio se concentra en los cambios ocurridos en las poblaciones de *Aspergillus* y *Penicillium* spp., relacionados comúnmente con la semilla. Las especies de *Aspergillus* especialmente se destacan por la producción de aflatoxina, tanto antes de la cosecha como durante el almacenamiento. Debido a que el ganado come semilla de *S. capitata* durante la estación seca, se consideró importante conocer la relación de *Aspergillus* y *Penicillium* spp. con la semilla.

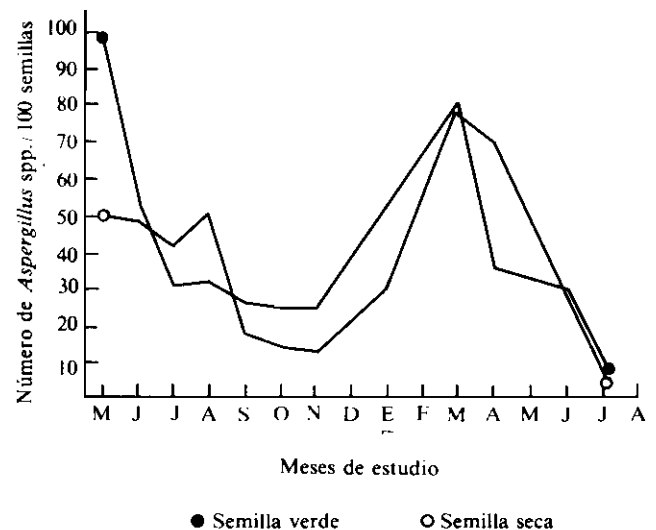


Figura 2. Número de *Aspergillus* spp. asociados con la semilla seca y verde de *Stylosanthes capitata* en Carimagua.

Desde mayo de 1979, en Carimagua, se han aislado 10 especies de *Aspergillus*, cuatro de las cuales, *A. ochraceus*, *A. flavus*, *A. fumigatus* y *A. nidulans*, son conocidos productores de aflatoxinas. El aislamiento más común es *A. flavus*. Se han aislado cinco especies de *Penicillium*, incluido *P. oxalicum*, productor de toxina. La producción de toxinas de estos hongos será evaluada.

El estudio en Carimagua demostró que el número de *Aspergillus* spp. relacionado con los aumentos de semilla verde y de semilla seca al finalizar la estación lluviosa, alcanza un máximo durante la estación seca y disminuye a medida que progresa la estación lluviosa (Fig. 2). Parece que más especies de *Aspergillus* se asocian con la semilla de *S. capitata* en la época en que los animales consumen más semilla. Si las pruebas de aflatoxina en los hongos resultan positivas, puede haber problemas para los animales, estudio éste que continuará en 1981.

Hongos Entomógenos

En este año comenzó un proyecto en colaboración con la sección de Entomología para el control biológico con hongos entomógenos del insecto salivita (varios géneros). *Metarhizium anisopliae* es el hongo más importante.

Se están recogiendo hongos entomógenos nativos de insectos salivita en tantos sitios como sea posible en Colombia y en muchos otros países, y se estudiarán su morfología, características culturales y su biología. También se han comenzado estudios sobre su patogenicidad con respecto a las ninfas y adultos del insecto y sobre las condiciones necesarias para el control eficaz de éste por medio del hongo.

El trabajo de investigación de la sección de Entomología persigue los siguientes objetivos: a) evaluar sistemáticamente el banco de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales para seleccionar ecotipos con resistencia y/o tolerancia al ataque de insectos; b) estudiar la taxonomía, biología y la dinámica de poblaciones de las principales plagas, y c) seleccionar el germoplasma incluido en los Ensayos Regionales en varios ecosistemas según el daño ocasionado por los insectos.

En 1980 continuaron los estudios sobre las plagas consideradas claves, especialmente el barrenador del tallo, la plaga más importante de *Stylosanthes* y el insecto "salivita", de importancia para varias gramíneas. También se hicieron estudios preliminares acerca del falso medidor, una plaga estacional que puede tornarse importante en las gramíneas. Se evaluó la tolerancia a los insectos de nuevas introducciones de germoplasma, y se continuaron las observaciones de plagas en las localidades donde se sembraron los Ensayos Regionales.

Plagas de las Leguminosas

Barrenador del Tallo

Debido a la alta prioridad asignada a las introducciones de *Stylosanthes* spp. como forraje, la sección dedica esfuerzos considerables a los estudios sobre el barrenador del tallo, *Caloptilia* sp. Hubner. Anteriormente se informó acerca de la biología y la dinámica de población de esta plaga. También se presentaron los resultados de las investigaciones sobre la resistencia de algunas plantas al ataque del barrenador (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

Como una continuación de los estudios anatómicos de *S. capitata*, cuyos ecotipos en su mayoría han demostrado resistencia al barrenador, se analizó la estructura del tallo de varios ecotipos. Estos análisis han demostrado que la distribución del esclerénquima en grupos o paquetes de

fibras que rodean el tallo es variable y que tienen una forma polihédrica. Aunque estos grupos de células esclerenquimatosas varían en número, forma y tamaño entre las distintas especies, los materiales considerados susceptibles al barrenador (*S. guianensis* CIAT 136) poseen capas de esclerénquima más delgadas, mientras que las cepas celulares de *S. capitata*, resistente, son más gruesas. Esta característica aparece en forma consistente en cada especie.

Se diseñó otro experimento para investigar la asociación de las capas más gruesas de células con la dureza del tallo y de las capas más delgadas con la blandura de los mismos. Los resultados demostraron claramente que los ecotipos que poseen capas celulares más gruesas son más duros que los que poseen capas celulares más delgadas (Fig. 1).

Además de las estructuras físicas del tallo, también se está estudiando la presencia de tricomas glandulares que secretan sustancias que pueden atraer a las hembras a ovipositar en estas plantas preferidas. La presencia de una o de ambas características en una especie dada o ecotipo puede afectar la preferencia o carencia de ella para la oviposición y, en consecuencia, la penetración de la larva recientemente eclosionada en el tallo.

Se han hallado estas diferencias entre ecotipos de la misma especie, p. ej. en algunos tipos comunes y otros tardíos de *S. guianensis* y también entre ecotipos de floración temprana y de floración tardía de *S. capitata*. Es posible que se puedan utilizar algunos ecotipos con resistencia de campo al barrenador, como medida de control contra esta plaga. Sin embargo, es muy importante recordar que la enfermedad antracnosis es en varias localidades un factor limitante para la persistencia de las especies de *Stylosanthes*.

El buen manejo del pastoreo presenta otra posibilidad de regulación de la población (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Por ejemplo, un aumento en la tasa normal de carga establecida en Carimagua durante abril,

mayo y agosto, podría reducir la población del barrenador. La quema es otra alternativa que se puede utilizar para reducir poblaciones; sin embargo, hay que tener en cuenta si la pradera es asociada con leguminosa, y si ésta soporta la quema, pues esta práctica podría causar la muerte de muchas plantas y si su recuperación es muy lenta puede tener alta competencia con las malezas.

La asociación de *S. capitata* con una gramínea erecta como *Andropogon gayanus* parece mejorar la heterogeneidad del agroecosistema y, en teoría, resulta desfavorable para el aumento de la población de insectos. En el futuro otra alternativa para la regulación en el campo de las poblaciones del barrenador sería el manejo de agentes de control biológico.

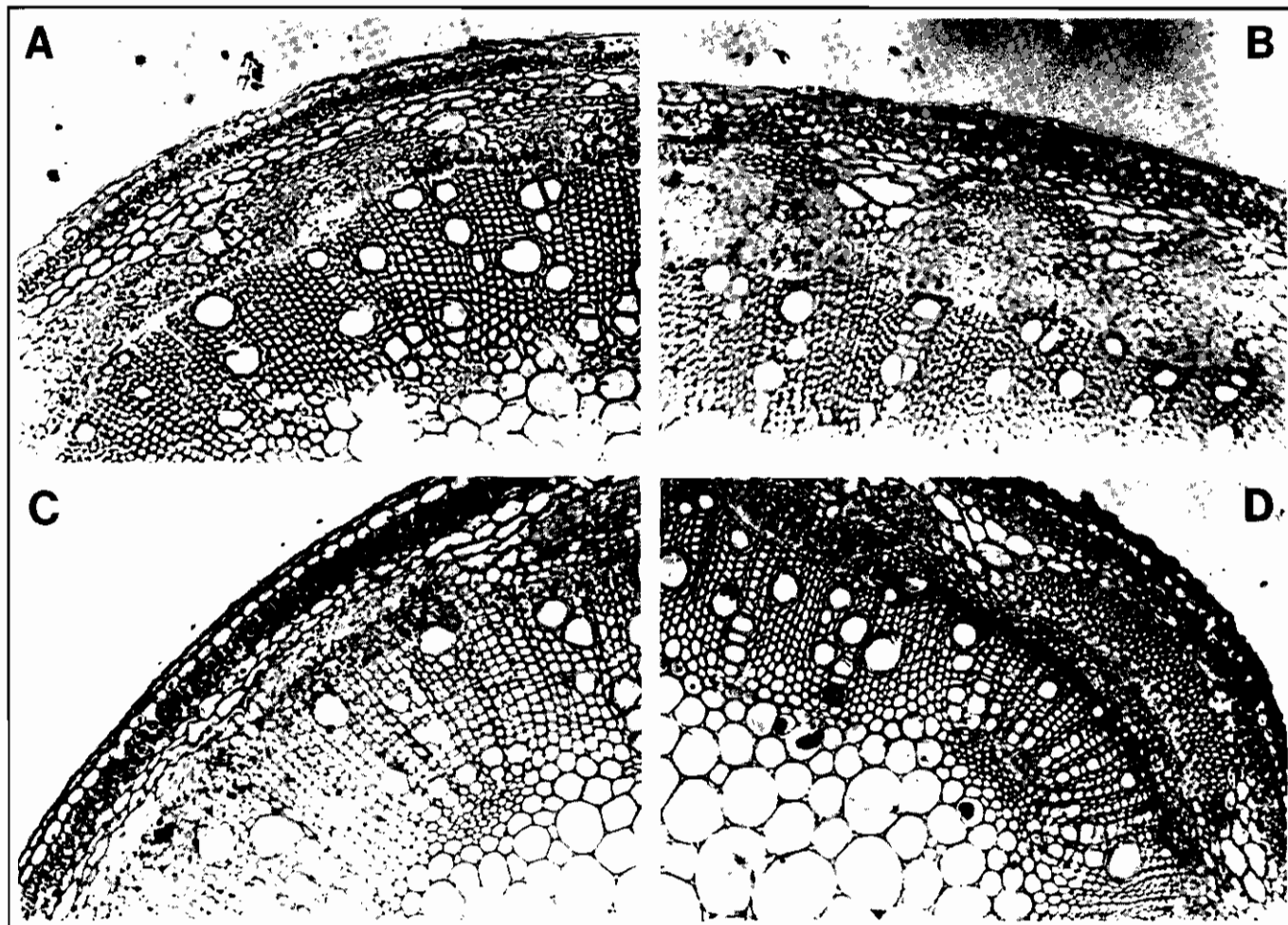


Figura 1. Estudio anatómico de ecotipos susceptibles (arriba) y resistentes (abajo) al barrenador: a) *S. guianensis* 136; b) *S. capitata* 1078; c) *S. guianensis* 1162; d) *S. capitata* 1315.

Perforador de Botones

Niveles críticos de daño. Para determinar el nivel crítico de daño causado por la larva de los botones (*Stegasta bosqueella* Chambers) en las inflorescencias de *Stylosanthes* spp., es muy importante considerar la capacidad de producción de semilla de las especies. Por ejemplo, *S. guianensis* produce menos semilla y tiene inflorescencias más pequeñas que *S. capitata*. Por lo tanto, las larvas de *Stegasta* podrían dañar varias flores

de *S. guianensis*, pero el daño causado por las mismas en *S. capitata* no sería tan grave debido al tamaño mayor de las inflorescencias y a la cantidad de semilla producida.

Se estudió el efecto de las larvas del perforador en la producción de semilla de *S. capitata* CIAT 1315, en Carimagua. Se usaron tres niveles de infestación: cero a 9, 10-20 y 21-30. La cantidad de larvas se mantuvo constante con la aspersión de malatión (1.5 lt p.c./ha).

Los resultados preliminares demostraron que la producción de semilla no disminuyó significativamente con ninguno de los niveles de infestación, y que ésta, hasta en un 30%, no redujo la producción de semilla en *S. capitata* 1315.

Plagas de las Gramíneas

Salivita

Las poblaciones del insecto salivita (*Aeneolamia* sp., *Zulia* sp.) aumentan al comienzo de la temporada lluviosa. En abril de 1980 se inició un experimento en Carimagua para comparar la infestación de parcelas de *Brachiaria decumbens* bajo tres sistemas de establecimiento: cultivo puro, en asociación con *P. phaseoloides* en franjas, y en asociación con *P. phaseoloides* en bloques; bajo pastoreo continuo con dos tasas diferentes de carga: 1 animal/ha durante la estación seca y 2 animales/ha durante la estación húmeda. Se obtuvieron resultados cuando las poblaciones eran más altas (abril-julio); sin embargo, la infestación fue generalmente muy escasa.

Cuadro 1. Niveles de infestación de ninfas y adultos del insecto salivita (*Aeneolamia reducta*) en potreros de *Brachiaria decumbens* bajo tres sistemas de manejo, en Carimagua, 1980.

Tratamiento	Concentraciones de salivita (No./m ²)	Adultos (No./m ²)
<i>B. decumbens</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i> (franjas)	1.03 a ¹	0.60 a
<i>B. decumbens</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i> (bloques)	0.94 a	0.38 a
<i>B. decumbens</i> (monocultivo)	0.15 b	0.15 b

¹ Los promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencia significativa al nivel de 0.05 (prueba de Rangos Múltiples de Duncan).

Cuadro 2. Efectos de dos especies de salivita (*Aeneolamia reducta* y *Zulia* sp.) en la calidad del forraje de *Brachiaria decumbens* y *Pennisetum clandestinum*, en dos localidades, 1980.

Especie hospedante	Especies de salivita	Sitio	Tipo de muestra ¹	Contenido del tejido foliar (%)	
				N	S
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Aeneolamia reducta</i>	Carimagua (Sitio 1)	A	1.18	0.13
			B	0.48	0.07
<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Aeneolamia reducta</i>	Carimagua (Sitio 2)	A	1.48	0.15
			B	0.36	0.10
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Posiblemente <i>Zulia</i> sp.	Coconuco (Cauca)	A	3.46	0.17
			B	1.96	0.16

¹ A Hojas normales; B Hojas con daño grave por la salivita.

Se podrían atribuir las diferencias entre los sistemas de establecimiento al efecto del N de la leguminosa en el tratamiento con franjas de leguminosa y al mejor manejo de la gramínea en el tratamiento con bloques de leguminosa, en comparación con el monocultivo (Cuadro 1).

Un concepto nuevo en la sección de Entomología es el análisis y cuantificación de las pérdidas causadas por diferentes grupos de insectos plaga que atacan las leguminosas y las gramíneas. Se diseñó un experimento que utilizó *B. decumbens* y *A. gayanus* para medir el efecto del daño causado por la salivita en la calidad del forraje producido por estas dos gramíneas en dos sitios de Carimagua. En una finca localizada en el Valle del Cauca en Colombia, se llevó a cabo un experimento similar con una gramínea diferente, *Pennisetum clandestinum*, y un género diferente de salivita, *Zulia* sp.

Las observaciones preliminares demostraron que la salivita afectaba drásticamente la calidad de *B. decumbens* y de *P. clandestinum*. En el forraje afectado, los porcentajes de N y S eran significativamente menores que en el forraje sin daño en ambas localidades, y en diferentes condiciones de fertilidad del suelo (Cuadro 2).

No se detectó ningún daño causado por la salivita en *A. gayanus*, lo que concuerda con observaciones previas en el sentido de que el insecto, aunque a veces se encuentre en esta especie, no le causa daño. Se cree que el hábito de crecimiento en macollas compactas y densas presenta una fuerte barrera a las ninfas jóvenes que intentan alcanzar las partes vegetales blandas y los puntos de crecimiento. Siempre se han encontrado ninfas solamente en los tallos externos de las macollas. Otros factores que aparentemente contribuyen a hacer de *A. gayanus* un hospedante inapropiado son características tales como la dureza de sus tallos, la presencia de pelos y su composición química. En 1980 se iniciaron estudios en varias localidades sobre la naturaleza de la resistencia de la planta hospedante.

Afido Amarillo

En este año se dió comienzo en Carimagua a un análisis preliminar del efecto del afido amarillo (*Sipha flava* Forbes) en la calidad del forraje de *A. gayanus*. Se obtuvieron datos de colecciones de hojas rojas con áfidos, hojas rojas sin áfidos y sin daños mecánicos o causados por enfermedades, y hojas verdes sanas. Los áfidos afectaron severamente la calidad de *A. gayanus*, especialmente los porcentajes de N y S, que son significativamente inferiores en las hojas afectadas (Cuadro 3). Debido a esta significativa reducción en la calidad forrajera de *A. gayanus*, los áfidos podrían llegar a ser una plaga importante para esta gramínea si los ataques son persistentes.

Cuadro 3. Análisis preliminares del posible efecto del afido amarillo (*Sipha flava* Forbes) en la calidad del forraje de *Andropogon gayanus* en Carimagua, 1980.

Tratamiento	No. de muestras	Contenido del tejido vegetal (%)	
		N	S
Hojas normales	18	1.505 a ¹	0.137 a
Hojas rojas con áfidos	10	1.224 b	0.116 b
Hojas rojas sin áfidos	10	0.918 c	0.085 c

¹ Los promedio seguidos por la misma letra no presentan diferencia significativa al nivel de 0, 05 (prueba de Rango Múltiple de Duncan).

Dinámica de las poblaciones. En este año se iniciaron algunos estudios sobre la dinámica poblacional del afido amarillo. En la Figura 2 se presentan los números promedio de áfidos por macolla de *A. gayanus* y el porcentaje de macollas con infestación de áfidos registrado en seis praderas en Carimagua.

Se reconocieron tres fases principales de la población de áfidos con relación a la precipitación, el efecto ambiental más importante. La fase de supervivencia se presenta desde mediados de la estación seca hasta el comienzo de la estación húmeda (enero-abril). A comienzos de este período un gran porcentaje de macollas mostraron infestación de áfidos; al finalizar esta fase, un pequeño porcentaje de aquéllas presentaban infestación baja. Durante la fase de multiplicación, se observó un aumento rápido y progresivo de la población de áfidos en las pocas macollas que permanecieron infestadas después de la fase de supervivencia. Este período se inicia al comienzo de la estación lluviosa (abril) y se caracteriza por la infestación localizada en forma de parches,

fácilmente visibles debido a las hojas de color púrpura rojizo que contrastan con el color verde natural de la pastura.

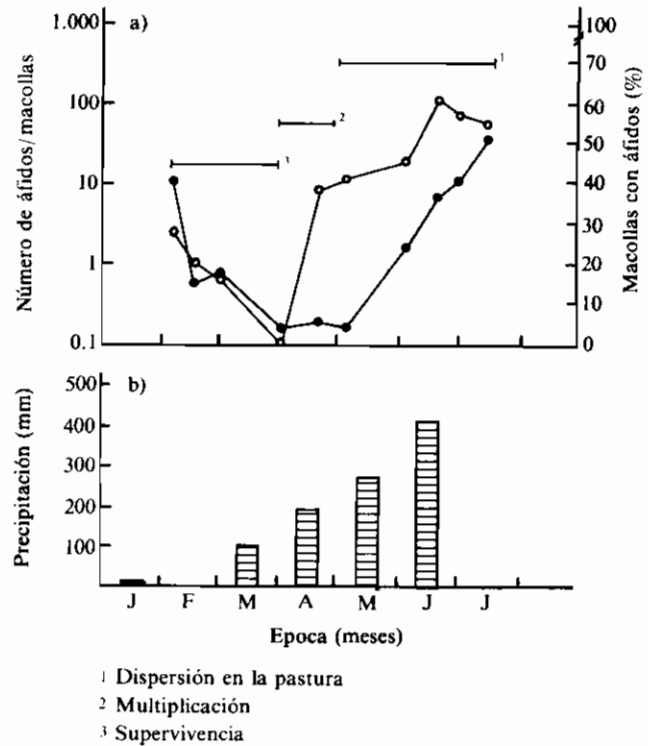


Figura 2. a) Fluctuaciones de la población del afido amarillo (*Sipha flava*) y porcentaje de infestación de macollas de *Andropogon gayanus*; y b) precipitación del primer semestre en Carimagua, 1980.

La fase de dispersión (invasión de la pradera) se presenta durante la época de mayor pluviosidad (mayo-julio). Las poblaciones de áfidos aumentan progresivamente, y es fácil observar un alto porcentaje de macollas afectadas, que alojan una considerable población de áfidos. Durante esta fase se presenta el mayor daño. Es muy importante mencionar que el comienzo de las fases puede variar de año en año, debido a los cambios ambientales.

Control. La quema puede ser una buena medida de control teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas. El final de la estación seca en Carimagua puede ser el mejor tiempo debido a la sequedad de la gramínea. Si no se realiza la quema al finalizar esta estación, la quema localizada de los parches infestados,

en abril, también puede ser eficaz. Se podría recomendar un insecticida sistémico para impedir o reducir los efectos de la fase de dispersión. En caso de usar insecticida es importante anotar la medida preventiva de cuarentena del potrero para evitar intoxicación de los animales.

Durante la tercera fase, el pastoreo intensivo (alta tasa de carga animal) también podría ser recomendado para disminuir el follaje y hacer decrecer la población de áfidos. La evaluación sistemática y permanente de las praderas para comprender y registrar lo que sucede con la gramínea y con la población de insectos es una medida necesaria.

Falso Medidor de los Pastos

Observaciones preliminares. Se ha informado sobre la presencia del falso medidor de los pastos (*Mocis latipes* Guenne) en Carimagua desde 1975. Las infestaciones fueron muy altas en 1977 en la gramínea nativa *Paspalum plicatulum* y en *A. gayanus*.

En 1980 se realizaron algunas observaciones sobre las poblaciones. A principios de mayo se vieron algunos adultos (probablemente de la segunda generación) y se observó oviposición. Más tarde, durante ese mismo mes, se vieron larvas del primer instar. Las larvas del último instar se notaron durante la primera mitad de junio y posteriormente, en este mismo mes, las ninfas y los primeros adultos. En la primera mitad de julio se registró nuevamente la presencia de más adultos y de oviposición.

Cuando se comparan los datos pluviométricos de Carimagua con las infestaciones súbitas y notorias que causan grave defoliación a *A. gayanus*, se observa que la mayor parte del daño se presenta después de una estación seca severa (diciembre-marzo). Los ataques son más graves cuando la estación lluviosa comienza lentamente, con precipitación inferior al promedio, usualmente en forma de lloviznas aisladas.

Aunque se sabe poco acerca de *M. latipes* en el medio de Carimagua, se podrían hacer las siguientes recomendaciones preliminares y generales: a) las praderas nuevas deben ser supervisadas, especialmente de marzo a mayo, para detectar la presencia del insecto; b) es necesario revisar las gramíneas naturales, tales como *Setaria* sp., en busca de indicios de oviposición de *Mocis*, y se debe controlar esta gramínea; c) podría aplicarse el hongo *Bacillus thuringiensis*, que es eficaz contra las larvas del primer instar de *Mocis*.

Durante 1981 se iniciarán estudios más extensivos para lograr un mejor conocimiento de esta plaga, actualmente considerada secundaria en *A. gayanus*.

Evaluaciones de Ensayos Regionales

En los dos últimos años se han realizado evaluaciones de los Ensayos Regionales y de introducciones forrajeras en 36 localidades de ocho países. Las evaluaciones sistemáticas, mediante el sistema de clasificación desarrollado para plagas y enfermedades, han proporcionado una idea de la incidencia de insectos y enfermedades, su abundancia, y sobre la preferencia de los insectos en cada ecosistema. Los grupos tales como homópteros, heterópteros, coleópteros, himenópteros, dípteros y lepidópteros se presentan en todos los ecosistemas bajo estudio; sin embargo, los géneros y especies encontrados cambian de un ecosistema a otro y de una estación a otra. Estos cambios también se reflejan en el tipo y la severidad del daño registrado en cada ecosistema y en cada estación.

Evaluaciones del Banco de Germoplasma

Durante 1980 continuó la evaluación de las introducciones en Carimagua y en CIAT-Quilichao. Para ésto, el daño causado por los insectos se dividió en dos grupos.

Insectos masticadores. Este grupo incluye coleópteros, lepidópteros (larvas), ortópteros e himenópteros (hormigas), siendo los coleópteros los más importantes. La familia de los crisomélidos que incluye varios géneros y especies, es especialmente crítica. Otros órdenes se consideran plagas secundarias o potenciales.

Insectos chupadores. Este grupo se considera el más importante porque el daño que causa es sistémico, y muchas especies son vectoras de enfermedades. Afecta los sistemas vasculares de las plantas, y cuando la infestación es grave, el forraje se deteriora considerablemente. Este grupo está formado por homópteros y heterópteros con varios géneros y especies.

Las calificaciones del daño causado por los insectos se han incorporado al sistema de producción y persistencia de forrajes mediante la medición de las pérdidas de forraje ocasionadas por los insectos masticadores y mediante el cálculo de las pérdidas en la producción y calidad del forraje a causa de los insectos chupadores. En este año se inició el desarrollo de técnicas para medir y cuantificar el efecto del daño causado por los insectos en la producción y calidad del forraje.

Las dos secciones de Mejoramiento de Especies Forrajeras realizan evaluaciones a fondo de ciertas especies leguminosas y gramíneas con el objeto de seleccionar materiales que satisfagan los requerimientos del Programa de Pastos Tropicales o se destinen al mejoramiento de especies mediante la combinación de características deseables.

Mejoramiento de Leguminosas

Stylosanthes capitata

Los objetivos primordiales del mejoramiento de *Stylosanthes capitata* son lograr alta producción de MS y alta producción de semilla; también se busca obtener resistencia a la sequía y la habilidad de producir hojas y semilla durante la época seca; otros objetivos importantes son la resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo.

En julio de 1979 se establecieron en Carimagua aproximadamente 2000 plántulas F_2 de cada uno de los siguientes cruzamientos: CIAT 1019 x 1097 (precoz x tardío), junto con los testigos progenitores. Se fertilizaron las plántulas con cantidades mínimas de todos los nutrimentos esenciales. Posteriormente el área se sembró con *Andropogon gayanus*.

Los cruzamientos precoz x tardío combinaban la mayoría de las características deseables. A finales de la estación seca (marzo de 1980) se evaluaron las poblaciones para determinar cuatro características importantes. Los datos del Cuadro 1 muestran que el vigor y la alta producción de MS de los progenitores tardíos, 1078 y 1097, habían sido transferidos a una alta proporción de la progenie de los cruzamientos precoz x tardío. También se transfirió el hábito de floración tardía de 1078 a 1097 a un porcentaje significativo de la descendencia de los cruzamientos precoz x tardío. Lo que es más importante, las progenies de estos cruzamientos, especialmente de 1019 x 1097, presentaron una significativa proporción de buenos productores de

semilla (el alto rendimiento en semilla del 1019 precoz no se manifestó debido a que había botado gran parte de la semilla al momento de la evaluación).

Después de la evaluación en la estación seca en marzo de 1980, se seleccionaron numerosas plantas vigorosas, verdes, resistentes a la sequía y con una alta producción de semilla (87 de 1019 x 1097 y 61 de 1078 x 1019). En mayo de 1980, después de iniciada la estación lluviosa en Carimagua, se examinaron todas las selecciones para determinar la magnitud y el vigor del rebrote: casi la mitad de ellas presentó un rebrote excelente.

A comienzos de agosto de 1980, se estableció el segundo ensayo de fitomejoramiento en Carimagua con poblaciones F_3 de 69 selecciones F_2 que se habían destacado por su vigor y persistencia en los ensayos de 1979. También se sembraron 11 poblaciones F_2 que incorporaban principalmente cruzamientos con uno de los progenitores básicos CIAT 1019, 1078 ó 1097, y varios ecotipos venezolanos. Estos podrían posiblemente contribuir con resistencia a la antracnosis y una mayor adaptabilidad a los suelos menos ácidos.

Los resultados de fines de noviembre de 1980 indican que cerca de la mitad de las líneas F_3 poseen mayor vigor que los progenitores tardíos. La floración pareció ser tardía pero fue también profusa. Al finalizar la estación seca en marzo de 1981, se repetirán las evaluaciones de todas las características principales. La semilla de las mejores selecciones F_3 se utilizará para las poblaciones F_4 de plantas individuales. Sin embargo, algunas de las líneas F_3 ya presentaban bastante uniformidad, de modo que se podría usar semilla F_4 en volumen de las mejores selecciones para realizar pequeños ensayos preliminares en varias localidades.

Resulta evidente la posibilidad de alcanzar algunos de los principales objetivos del programa de mejoramiento, en especial la necesaria combinación de vigor tardío y alta producción de semilla. Las líneas CIAT 1078 x 1019 también deberían poseer un buen nivel de resistencia a la antracnosis.

Cuadro 1. Evaluación de plantas por varias calificaciones de cuatro características agronómicas en tres poblaciones F₂ de *Stylosanthes capitata* y progenitores.

Característica y calificación	Porcentajes promedio de plantas por cruzamiento o accesión ¹						
	1019 x 1097	1078 x 1019	1097 x 1078	1019	1078	1097	CV
Vigor²							
1	31.1 b ¹	20.2 c	12.6 c	81.9 a	15.0 c	11.3 c	19.909
2	45.3 b	54.3 a	57.8 a	13.4 c	56.1 a	56.6 a	12.410
3	23.6 a	25.5 a	29.7 a	4.7 b	28.9 a	32.1 a	32.692
Resistencia al barrenador⁴							
1	49.7 a	25.9 b	25.8 b	58.1 a	23.8 b	24.4 b	21.179
2	39.4 cd	51.1 ab	46.5 bc	35.1 d	59.3 a	52.4 ab	13.692
3	9.4 bc	17.1 a	20.9 a	5.7 c	14.9 ab	19.4 a	25.527
4	1.4 c	5.9 a	6.6 a	1.0 c	2.0 bc	3.7 b	33.527
Floración							
Precoz	56.0 a	35.6 b	12.6 c	67.0 a	13.9 c	26.6 bc	35.556
Tardía	44.0 c	64.4 b	87.3 a	33.0 c	86.0 a	73.3 ab	19.399
Producción de Semillas⁵							
1	13.0 b	24.3 ab	38.1 a	23.1 ab	35.6 a	27.0 ab	43.348
2	39.1 a	48.6 a	48.8 a	52.5 a	48.4 a	54.9 a	25.749
3	33.3 a	20.7 bc	12.7 c	24.4 ab	13.4 c	16.6 bc	31.752
4	14.6 a	6.3 b	0.3 c	0.0 c	2.2 c	1.4 c	50.476

¹ Total de plantas: 1019 x 1097=2354; 1078 x 1019=1899; 1097 x 1078=1999; 1019=580; 1078=581; 1097=566.

² Vigor; 1=30-60 cm ancho 2=60-90 cm; 3=90-120.

³ Porcentajes promedio con letras diferentes son significativamente diferentes según la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

⁴ Resistencia al barrenador del tallo: 1=no hubo ataque; 2=ataque insignificante; 3=moderado; 4=severo

⁵ Producción de semilla/planta: 1 = ninguna, pero con floración. 2 = 10-100 g; 3 = 100-200 g; 4 = 200-300 g.

Stylosanthes guianensis

La antracnosis ha resultado devastadora para la mayoría de los ecotipos de *Stylosanthes guianensis*. El mejoramiento y la investigación genética en este caso pretenden principalmente clarificar la base genética de resistencia a la antracnosis y desarrollar niveles superiores de resistencia estable. Los estudios adicionales sobre la metodología de mejoramiento proporcionan información que facilitará el manejo y evaluación de los materiales en mejoramiento.

Estudios genéticos. Un grupo de ecotipos de *S. guianensis* "tardío" tipificado por su hábito de floración tardía y tallos pegajosos, es considerado generalmente resistente a la antracnosis. En un esfuerzo por comprender la base genética de la resistencia que poseen estos tipos tardíos, se establecieron en septiembre de 1980, en Carimagua, seis poblaciones F₂ diferentes de cruzamien-

tos de común (susceptible) x tardío (resistente). En cada cruzamiento, se propagaron vegetativamente los dos progenitores, la generación F₁ y 30 plántulas de la generación F₂, con el fin de establecer un ensayo de genotipos repetidos que permita la separación de las variaciones genética y ambiental en cuanto a la reacción a la antracnosis.

Fitomejoramiento. Una selección de campo de más de 100 ecotipos de *S. guianensis* sembrados en 1979 en Carimagua por la sección de Patología Vegetal, demostró que varios de ellos poseían cierto nivel de resistencia a la antracnosis en ese ambiente. La mayoría de los ecotipos resistentes son tardíos, aunque unos pocos ecotipos comunes también parecen tener cierta resistencia después de un año en el campo. Se han observado diferencias en la severidad de los síntomas entre los ecotipos tardíos.

Tanto los ecotipos comunes como los tardíos seleccionados en este ensayo serán la base de un proyecto destinado a desarrollar una población genéticamente diversa de *S. guianensis*, cuya resistencia a la antracnosis sea superior y estable. El entrecruce de ecotipos resistentes de diverso tipo y origen, seguido por una selección cíclica y recombinación genética, permitiría la acumulación de genes con resistencia y proporcionaría, en últimas, una fuente de resistencia superior para el desarrollo futuro de cultivares. Cuando las selecciones subsiguientes de ecotipos en el campo identifiquen fuentes adicionales de resistencia, se procederá a incorporarlas a la población.

Otros estudios. Con el objeto de determinar el grado de compatibilidad genética entre el tipo tardío y el tipo común de *S. guianensis* (var. *guianensis*) y entre estos dos tipos y *S. guianensis* var. *intermedia*, se formó un dialelo completo de cinco progenitores (incluyendo dos tardíos, dos comunes y una var. *intermedia* (cv. 'Oxley')). La fertilidad de los híbridos F₁, indicada por el porcentaje de polen coloreado (tiñado con acetocarmín), no mostró barreras de fertilidad entre los tipos comunes y tardíos. Tanto los unos como los otros produjeron híbridos menos fértiles con la var. *intermedia*. La elevada fertilidad del polen de las plantas F₁ común x tardío se refleja en la formación normal de semilla por parte de estos híbridos. Estos con Oxley casi no produjeron semilla.

En este mismo experimento se detectó una heterosis significativa con respecto a la longitud del tallo en la generación F₁ de común x tardío, mientras que las F₁ intra-grupo (común x común y tardío x tardío) no difirieron del promedio de los padres.

Estos resultados demuestran que la diferencia genética entre los tipos común y tardío (indicada por la heterosis entre tipos) no es tan extrema como para ocasionar barreras de fertilidad entre los dos. Tanto el común como el tardío son tan distintos de Oxley que existen fuertes barreras de fertilidad.

En *S. guianensis* existen respuestas de inducción de floración con día largo y con día corto. El tratamiento con día corto (nueve horas) de nueve accesiones tardías produjo una clara respuesta de estos tipos a los días cortos, con una reducción significativa en los días transcurridos hasta la floración, en comparación con las plantas bajo un régimen de días normales (± 12 h) (Cuadro 2). Se hallaron diferencias significativas entre los ecotipos con relación a los días transcurridos hasta la floración.

Cuadro 2. Efectos del fotoperiodo en los días transcurridos hasta la floración de nueve ecotipos de *Stylosanthes guianensis* tardío.

Ecotipo	Días hasta la floración	
	Días cortos ¹	Días normales ¹
1283	33.5 a ²	41.0 b
1021	35.0 a	86.0 g
2160	37.5 ab	60.5 e
1959	42.0 bc	86.0 g
104	42.5 bcd	77.0 f
1280	43.5 bcd	86.0 g
2028	45.0 cd	86.0 g
2180	45.0 cd	86.0 g
1020	48.0 d	64.0 c

¹ Días cortos: 9 horas luz/ 15 horas oscuridad; días normales: ± 12 horas luz/ 12 horas oscuridad.

² Los promedios seguidos por la misma letra no difieren según la prueba "t" al nivel de probabilidad de 0.05.

Esta respuesta de la floración a días cortos tiene implicaciones directas y prácticas, ya que señala una manera sencilla y eficaz para disminuir el tiempo de generación en un programa de fitomejoramiento.

Centrosema spp.

El objetivo del mejoramiento de *Centrosema* es obtener tolerancia a la acidez elevada y a los altos niveles de Al del suelo, a la poca fertilidad de éste y también obtener una buena producción de semilla. *Centrosema pubescens* es una leguminosa forrajera importante en América del Sur; su semilla se ha vendido por una década o más y probablemente continuará comercializándose. Los cultivares actuales, sin embargo, no se adaptan bien a los oxisoles y ultisoles de América del Sur.

En un ensayo de invernadero a principios de 1978, se cultivaron en suelo de Carimagua líneas selectas de *C. pubescens* y de otras especies, con aplicaciones restringidas de una solución nutritiva completa. Las plantas se inocularon con la cepa de *Rhizobium* CIAT 590. Se seleccionaron varias líneas de *C. pubescens* que poseían tolerancia intermedia a alta a la acidez, así como las líneas *C. macrocarpum* 5062 y *C. schiedeanum* 5066, ambas con alta tolerancia, para llevar a cabo un programa de cruzamiento de medio dialelo.

No se lograron todos los cruzamientos, incluyendo aquellos con *C. schiedeanum* 5066. Sin embargo, hubo un cruzamiento exitoso entre *C. pubescens* 5052 y *C. macrocarpum* 5062, ambos recogidos en las sabanas del Meta en Colombia. Los dos accesiones, especialmente

5062, han persistido y demostrado un buen comportamiento en los ensayos de introducción en Carimagua. A finales de la segunda estación seca en marzo de 1980, *C. pubescens* 5052 presentó una producción moderada y *C. macrocarpum* 5062 una excelente, mientras que otros muchos centrosemas habían muerto en este ensayo.

En CIAT-Palmira se cultivaron en el campo las plantas F_1 provenientes de los cruzamientos de *C. pubescens* 5052 x *C. macrocarpum* 5062. Se seleccionaron las plantas F_2 con base en su tolerancia a la acidez elevada, primeramente mediante la evaluación de grandes poblaciones en cultivo en arena durante 4 a 6 semanas y, después, mediante el cultivo de las plantas tolerantes en suelo de Carimagua durante 6 a 8 semanas.

Ninguna de las poblaciones F_2 de los cruzamientos de *C. pubescens* demostró poseer alta tolerancia a la acidez en los cultivos en arena. Las selecciones crecieron lentamente en el suelo de Carimagua y presentaron en general un color verde amarillento. Por lo tanto, se decidió poner énfasis en la evaluación de poblaciones obtenidas con el cruzamiento de *C. pubescens* x *C. macrocarpum*.

En la primera evaluación el alto nivel de Al (8 ppm) en el cultivo en arena impidió la nodulación. En el segundo experimento con 6 ppm de Al, la nodulación fue buena (más del 80%) en CIAT 5052 y en el cruzamiento, pero relativamente escasa en *C. macrocarpum*. Es posible que esta especie necesite un tipo de *Rhizobium* diferente al de *C. pubescens*. Pero estos resultados sí demuestran que es posible transferir la buena tolerancia de *C. macrocarpum* a la acidez, a cerca del 20% de la progenie F_2 .

En los campos de CIAT-Palmira se han cultivado las selecciones F_2 toleantes a la acidez provenientes del cruce con *C. macrocarpum*, con testigos y progenitores. Aproximadamente la tercera parte presentó una buena producción de semilla, la mitad de ellas excelente.

En 1981 se cultivarán en Carimagua las mejores selecciones F_3 . Allí los resultados con la generación F_2 no seleccionada son prometedoras ya que cerca del 20% de las plantas presenta un crecimiento vigoroso.

En vista de la posibilidad de aumentar notoriamente la tolerancia a la acidez y la adaptabilidad de *C. pubescens*, se han realizado más cruzamientos entre algunos tipos de *C. pubescens* e introducciones de *C. macrocarpum*.

A comienzos de 1981 se evaluarán las poblaciones F_2 para determinar su tolerancia a la acidez del suelo, y las líneas más promisorias se establecerán en Carimagua.

Leucaena spp.

El árbol leguminoso *Leucaena leucocephala* puede producir forraje de alto contenido protéico durante todo el año, como un suplemento o en asociación con pastos. Debido a la profundidad de sus raíces y resistencia a la sequía, resultaría de gran valor durante la estación seca en muchas regiones.

No se han encontrado ecotipos de *L. leucocephala* altamente tolerantes a la acidez del suelo, ni entre los cultivares comerciales ni entre las introducciones disponibles. Las líneas híbridas fértiles F_1 (*L. leucocephala* cv. Cunningham x *L. pulverulenta*) proporcionaron una nueva fuente de variabilidad cuando se retrocruzaron dos veces con Cunningham, aun cuando los progenitores sólo poseen tolerancia moderada a la acidez.

Las selecciones híbridas interespecíficas se evalúan de la misma manera que las de *Centrosema*, primero en cultivos en arena y posteriormente en suelo de Carimagua. Se han completado diez selecciones separadas que involucran más de 45,000 plántulas provenientes de los retrocruzamientos fértiles originales. Se ha seleccionado menos del 3% (1231) de las plántulas por su tolerancia a la acidez, las cuales crecen en el campo en CIAT-Palmira para ser sometidas a observación y para la producción de semilla de tercera generación, de polinización abierta.

Los análisis foliares de las plantas tolerantes e intolerantes a la acidez en suelo de Carimagua demostraron que el contenido de Al de las hojas de las plantas intolerantes era dos a tres veces mayor que el de las plantas tolerantes. Parece que las selecciones tolerantes poseen un mecanismo para restringir la asimilación y el transporte de Al en la planta. Solamente las plantas tolerantes nodulan libremente, de manera que podría suceder que la asimilación reducida de Al cree dentro de las raíces un equilibrio mineral, especialmente de P y Ca, favorable a la nodulación.

Los resultados obtenidos en 1980 en Carimagua con la semilla de polinización abierta de segunda generación son similares a los obtenidos en invernadero en el CIAT. Un número pequeño pero significativo de plantas de cada línea híbrida en Carimagua noduló bien y pareció poseer una profunda penetración radical, característica ésta muy importante que se medirá en marzo de 1981 al finalizar la temporada seca.

Resulta indispensable saber si la tolerancia a la acidez elevada en la semilla de segunda generación de

polinización abierta será transmitida a un alto porcentaje de las plántulas descendientes, en la generación siguiente. Los resultados actuales en el invernadero demuestran que hay entre las líneas una alta proporción de las plántulas de semilla de tercera generación, de polinización abierta, que son tolerantes o intolerantes, lo que indica estabilidad de la tolerancia a la acidez en las mejores líneas.

Mejoramiento de Gramíneas

Andropogon gayanus

En 1979 se dio comienzo a un análisis cuantitativo detallado de *A. gayanus* CIAT 621. Mediante el análisis de los datos obtenidos de repeticiones vegetativas de 1000 clones establecidos en Carimagua y en CIAT-Quilichao, se podrán calcular las heredabilidades en sentido amplio, las correlaciones genéticas, y las interacciones genotipo x ambiente para una serie de caracteres cuantitativos, tales como el rendimiento de forraje, relación hoja: tallo, calidad nutritiva, altura de la planta, época de floración y producción de semilla. Así se identificarán las características que disponen de una variabilidad genética significativa y, al mismo tiempo, se tendrá una base sólida para diseñar futuros esquemas de selección.

Los análisis estadísticos indican la existencia de variación genética significativa para varios caracteres (Cuadro 3). Los estimativos de heredabilidad moderadamente altos sugieren que la selección sería eficaz para cambiar los promedios poblacionales de tales características.

A medida que se acumulen datos sobre CIAT 621 y sobre otras introducciones de *A. gayanus*, se iniciará la selección de clones con el fin de desarrollar un sintético más tardío, con más follaje y con una floración más uniforme. Entre otros caracteres de los cultivares

mejorados se podrían incluir una menor altura de la planta y una mayor producción de semilla, así como mejor calidad nutritiva. Se necesitarán varios ciclos de selección y de recombinación para desarrollar materiales mejorados en varios caracteres.

Cuadro 3. Estimativos de promedios y heredabilidades para cinco caracteres en *Andropogon gayanus* 621.

Característica ¹	Prom. ± d.e.	Heredabilidad
Número de tallos reproductivos ²	13.70 ± 0.24	0.40 **
Rendimientos totales (peso seco, g) ²	130.60 ± 1.75	0.47 **
Porcentaje de hojas ²	45.90 ± 0.41	0.67 **
Largo del rebrote a los 8 días (cm) ²	36.40 ± 0.13	0.44 **
Ancho de la hoja (cm) ³	1.66 ± 0.006	0.69 **

¹ Características medidas en una unidad experimental de una sola planta con dos repeticiones en cada una de dos localidades.

² A las nueve semanas después del corte en junio 17, 1980.

³ Tres hojas por planta.

Evaluaciones Agronómicas

En el transcurso del año pasado, se establecieron 25 ecotipos de *Brachiaria* spp. y 36 de *Panicum maximum* en parcelas pequeñas, no repetidas, en Carimagua, para observación preliminar. Esto representa, en esencia, la colección completa de *Brachiaria* y una muestra de los ecotipos de *P. maximum* seleccionados en CIAT-Quilichao por su vigor y alta relación hoja:tallo.

En Carimagua se estableció un ensayo en parcela pequeña, con dos repeticiones, de 20 ecotipos nuevos de *A. gayanus* para comparar estas introducciones con CIAT 621. Las observaciones preliminares señalan un considerable rango de variación entre accesiones con respecto a la fecha de floración, hábito de crecimiento y relación hoja:tallo.

Esta sección prosiguió su trabajo este año en tres áreas: a) evaluación del germoplasma por tolerancia a la toxicidad por Al y a la escasa disponibilidad de P en el suelo; b) estimación de los requerimientos nutritivos del germoplasma promisorio durante el período de establecimiento, y c) evaluación de la fertilidad del suelo-nutrición de la planta, en sitios representativos de la red de ensayos regionales.

Tolerancia a la Toxicidad de Al y a la Escasez de P disponible

Se utilizó la prueba de hematoxilina (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979) para efectuar la evaluación preliminar de un gran volumen de material según su tolerancia a la toxicidad por Al. Todas las accesiones forrajeras se cultivan con tres tratamientos de Al (0, 5 y 10 ppm de Al) en una solución nutritiva de baja disponibilidad de P (0.5 ppm). El nivel de 5 ppm se escogió con base en la cantidad de Al presente en la solución de suelo del oxisol de Carimagua y se relaciona estrechamente con la saturación porcentual de Al en condiciones naturales.

El trabajo realizado en 1980 incluyó la evaluación preliminar de especies adicionales de *Desmodium* (200 accesiones) y de *Stylosanthes* (50 accesiones). En general, la tolerancia y la sensibilidad al alto contenido de Al se relacionaron estrechamente con los sitios originales de recolección. Por ejemplo, la mayoría de las especies de *Desmodium canum*, *tortuosum*, *intortum*, *uncinatum* y otras introducidas desde México (Campeche, Yucatán) y de Colombia (Antioquia, Valle del Cauca) eran sensibles al Al, probablemente debido a los suelos relativamente calcáreos de esas regiones. De las 343 accesiones de *Stylosanthes* spp. evaluadas, 237 presentaron tolerancia a la toxicidad de Al, mientras que de las accesiones de *Desmodium* spp., 81 de 180 presentaron tolerancia. Los resultados con otras leguminosas forrajeras se publicaron el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

En otro experimento, se evaluaron en el campo en Carimagua ocho gramíneas forrajeras y cuatro leguminosas, bajo diferentes estreses de Al (95-75% sat.) y de P (1.5-34.1 ppm Bray II). Este experimento se estableció en 1979 en parcelas que tenían efectos residuales de la cal y el P aplicados dos años antes. Las respuestas diferenciales de las accesiones forrajeras se midieron como producción de MS durante tres épocas de cosecha que abarcaban la estación lluviosa y la seca.

Bajo condiciones de mucho estrés de Al y de P (95% sat. de Al y menos de 2 ppm de P disponible en el suelo) *Brachiaria humidicola* 679, *B. brizantha* 665 y *B. decumbens* 664 y 6012 produjeron una cantidad significativamente mayor de MS que *Panicum maximum* 604, *B. ruziziensis* 664, *B. radicans* 6020 y *B. mutica* 6047. Entre las leguminosas, *Stylosanthes capitata* 1315 y *Desmodium ovalifolium* 350 tuvieron un buen comportamiento en las condiciones de alto estrés de Al y P, aunque sus rendimientos de MS fueron inferiores a los de las gramíneas. *Zornia latifolia* 728 y *S. hamata* 147 se comportaron bien inicialmente (primer corte), pero sus rendimientos disminuyeron notoriamente debido a las enfermedades. A medida que aumentaba el nivel de P del suelo bajo el estrés de Al, aumentaban los rendimientos de MS de la mayoría de las gramíneas y leguminosas. Cuando se disminuyó ligeramente el estrés de Al (menos del 90% pero más del 75% de sat. de Al), la mayor parte de las gramíneas y de las leguminosas aumentaron nuevamente su producción de MS. *Brachiaria decumbens* 6012, por ejemplo, alcanzó un 90%, y *B. brizantha* 665 y *Desmodium ovalifolium*, un 64% de su rendimiento máximo, bajo estrés de Al y P (89% de sat. de Al y menos de 2 ppm de P disponible).

Entre las gramíneas, *B. humidicola* 679 fue la más tolerante al estrés de Al (95% de sat. de Al). Se afectó el rendimiento de *B. brizantha* 665 a un nivel de saturación de Al del 86%, y los rendimientos de *B. decumbens* 664 y de *P. maximum* 604 disminuyeron con una saturación de Al del 82%.

La reacción de las gramíneas tolerantes al Al se relacionó principalmente con los requerimientos de Ca, más que con el efecto del encalamiento en la saturación de Al. Se determinaron las concentraciones críticas de Ca en el tejido vegetal en ocho gramíneas tropicales cultivadas en otro experimento de campo en Carimagua. La Figura 1 muestra la concentración crítica de Ca en el tejido, así como los niveles críticos de saturación de Ca y de Al para las gramíneas. Con base en estos niveles críticos, se determinó la cantidad de cal requerida como fuente de Ca, mediante una ecuación desarrollada en CIAT para el encalamiento de suelos minerales ácidos, con el fin de compensar la tolerancia del cultivo al Al. Los resultados muestran la existencia de requerimientos diferenciales de cal como fuente de Ca entre las gramíneas forrajeras.

En otro experimento de campo en Carimagua, se

cultivó un grupo nuevo de accesiones de *Stylosanthes* y *Zornia*, bajo diferentes condiciones de estrés de Al y de P. La mayoría de las líneas de *S. capitata* presentaron mayor tolerancia al Al que las de *Zornia* spp. (Fig. 2). Entre las accesiones de *S. capitata*, CIAT 1691, 1943, 1441 y 1414, seguidas por 1318, 1323, 1642 y 1504, fueron las más tolerantes al Al. Las primeras cuatro tuvieron un 20% o menos de reducción del rendimiento, bajo una alta saturación de Al (95%); los rendimientos de las demás sólo se redujeron un 20% bajo estrés de Al (más del 86% de saturación por Al). Las accesiones de *Zornia* spp. 9292, 9286, 9284, 9600, 9267, 9258 y 9648 fueron las de mayor tolerancia al Al (50% de disminución del rendimiento con un 95% de saturación de Al y sólo un 20% de disminución del rendimiento con un 86% de saturación de Al).

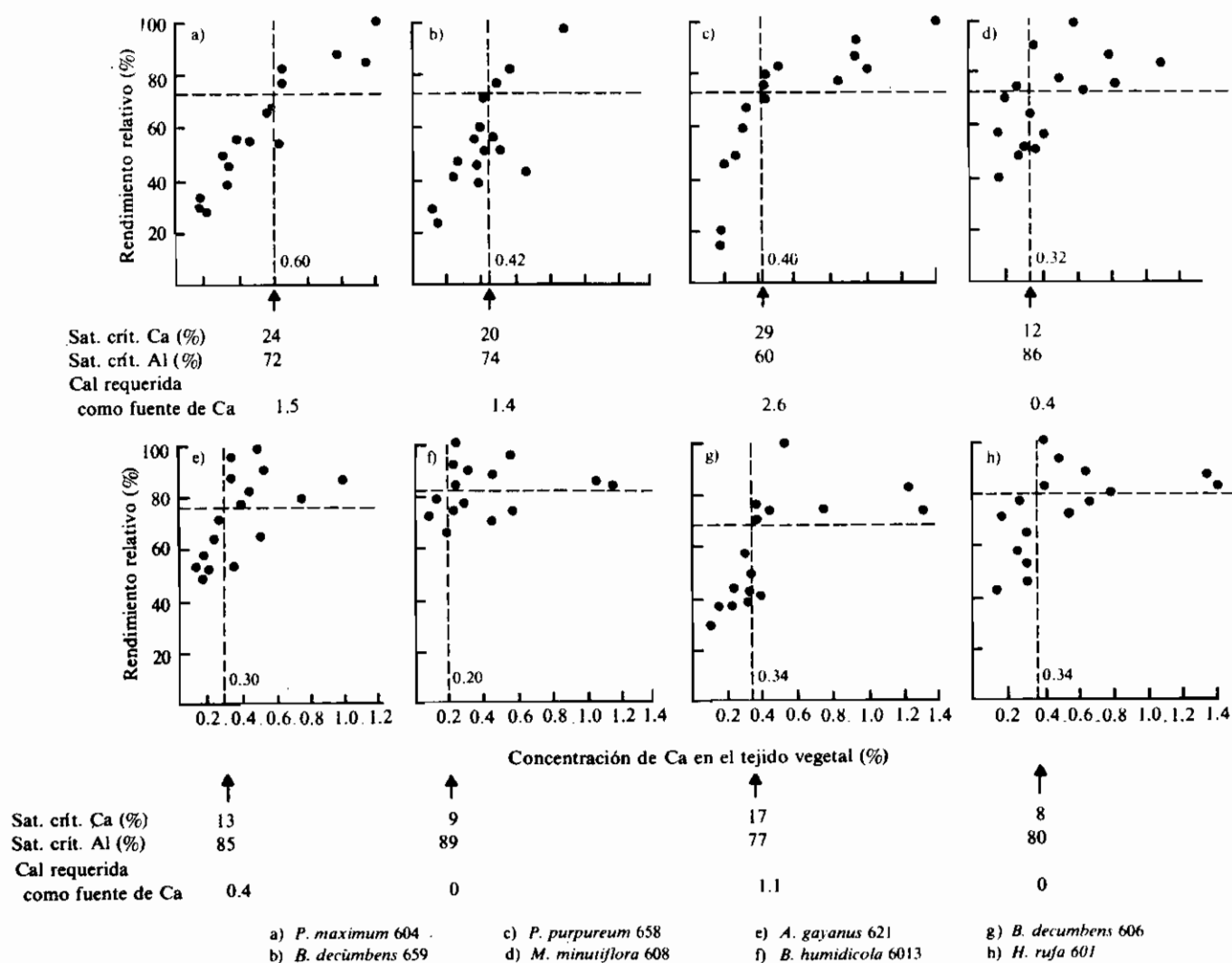


Figura 1. Concentraciones críticas de Ca en los tejidos de ocho gramíneas tropicales cultivadas en un oxisol de Carimagua, en condiciones de campo.

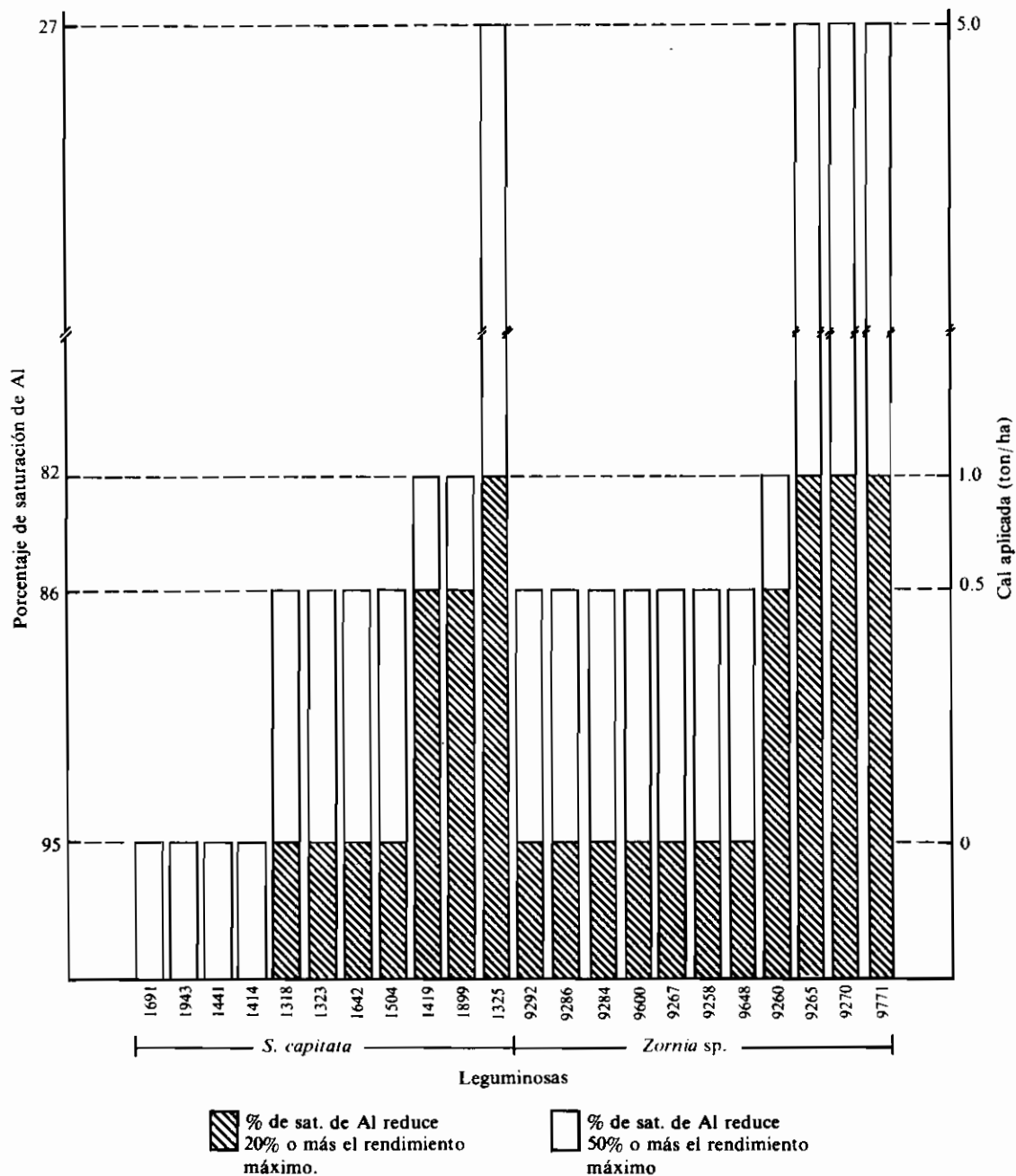


Figura 2. Respuestas diferenciales de 22 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales sometidas a diferentes condiciones de estrés de Al en el campo en Carimagua.

Muchas accesiones de *S. capitata* produjeron un 80% o más de sus rendimientos máximos con bajas concentraciones de P (menos de 2 ppm). Unas pocas (*S. capitata* 1899 y 1325) necesitaron mayores niveles externos de P para producir el 80% de sus rendimientos máximos (Fig.

3). Ninguna de las líneas de *Zornia* spp. parece responder a un bajo nivel de P. Generalmente, la mayoría de las accesiones de *S. capitata* tolerantes al Al, toleraron el estrés de P.

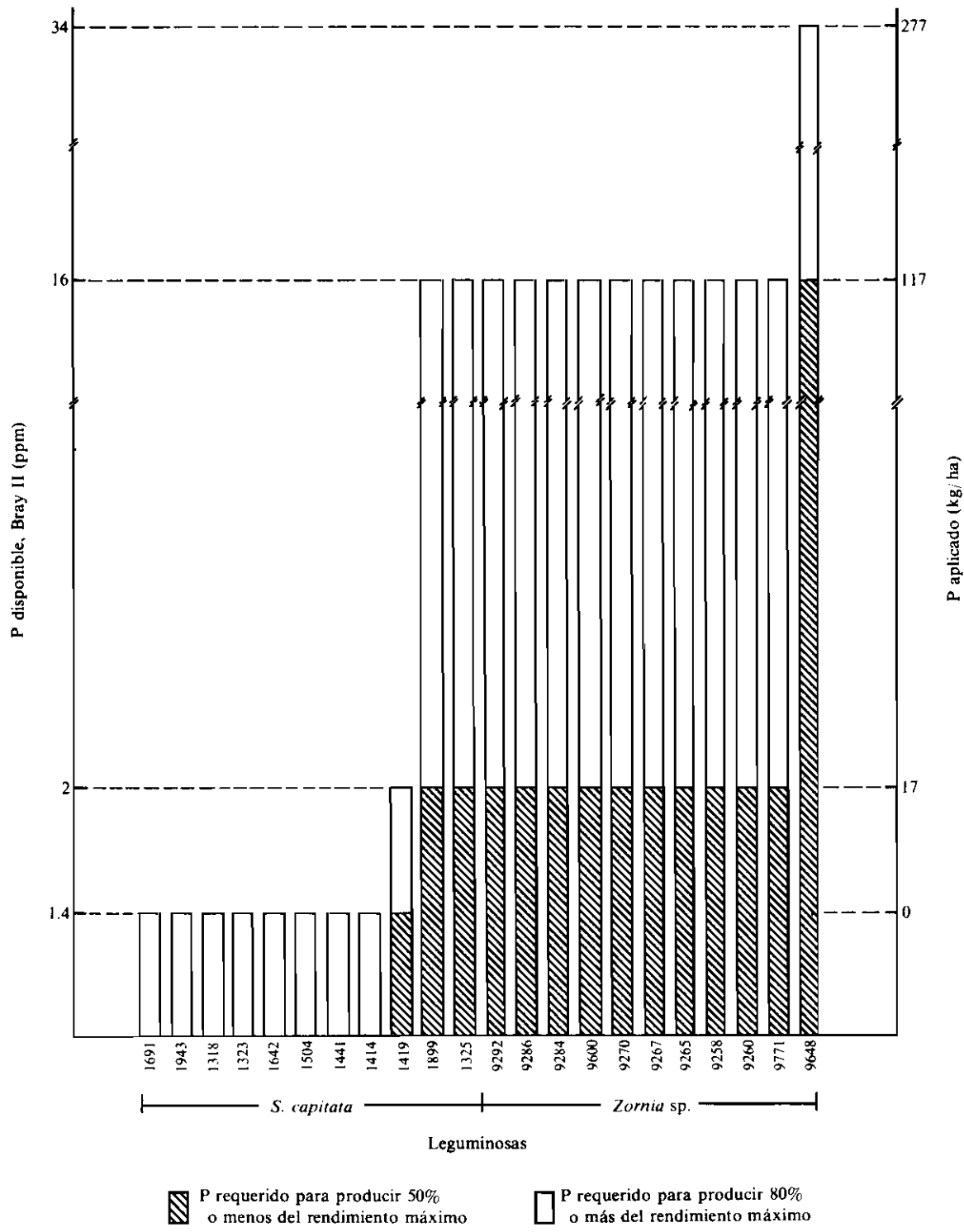


Figura 3. Respuestas diferenciales de 22 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales sometidas a diferentes condiciones de estrés de P en el campo, en Carimagua.

Requerimientos Nutricionales de Gramíneas y Leguminosas Promisorias

Como parte de una evaluación total de los requerimientos nutricionales para el establecimiento de especies forrajeras promisorias, se hicieron varios experimentos de invernadero y de campo, abarcando inicialmente los nutrimentos más restrictivos en los suelos ácidos de poca fertilidad.

Demanda de N en las Gramíneas

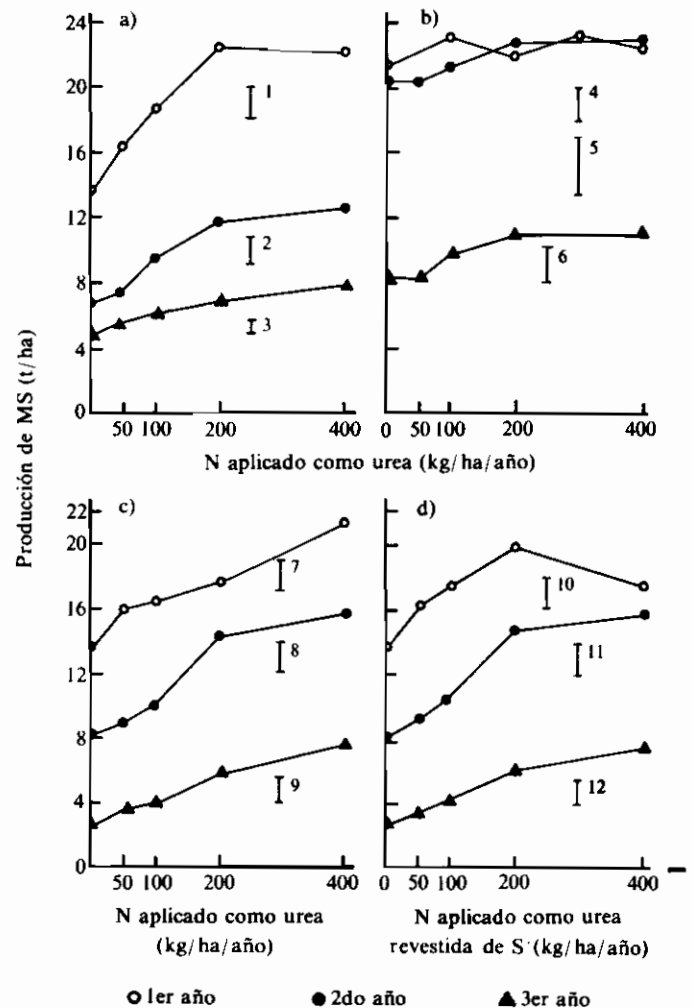
La fertilización con N de las gramíneas forrajeras no se considera factible para el área de interés del Programa, porque se supone que el N lo proporcionarán las leguminosas asociadas. Sin embargo, con el fin de comparar la contribución de N de las leguminosas, es necesario comprender la respuesta de las gramíneas al mismo.

Se evaluó en su tercer año, un experimento de campo establecido en 1978 en CIAT-Quilichao, con tres gramíneas tropicales forrajeras. Se consideraron dos objetivos principales en esta evaluación: a) estudiar la falta de reacción al N por parte de *A. gayanus* 621, en comparación con *P. maximum* 604 y *B. decumbens* 606 (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), y b) determinar la contribución de N por parte de las leguminosas asociadas durante los tres años.

En la Figura 4 se presenta la respuesta de las tres gramíneas a la fertilización con N durante tres años. *Panicum maximum* 604 y *B. decumbens* 606 respondieron significativamente a la fertilización con N durante los tres años, en contraste con *A. gayanus* 621. Por otra parte, *A. gayanus* también tenía un potencial de rendimiento considerablemente superior al de las otras dos gramíneas, con todas las tasas de N, durante los dos primeros años.

Los rendimientos de *P. maximum* y de *B. decumbens* disminuyeron significativamente durante el segundo año y los de todas las gramíneas disminuyeron en el tercer año. Se atribuyeron estas disminuciones en el rendimiento a la notable disminución del contenido de K en los tejidos vegetales durante los dos últimos años (Fig. 5). Aunque las gramíneas habían recibido una aplicación basal de 60 kg de K_2O/ha y aplicaciones regulares de mantenimiento de 50 kg de K_2O/ha , se extrajeron grandes cantidades de K bajo un régimen de corte.

Con el uso de urea revestida de azufre (SCU), como fuente alternativa de N en *B. decumbens* 606, se obtuvieron niveles de producción de MS similares a los de las parcelas fertilizadas con urea en aplicaciones después de cada corte. Por eso, las ventajas de SCU con relación a la urea pueden consistir en que se hace una sola aplicación durante el año y en el S que se aporta.



1 LSD(0.05)=2 4 LSD(0.05)=2 7 LSD(0.05)=2 10 LSD(0.05)=2
2 LSD(0.05)=1.8 5 LSD(0.05)=3.5 8 LSD(0.05)=2 11 LSD(0.05)=2
3 LSD(0.05)=0.6 6 LSD(0.05)=2.3 9 LSD(0.05)=1.5 12 LSD(0.05)=1.5

Figura 4. Producción de materia seca de tres gramíneas forrajeras tropicales como función de las tasas de N y las fuentes de N, durante tres años en CIAT-Quilichao. a) *Panicum maximum* 604; b) *Andropogon gayanus* 621; c, d) *Brachiaria decumbens* 606.

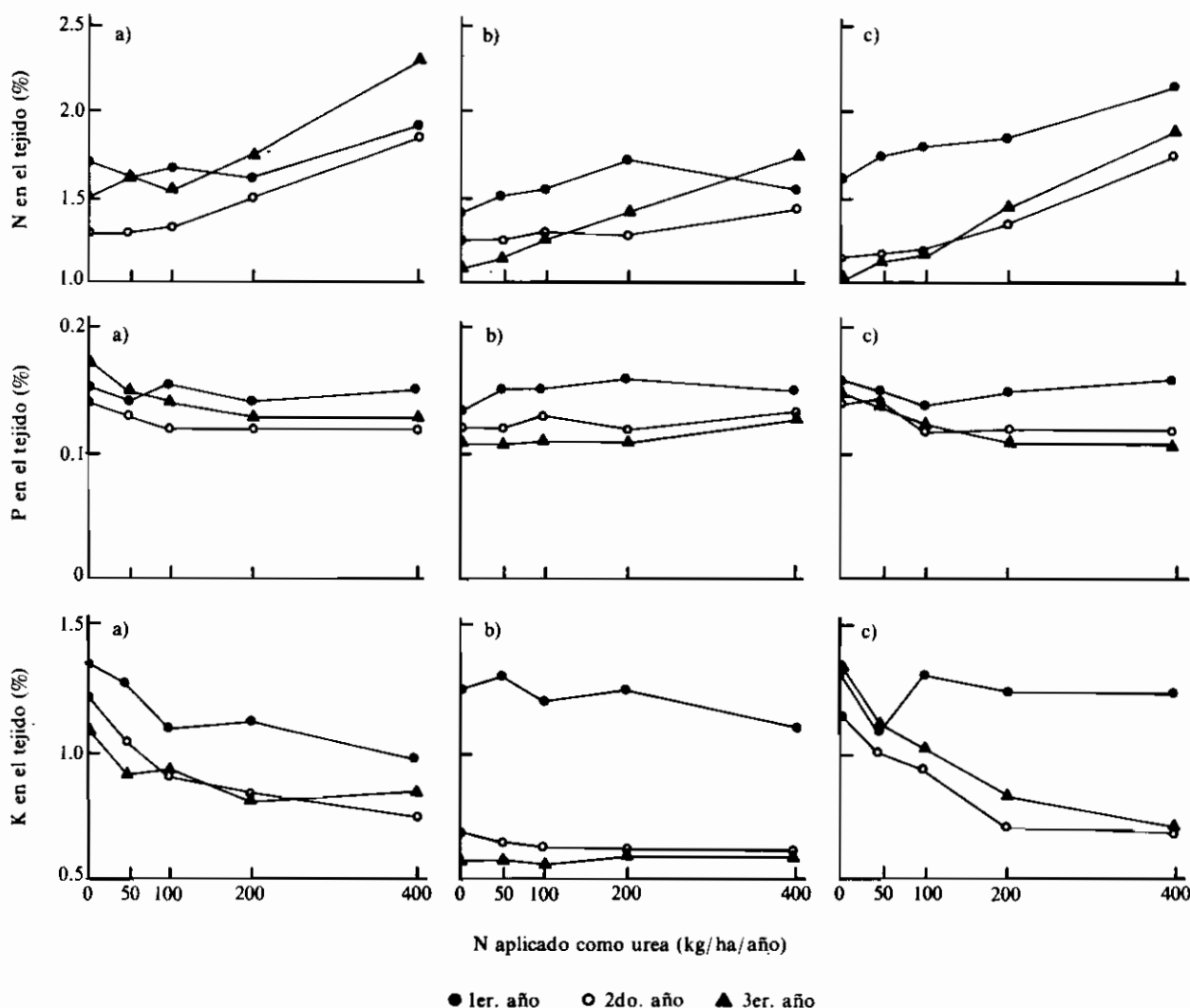


Figura 5. Cambios en los nutrientes de tres gramíneas forrajeras tropicales como función de los tratamientos con N, durante tres años en un régimen de corte en CIAT-Quilichao. a) *Panicum maximum* 604; b) *Andropogon gayanus* 621; c) *Brachiaria decumbens* 606.

El Cuadro 1 muestra el contenido y la recuperación de N de las tres gramíneas forrajeras durante tres años. Además de la falta de reacción al N por parte de *A. gayanus* 621, la recuperación porcentual del N aplicado fue mucho menor que en las otras gramíneas durante los dos primeros años, pero durante el tercero fue similar a tasas superiores a los 100 kg de N/ha/año. Sin embargo, debido a la falta de respuesta al N y al mayor potencial de rendimiento, *A. gayanus* 621 comprobó que podía utilizar más eficientemente el N nativo del suelo (Cuadro 2).

El Cuadro 2 también muestra la contribución de N de estas tres leguminosas (*S. guianensis* 136 y 148 y *C.*

pubescens 438), la que se midió como asimilación efectiva de N por las tres gramíneas. La asimilación efectiva de N con las leguminosas fue negativa durante el primer año. Es probable que las leguminosas no sólo no contribuyeron N, sino que compitieron con las gramíneas por el N del suelo. En el segundo año, las leguminosas contribuyeron N para *P. maximum* 604 y *B. decumbens* 606. El suministro de N por las leguminosas en estas mezclas se calculó entre 50 y 200 kg de N/ha/año. En el caso de *A. gayanus* 621, no se midió ninguna contribución de N por parte de las leguminosas, lo que se puede atribuir a una competencia continua por el N del suelo nativo, sin utilizar el suministrado por las leguminosas.

Cuadro 1. Rendimiento de MS, contenido de N en el tejido vegetal y recuperación de N en tres gramíneas forrajeras bajo un régimen de corte en CIAT-Quilichao, durante tres años.

Gramíneas	N aplicado (kg ha)	Rendimiento MS (t ha)			Contenido de N en tejido (%)			Recuperación de N (%) ¹		
		1er año	2do año	3er año	1er año	2do año	3er año	1er año	2do año	3er año
<i>Panicum maximum</i> 604 ²										
	0	14	7	5	1.7	1.3	1.5	--	--	--
	50	16	7	6	1.6	1.3	1.6	55	20	36
	100	19	10	6	1.7	1.4	1.6	79	48	25
	200	20	12	7	1.9	1.5	1.8	74	47	25
	400	22	12	8	1.9	1.9	2.3	49	38	27
<i>Andropogon gayanus</i> 621 ²										
	0	21	21	8	1.5	1.3	1.1	--	--	--
	50	23	20	8	1.5	1.2	1.1	76	0	0
	100	22	21	10	1.5	1.3	1.3	25	21	34
	200	23	23	11	1.5	1.3	1.4	14	15	30
	400	22	23	11	1.5	1.5	1.7	8	13	23
<i>Brachiaria decumbens</i> 606 ²										
	0	13	8	3	1.6	1.1	1.0	--	--	--
	50	15	9	4	1.7	1.1	1.1	82	20	27
	100	16	10	4	1.8	1.2	1.1	74	30	18
	200	18	14	6	1.8	1.4	1.4	55	55	30
	400	21	16	7	2.1	1.8	1.9	57	46	28
<i>Brachiaria decumbens</i> 606 ³										
	0	13	8	3	1.6	1.1	1.0	--	--	--
	50	16	10	4	1.7	1.2	1.1	78	60	26
	100	17	10	4	1.8	1.3	1.2	92	54	26
	200	19	14	6	2.0	1.6	1.4	87	71	32
	400	17	16	7	2.3	2.1	2.3	44	65	36

¹ Recuperación de N basada en cada período de corte

² Urea común (46% de N)

³ Urea revestida con azufre (33% N y 40% S)

Cuadro 2. Efectos de la fuente de N (urea y leguminosa) y tasas de urea en la asimilación total de N y en la asimilación efectiva de N por tres gramíneas tropicales bajo un régimen de corte en CIAT-Quilichao.

Gramíneas	Fuente de N y tasas	Total asimilación N (kg/ha·año)			Asimilación efectiva de N (kg/ha·año) ¹		
		1er año	2do año	3er año ²	1er año	2do año	3er año ²
<i>Panicum maximum</i> 604							
	Urea						
	0 kg N/ha/año	231	86	72	0	0	0
	50 "	259	97	90	28	11	18
	100 "	310	134	96	79	48	24
	200 "	434	181	122	203	95	50
	400 "	425	238	181	194	152	109
	N de leguminosa						
	<i>S. guianensis</i> 136	192	98	--	-39	12	--
	<i>S. guianensis</i> 184	187	97	--	-44	11	--
	<i>C. pubescens</i> 438	208	105	--	-23	19	--
<i>Andropogon gayanus</i> 621							
	Urea						
	0 kg N/ha/año	312	197	92			
	50 "	350	188	92	38	9	0
	100 "	337	218	126	25	21	34
	200 "	341	226	152	29	29	60
	400 "	343	248	185	31	51	93

Cuadro 2. continuación

Gramíneas	Fuente de N y tasas	Total asimilación N (kg/ha/año)			Asimilación efectiva de N (kg/ha/año) ¹		
		1er año	2do año	3er año	1er año	2do año	3er año ²
<i>Andropogon gayanus</i> 621	N de leguminosa						
	<i>S. guianensis</i> 136	253	191	--	-59	-6	--
	<i>S. guianensis</i> 184	192	166	--	-120	-31	--
	<i>C. pubescens</i> 438	223	170	--	-89	-27	--
<i>Brachiaria decumbens</i> 606	Urea						
	0 kg/ N/ha/año	222	83	26	0	0	0
	50 "	284	94	40	62	11	14
	100 "	292	113	44	70	30	18
	200 "	322	193	86	100	110	60
	400 "	454	269	140	232	186	114
	N de leguminosa						
	<i>S. guianensis</i> 136	179	100	--	-43	17	--
	<i>S. guianensis</i> 184	231	104	--	9	21	--
	<i>C. pubescens</i> 438	184	103	--	-38	20	--

¹ Asimilación efectiva de N=Asimilación total de N a la tasa aplicada y fuente de N menos asimilación de N sin aplicación de N.

² Las enfermedades destruyeron todas las leguminosas en el tercer año.

Se llevó a cabo un experimento de campo en Carimagua durante 26 meses con praderas de *B. decumbens* que habían tenido uno, dos y tres años de pastoreo y con distintos niveles de fertilización nitrogenada. Las tasas anuales de aplicación de N fueron 0, 50, 100, 200 y 400 kg/ha, más una aplicación basal anual de P, K, S y Mg. Durante el primer año, los rendimientos en las parcelas de control con fertilización básica presentaron reducciones significativas, relacionadas también con la edad de la pastura; las diferencias en rendimiento solamente se eliminaron mediante la fertilización con N (CIAT Inf. Anual 1978). Durante las dos temporadas secas del experimento, no hubo respuesta al N y se obtuvieron reacciones significativas a la fertilización con N sólo al comienzo del experimento, y en los primeros y últimos meses de la estación lluviosa. Tanto la alta y concentrada precipitación del área, como la baja capacidad de retención de agua del oxisol de Carimagua constituyen condiciones favorables para la lixiviación del N y de otros nutrientes. En consecuencia, en esta localidad y en otros ecosistemas similares, la aplicación estratégica de fertilizantes solubles se debería realizar durante los meses de abril, mayo, septiembre y octubre, lo que haría posible su más eficiente utilización.

Requerimientos de P y K

Calibración de pruebas de P en el suelo. Los resultados obtenidos con varios estudios han demostrado que las soluciones extractantes de Bray I, Bray II y Mehlich 2

proporcionan índices adecuados del P disponible en el suelo del oxisol de Carimagua, durante el período de establecimiento (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Sin embargo, con el tiempo, las pruebas comunes no reflejan las adiciones de P, especialmente cuando se usan bajas tasas de aplicación.

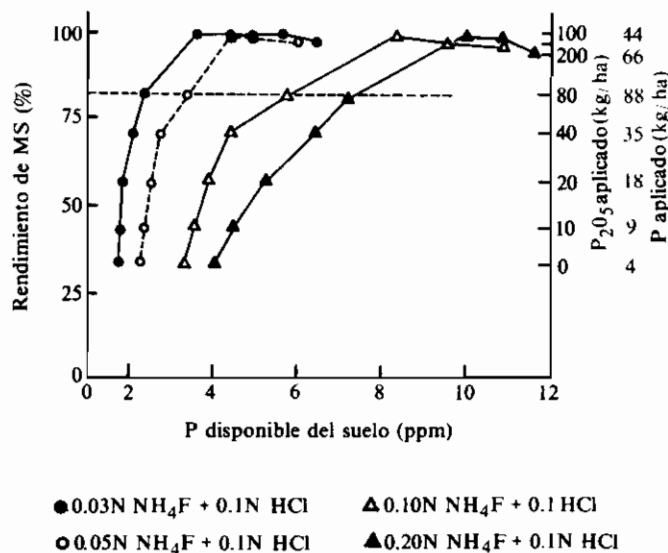


Figura 6. Niveles de P disponible en el suelo obtenidos por cuatro soluciones extractantes con relación a las tasas de fertilización con P y al rendimiento de MS de *Brachiaria decumbens* cultivada en un oxisol de Carimagua.

Cuadro 3. Fracciones de fósforo en un oxisol de Carimagua como función de las tasas de P.

P aplicado		Contenido de P en fracciones (ppm)						
P ₂ O ₅ (kg/ha)	P	Disponible Bray II	P, Ca	P, Al	P, Fe	P inorgánico	P orgánico	P total
0	0	1.8	0.9	0.5	26	29.2	101	130.2
10	4.4	1.8	0.8	0.6	29	32.2	97	129.2
20	8.7	1.9	1.0	0.6	32	35.5	97	132.5
40	17.5	2.1	1.1	0.6	35	38.8	108	146.8
80	34.9	2.2	1.7	0.9	40	44.8	102	146.8
100	43.7	3.5	1.7	1.0	42	48.2	92	140.2
150	65.5	5.5	1.9	1.3	43	51.7	101	152.7
200	87.3	6.6	2.2	1.5	45	55.3	101	156.3

Esta circunstancia dificulta el hacer recomendaciones sobre aplicaciones de P, con base solamente en las pruebas de suelo. Los análisis del tejido vegetal y de extracción de P por las plantas forrajeras parecen ser parámetros más prácticos para la estrategia de insumos mínimos.

Se efectuaron algunos estudios para mejorar la sensibilidad de las pruebas de suelo existentes. La Figura 6 muestra cómo al aumentar las concentraciones de NH₄F en el extractante Bray II, aumentó el así llamado P disponible del suelo, reflejando el P absorbido por las plantas. Como el NH₄F es capaz de extraer algo de P-Al y P-Fe, además del P-Ca existente, todas estas fracciones de P pueden desempeñar una función importante en la asimilación de P por las plantas, probablemente mediante la excreción radical o la actividad de los microorganismos.

El Cuadro 3 muestra las fracciones de P del oxisol de Carimagua como una función de las tasas de P. Todas las fracciones de P contribuyen a la disponibilidad de éste, pero las plantas que crecen con bajas tasas de aplicación

del mismo parecen extraer este nutrimento de algunas fracciones de P que las pruebas comunes de suelo no son capaces de detectar.

Niveles críticos externos de P. Se llevó a cabo un experimento en invernadero con un oxisol de Carimagua y cinco leguminosas forrajeras promisorias para determinar sus niveles críticos externos de P. Las tasas equivalentes de P utilizadas fueron 0, 4, 9, 18, 35, 44, 66 y 87 kg P/ha. Se empleó el nivel crítico de P del suelo (Bray II) como indicador de los requerimientos externos de aquél. En la Figura 7 se presentan estos requerimientos y los datos según el método de Cate-Nelson para la determinación de los niveles críticos de P en el suelo. Aunque los niveles críticos de P varían entre 2.8 y 3.5 ppm de P (Bray II), la tasa equivalente de fertilizante fosforado para las cinco leguminosas es de aproximadamente 22 kg P/ha (50 kg P₂O₅/ha). Con base en estos resultados, los niveles críticos se deberían considerar como un rango de valores y no como valores únicos, lo que a su vez requeriría calibraciones para diferentes especies forrajeras, así como para ciertos suelos.

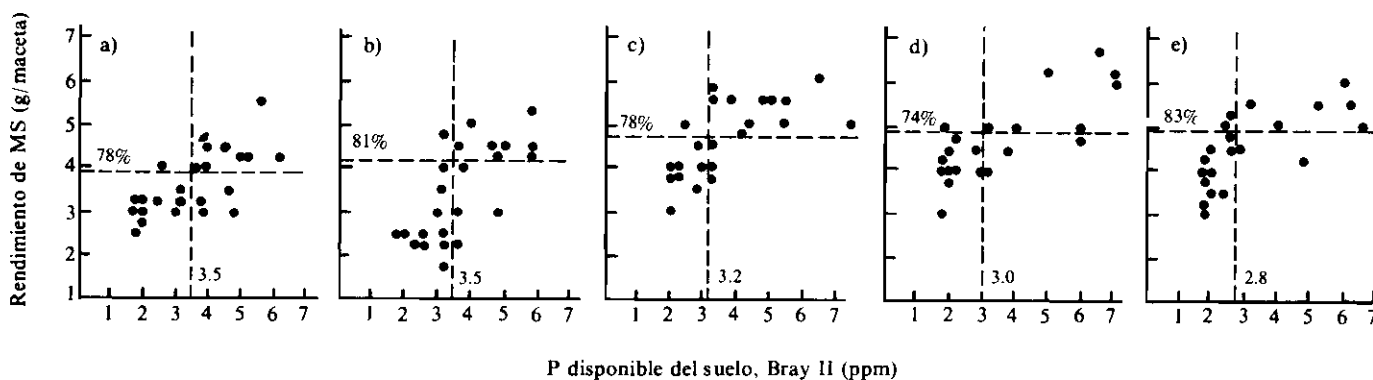


Figura 7. Niveles críticos de P disponible en el suelo para cinco leguminosas tropicales promisorias cultivadas en un oxisol de Carimagua. a) *Pueraria phaseoloides* 9900; b) *Stylosanthes capitata* 1019; c) *Stylosanthes capitata* 1315; d) *Desmodium ovalifolium* 350; e) *Zornia latifolia* 728.

Efectos del P y del K en las gramíneas. En un experimento de campo realizado en Carimagua, se determinaron los efectos de las tasas de P y de K sobre la producción de MS de tres gramíneas forrajeras tropicales.

Se utilizaron parcelas de *A. gayanus* 621 y *B. decumbens* 606, ya establecidas, con cuatro tasas de P (0, 22, 44 y 176 kg P/ha al voleo) y se sembró una tercera gramínea, *B. humidicola* 679. Se aplicó K a tasas de 0, 30 y 80 kg K/ha/año en dos aplicaciones fraccionadas, y todas

las gramíneas recibieron 25 kg N/ha después de cada corte.

La Figura 8 describe las interacciones significativas entre K y P en las tres gramíneas. A pesar de las respuestas positivas a K, la mejor eficiencia en cuanto a la producción de MS de las tres gramíneas, por kilogramo de K aplicado, se presentó cuando se utilizaron 30 kg tasas de P al voleo (Fig. 9). *Andropogon gayanus* fue la más eficiente en la utilización del K, en términos de MS producida por kilogramo de K.

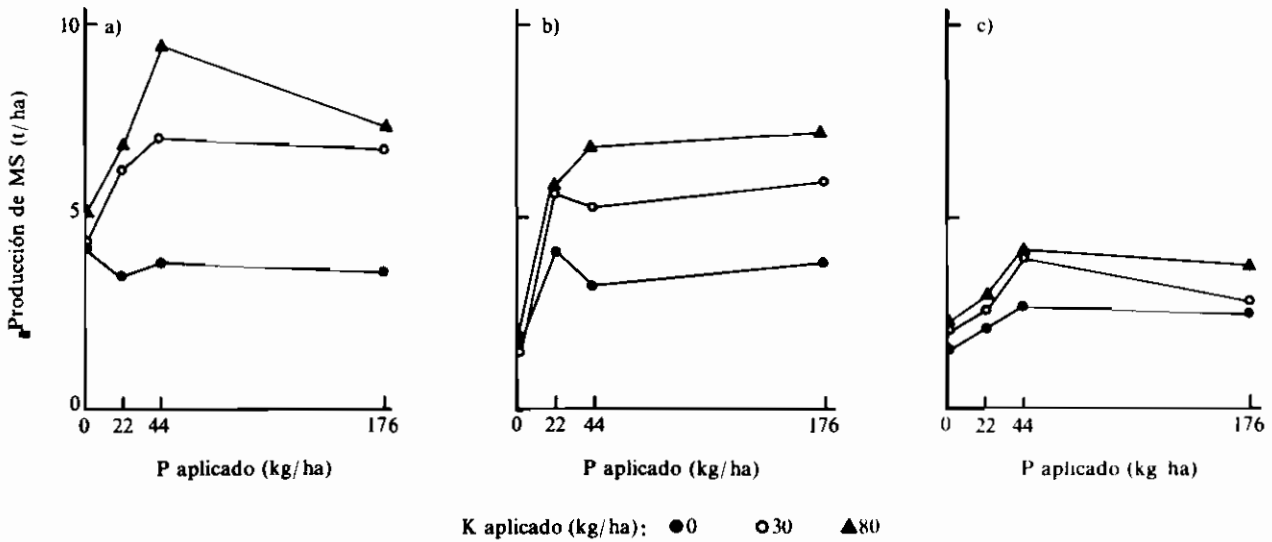


Figura 8. Efectos de las tasas de P y K en la producción de MS de tres gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en el campo, en Carimagua. a) *Andropogon gayanus* 621; b) *Brachiaria decumbens* 606; c) *Brachiaria humidicola* 679

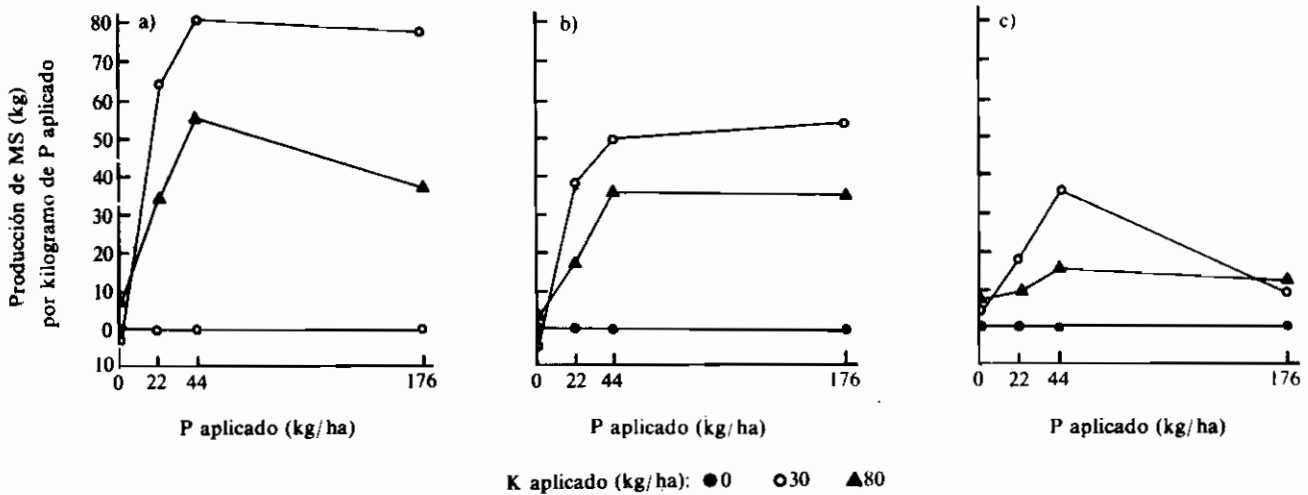


Figura 9. Eficiencia de la producción de MS de tres gramíneas forrajeras tropicales por kilogramo de K aplicado a distintas tasas de P al voleo, en un oxisol de Carimagua. a) *Andropogon gayanus* 621; b) *Brachiaria decumbens* 606; c) *Brachiaria humidicola* 679.

Requerimientos Críticos de S

Se estableció una serie de experimentos en invernadero en un oxisol de Carimagua para determinar los requerimientos críticos internos y externos de S de varias gramíneas y leguminosas promisorias. Las tasas de S equivalentes fueron: 0, 5, 10, 15, 20 y 30 kg S/ha. Los rendimientos de MS de las gramíneas y de las leguminosas se pueden observar en la Figura 10.

Con base en los rendimientos de MS, los niveles críticos internos y externos de S se determinaron mediante el método de Cate-Nelson (Figs. 11 y 12). Según estos resultados, los niveles críticos y, en especial, los niveles críticos externos deberían ser considerados como un rango de valores y no como valores únicos. Será necesario determinar los valores críticos para diferentes especies forrajeras y suelos debido a una extracción diferencial de nutrientes bajo las mismas condiciones externas.

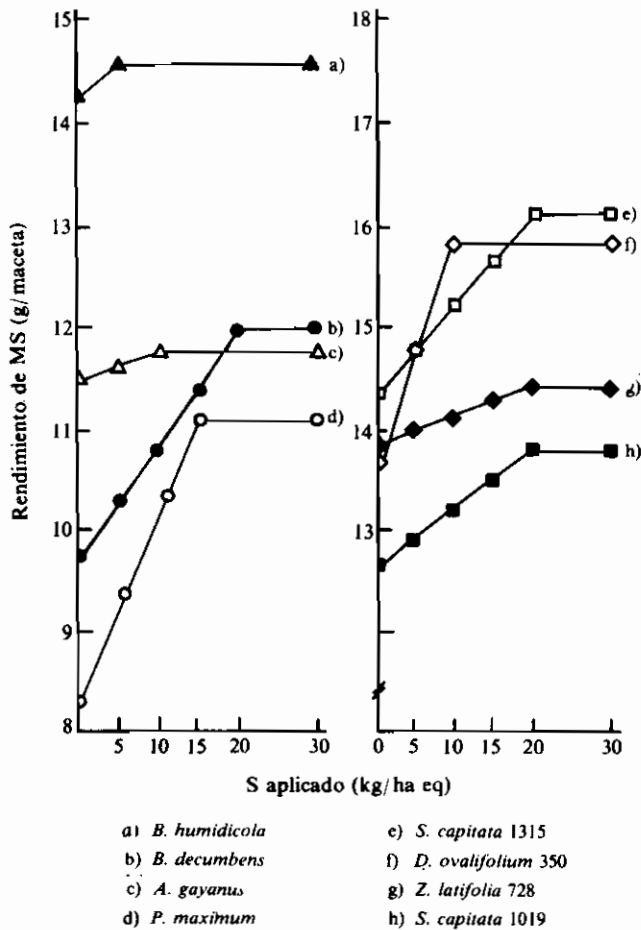


Figura 10. Efecto de las tasas de S aplicadas en los rendimientos de cuatro gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en un oxisol de Carimagua en invernadero (prom. de tres cortes).

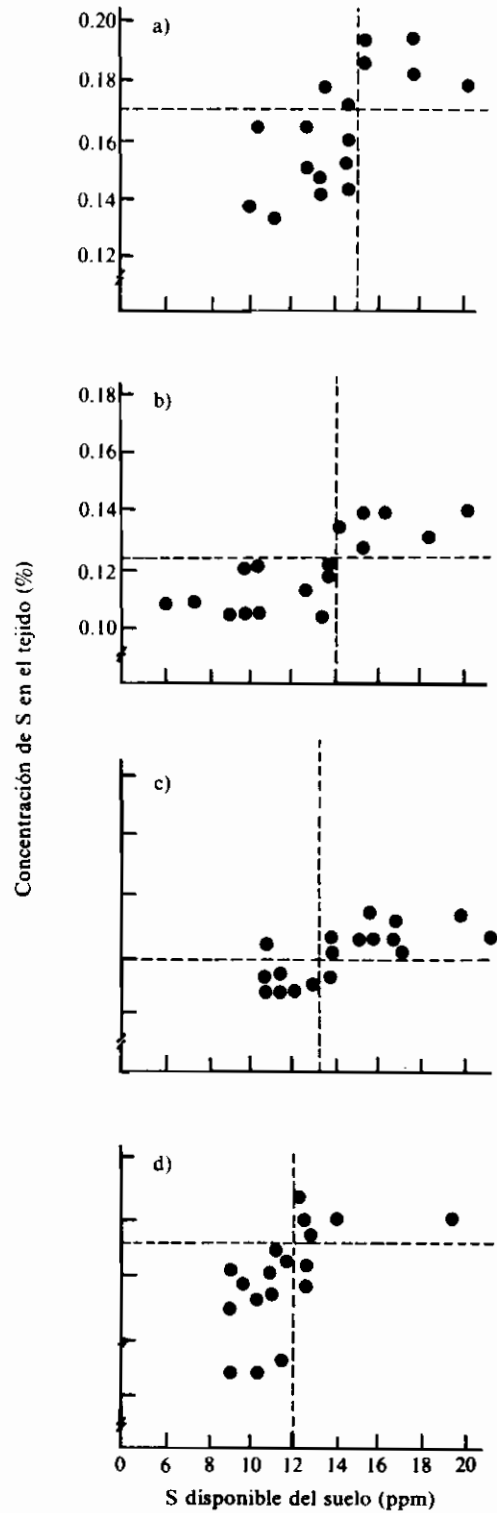


Figura 11. Niveles críticos de S disponible en el suelo y concentraciones críticas de S en los tejidos de cuatro leguminosas forrajeras tropicales cultivadas en un oxisol de Carimagua en invernadero. a) *Stylosanthes capitata* 1019; b) *Zornia latifolia* 728; c) *Desmodium ovalifolium* 350; d) *Stylosanthes capitata* 1315.

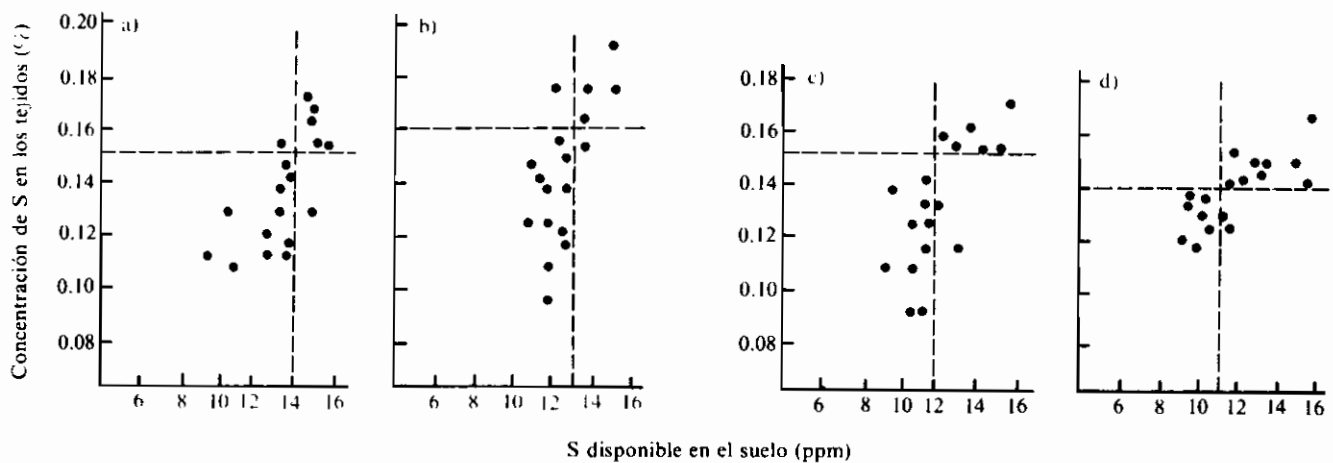


Figura 12. Niveles críticos de S disponible en el suelo y concentraciones críticas de S en los tejidos de cuatro gramíneas forrajeras tropicales cultivadas en un oxisol de Carimagua, en invernadero. a) *Panicum maximum* 604; b) *Brachiaria decumbens* 606; c) *Andropogon gayanus* 621; d) *Brachiaria humidicola* 679.

Situación Fertilidad del Suelo - Nutrición de la Planta en la Red de Ensayos Regionales

Como no es posible traer a Colombia los suelos y materiales vegetales de otros países para evaluarlos en los laboratorios de CIAT, fue necesario desarrollar, como parte de la Red de Ensayos Regionales, una Red de Laboratorios Regionales, localizados cerca de los sitios de los ensayos. Se seleccionaron seis laboratorios nacionales inicialmente en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En 1980 se incorporaron a la red otros cuatro laboratorios en Bolivia, Costa Rica, Cuba y Panamá.

Se ha preparado un manual¹ con un conjunto estándar de métodos y procedimientos analíticos para suelos ácidos y materiales vegetales, el cual se ha distribuido a estos laboratorios, junto con muestras de suelos y plantas para que los utilicen como testigos. Otro manual² que describe los síntomas visuales de deficiencia y toxicidad mineral será distribuido en 1981 a los investigadores que trabajan en la evaluación de germoplasma en la red de ensayos regionales.

¹Salinas, J.G.; García, R. 1979. *Métodos analíticos para suelos ácidos y plantas*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

²Salinas, J.G.; Sanz, J.I.; García R. 1980. *Síntomas foliares de deficiencia y toxicidad mineral en forrajes tropicales*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

El objetivo de la sección de Microbiología del Suelo es el de garantizar que las leguminosas forrajeras seleccionadas por el Programa estén dotadas de un sistema de fijación de N que pueda satisfacer las necesidades de las mismas, de la gramínea asociada, y del ganado que las consume. Esto hace innecesaria la aplicación de fertilizante nitrogenado inorgánico para mantener niveles adecuados de producción. Los cálculos indican que unas buenas pasturas tropicales de gramíneas-leguminosas pueden fijar hasta 300 kg N/ha/año.

Selección preliminar de cepas de *Rhizobium*. Para evaluar la habilidad de las cepas de *Rhizobium* para crecer en suelos ácidos (CIAT Inf. Anual 1978 y CIAT Inf. Anual Prog. Pastos Trop., 1979) se ha utilizado en CIAT un método de selección preliminar que emplea un medio ácido. La habilidad de las cepas para crecer puede estar relacionada con su persistencia en tales suelos. El medio también puede resultar útil para aislar *Rhizobium* que crezca sólo en condiciones de acidez y que, por lo tanto, no se puede aislar en medios ricos en nutrientes.

Adicionalmente 150 cepas CIAT de *Rhizobium* evaluadas por su habilidad para crecer en un medio de manitol de levadura acidificado (pH 4.5) o neutro (pH 6.8) demostraron que algunas de las que se habían aislado de suelos ácidos en medio acidificado no eran capaces de crecer en un medio neutro, aunque de hecho la mayoría de las cepas creció igualmente bien en los dos medios. Algunas cepas, incluidas todas las de *Leucaena leucocephala*, no pudieron crecer en el medio acidificado.

En el medio acidificado de manitol de levadura, las cepas generan sub-productos metabólicos alcalinos que aumentan el pH del medio (color azul en medios que contienen indicador verde de bromocresol). Se ha desarrollado un nuevo medio ácido en el cual se puede seleccionar un gran número de cepas rápidamente y en el cual no se dan los sub-productos alcalinos del crecimiento (Cuadro 1). Se están ensayando nuevos aislamientos de *Rhizobium* con base en su habilidad para crecer en este

medio, y con el objeto de evaluar la habilidad del mismo como indicador de la capacidad de la cepa para persistir en suelos ácidos, y para aislar nuevas cepas de *Rhizobium* tolerantes a la acidez.

Cuadro 1. Medio ácido¹ sugerido para la evaluación por crecimiento de cepas de *Rhizobium*.

Ingrediente	Cantidad			
	(mg litro)	(g litro)	(μ. litro)	(ml litro)
KH ₂ PO ₄	68.0			
K ₂ HPO ₄	87.0			
CaCl ₂ ·H ₂ O	7.35			
EDTA	29.2			
FeCl ₃ ·6H ₂ O	27.0			
MgSO ₄ ·7H ₂ O	73.9			
Biotin (esterilizado por filtro)	0.1			
NH ₄ Cl		1.2		
Agar		20.0		
MnCl ₂ ·4H ₂ O			252.0	
ZnSO ₄ ·7H ₂ O			114.0	
CuCl ₂ ·2H ₂ O			17.0	
NaMoO ₄ ·2H ₂ O			4.1	
Glicerol				5
Verde de bromocresol (0.4% de solución acuosa)				4

¹ pH 4.5 corregido con HCl después del proceso de autoclave y distribución inmediata a los platos Petri.

Respuesta a la inoculación y fertilización con nitrógeno en el campo. Un ensayo de campo en Carimagua (Figura 1) con tres especies de *Centrosema* mostró que todas ellas

respondieron después de tres meses a 33 kg N/ha, pero solamente *C. pubescens* respondió a la inoculación con las cepas más promisorias (CIAT 590). Después de cinco meses su producción igualaba a la del tratamiento fertilizado con nitrógeno, y *C. macrocarpum* había empezado a responder a la inoculación, aunque su producción no había alcanzado la del tratamiento fertilizado con nitrógeno. *C. brasilianum* no respondió a la inoculación con CIAT 590, y después de cinco meses los tratamientos con y sin inoculación habían alcanzado el nivel del control fertilizado con nitrógeno, lo cual indica que estaba operando la nodulación eficiente del *Rhizobium* del suelo y no la cepa inoculada. Tales resultados implican que aunque algunas especies de *Centrosema* responden a la inoculación con CIAT 590, tal respuesta es lenta, y se podría mejorar bastante al seleccionar cepas que nodulen más rápidamente.

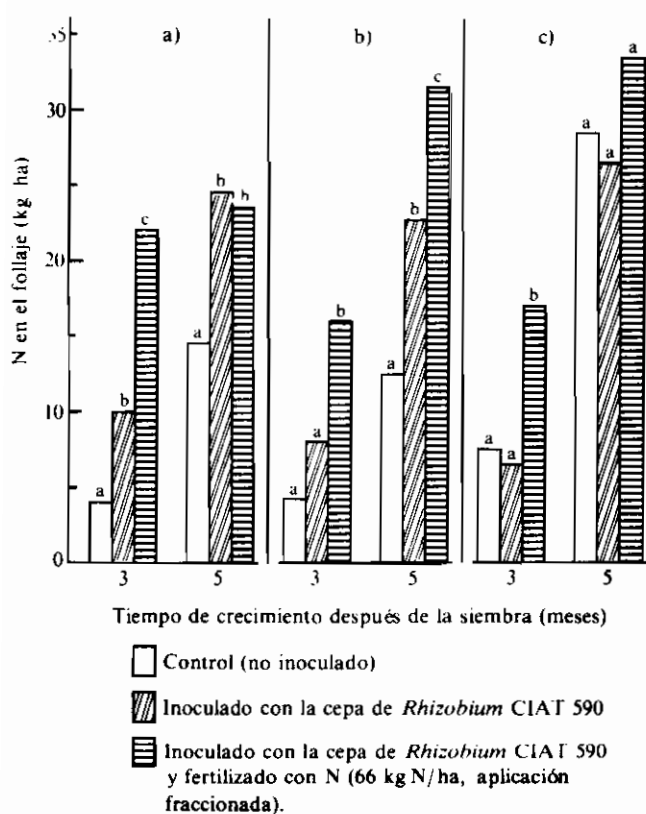


Figura 1. Nitrógeno producido en el follaje en dos cortes consecutivos de tres accesiones de *Centrosema* sembradas en junio 1980, con tres tratamientos. Las diferencias significativas están indicadas por distintas letras. a) *C. pubescens* 5050; b) *C. macrocarpum* 5065; c) *C. brasilianum* 5234.

Selección de *Rhizobium* en cinco etapas. Aunque se ha progresado bastante con el método de selección de cinco etapas utilizado en años anteriores, se han presentado

algunas dificultades. Por ejemplo, se ha observado falta de correlación entre los resultados de la Etapa 2 y la Etapa 3. Las cepas que parecían buenas en la Etapa 2 pueden ser malas en la Etapa 3 y viceversa. Además se han observado en el campo (Etapa 4) diferencias significativas durante el año de establecimiento entre las leguminosas inoculadas y sin inocular, diferencias que desaparecen durante el segundo año, y en muchos casos, muy poco tiempo después del establecimiento. Por otra parte, este procedimiento de selección no proporciona una base para decidir cuáles leguminosas se deben someter a la selección, y sólo un pequeño número de ellas se puede incluir en el laborioso proceso selectivo. Esto significa que se dispone de poca información acerca del potencial de fijación de N de la mayor parte de las leguminosas en las Categorías 1 a 3.

Hasta ahora las leguminosas de las Categorías 1-3, sometidas a selección en los ensayos de evaluación agronómica, se inoculan con la cepa que presenta mayor probabilidad de nodularlas. Sin embargo, existen casos conocidos de diferencias de especificidad de las leguminosas por ciertas cepas de *Rhizobium*, aun entre ecotipos de la misma especie. Si se inocula con la cepa equivocada de *Rhizobium*, ésta puede formar nódulos inefectivos y transformarse en un parásito de la planta, causando síntomas de deficiencia de N. Como consecuencia, puede descartarse una planta bien adaptada durante el procedimiento de selección agronómica.

En la Figura 2 se describe un programa propuesto, que aunque básicamente igual al anteriormente utilizado, incluye dos modificaciones importantes. Una consiste en una nueva etapa preliminar de selección (Etapa 0) en la cual se examinará un rango más amplio de leguminosas con relación a sus respuestas al N y a la inoculación en cilindros de suelo extraídos del sitio dado. Sólo aquellas leguminosas que respondan al N serán sometidas a la selección subsiguiente; las que no respondan serán ensayadas nuevamente en suelo de distintos sitios para determinar si es posible recomendar con certeza no inocularlas. Este procedimiento aumentaría la capacidad de seleccionar leguminosas que sí necesitan inoculación.

La segunda modificación importante es que el uso de jarras de ensayo Leonard (potencial de fijación de N) no hará parte, en adelante, de la principal secuencia de selección. Esta comprenderá las Etapas, 0, 2, 4 y 5. De esta manera, todas las selecciones de leguminosas y las basadas en la eficiencia de fijación de N, se originarán en los experimentos en cilindros de suelo o en el campo.

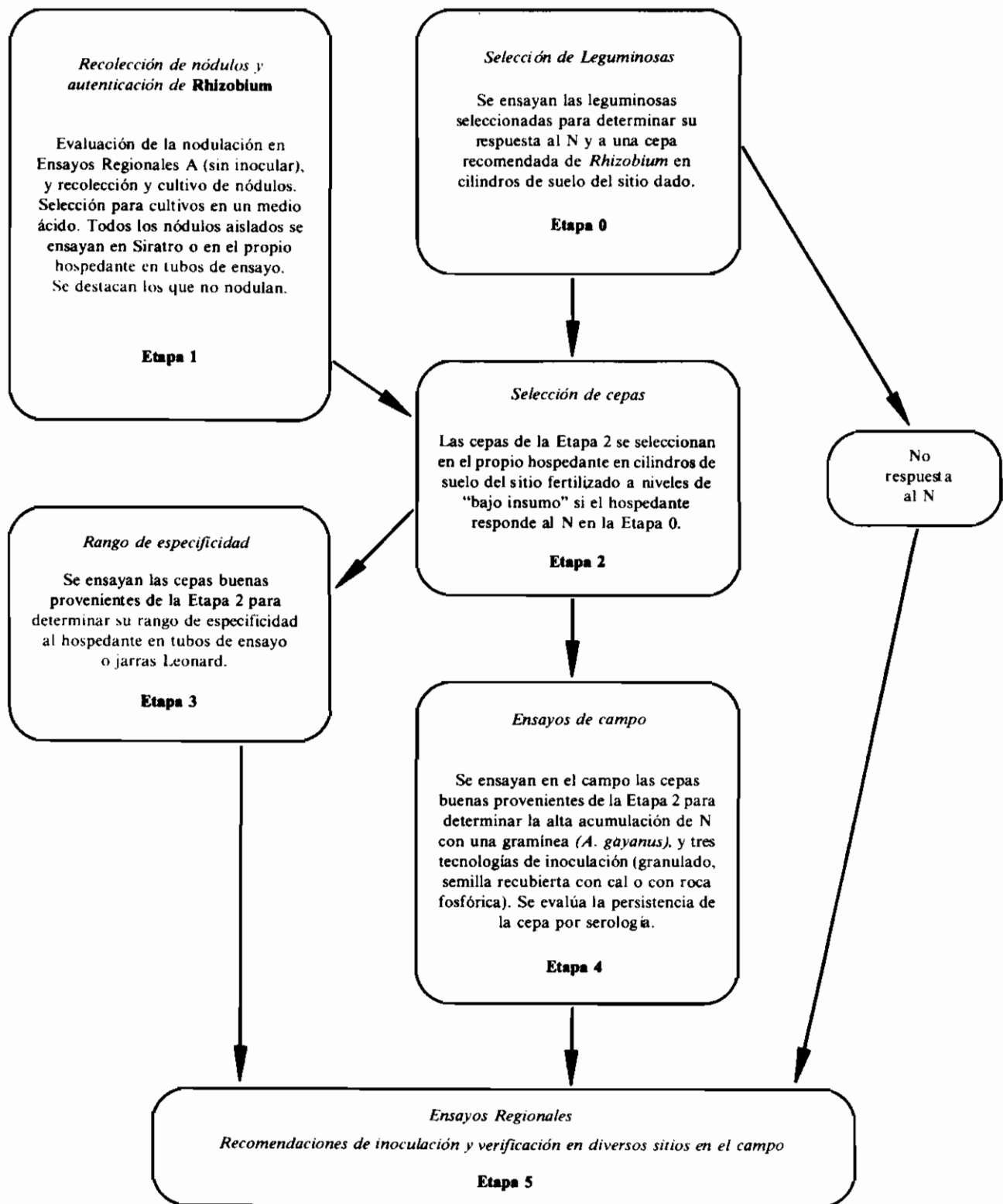


Figura 2. Resumen de los métodos propuestos para evaluación de leguminosas-Rhizobium.

Los otros cambios presentados en la Figura 2 se refieren principalmente a detalles técnicos (utilización de Siratro en lugar de la planta hospedante en la Etapa 1; utilización de cilindros de suelo en vez de recipientes con tierra seca y tamizada; inclusión de la gramínea *Andropogon gayanus* en los ensayos de campo; y utilización de inoculante granulado como una de las técnicas de inoculación). Este procedimiento puede ser modificado posteriormente cuando se disponga de más información.

Inicialmente, el trabajo se realizará con suelo proveniente de Carimagua y de Brasilia, pero a medida que se seleccionen más leguminosas en los otros ecosistemas, se usarán suelos representativos para su evaluación. Las tasas de fertilización utilizadas serán aquellas que resulten económicamente aceptables para el establecimiento de pastos en el sitio elegido.

La Figura 3 ilustra la forma en que el programa de selección presentado en la Figura 2 encajará dentro del programa de selección agronómica. Se recomienda que

en las etapas iniciales de selección de plantas (A) no se inocule a menos que haya una razón particular para hacerlo. Si las plantas parecen deficientes en nitrógeno pueden ser fertilizadas con el mismo. Las cepas nativas de *Rhizobium* pueden obtenerse de estas plantas no inoculadas. Las leguminosas serán seleccionadas en las evaluaciones agronómicas iniciales (A) para pruebas de la Etapa 0 (respuesta al nitrógeno y a la inoculación). Las que respondan al nitrógeno serán seleccionadas en la Etapa 2. Los resultados de las Etapas 0 y 2 se emplearán para hacer recomendaciones preliminares sobre inoculación para selección de plantas en la Etapa B. Los resultados de las etapas 3 y 4 contribuirán a mejorar tales recomendaciones preliminares.

El diagrama muestra cómo a medida que el número de plantas seleccionadas en cada etapa disminuye, la cantidad de información sobre cada una, incluido su potencial de fijación de nitrógeno, aumenta. El resultado final será una leguminosa con buenas características agronómicas que fije hasta 300 kg N/ha/año.

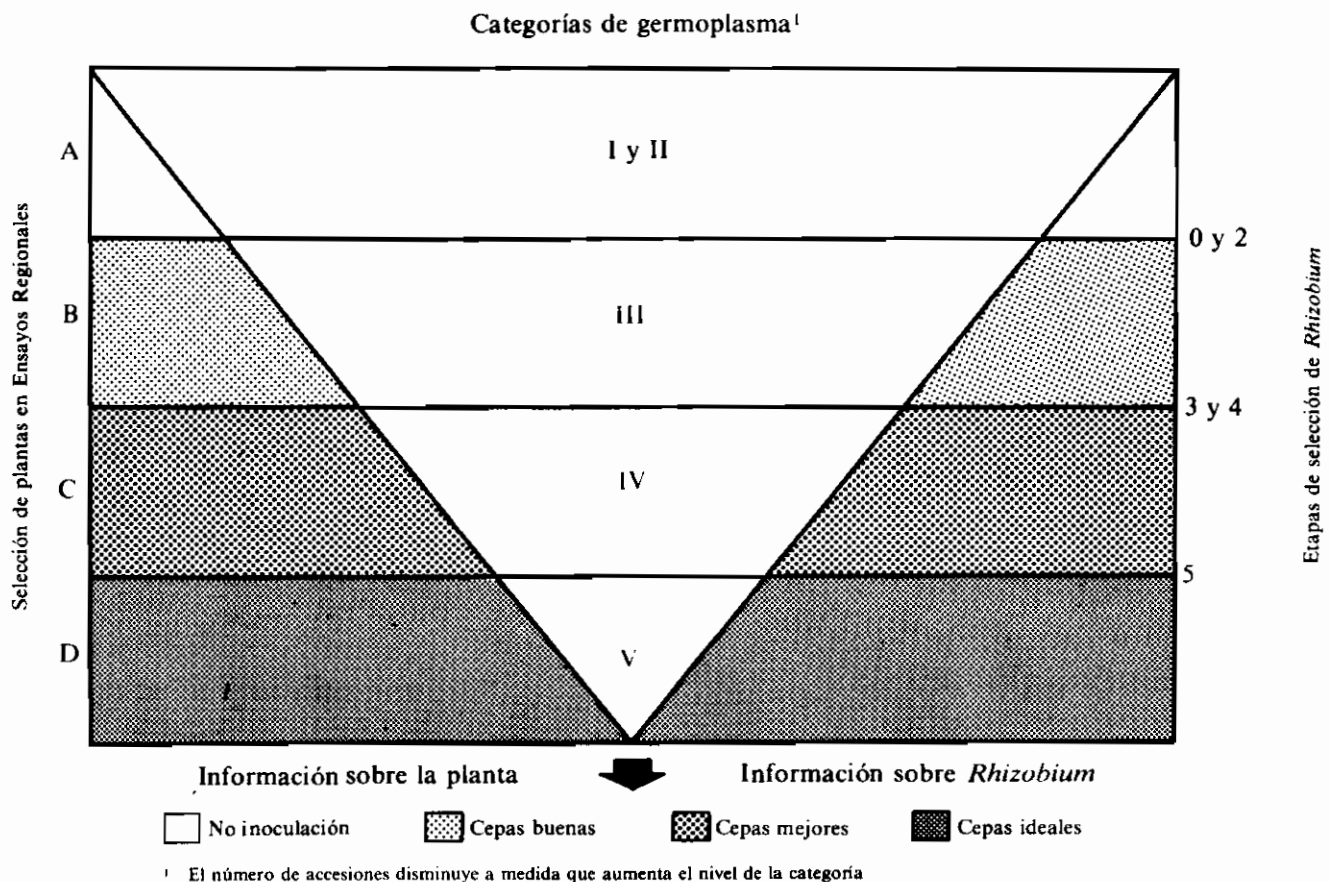


Figura 3. Relación entre las etapas de selección de leguminosas en Ensayos Regionales (A-D) y las etapas de selección de *Rhizobium* (0 a 5).

La sección de Producción de Semilla tiene los objetivos básicos de: a) producir semilla de líneas experimentales y semilla básica, y b) desarrollar una tecnología adecuada para la producción comercial de semilla.

Multiplicación de Semilla

El Comité de Germoplasma del Programa es el encargado de definir las especies y líneas cuya semilla se multiplicará, con base en las listas de líneas promisorias para los diversos ecosistemas. A continuación se fija una meta inicial para la multiplicación de semilla de cada línea, según la densidad de siembra de cada especie y el área requerida para la siguiente fase de evaluación de pasturas. Es posible fijar una meta adicional de producción, bajo pedido, para proporcionar semilla para otros proyectos de evaluación o para obtención de semilla básica.

Las áreas de producción están localizadas en CIAT-Palmira, CIAT-Quilichao y/o Carimagua, lo cual depende de las condiciones climáticas o edáficas adecuadas y de los requerimientos de tierra y mano de obra. En general, la multiplicación de leguminosas se realiza en parcelas pequeñas en CIAT-Quilichao, y en áreas más extensas en Carimagua. La semilla de gramíneas se puede producir en cualquiera de las tres localidades.

Durante 1980, la cosecha manual y el procesamiento de 5 ton de semilla básica de *Andropogon gayanus* constituyó el principal esfuerzo productivo. La producción de semilla de leguminosas, que comprendió más de 30 líneas de varios géneros, se concentró en *Stylosanthes capitata*, *Zornia latifolia* y *Desmodium ovalifolium*. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de la semilla producida.

Cuadro 1. Cantidades de semilla producida por especies entre octubre 1979 y octubre 1980.

Especies	Accesiones (No.)	Semilla producida ¹ (kg)
Leguminosas		
<i>Aeschynomene</i> spp.	2	42
<i>Centrosema</i> spp.	4	4
<i>Codariocalyx gyroides</i>	1	12
<i>Desmodium ovalifolium</i>	1	585
<i>Desmodium heterophyllum</i>	1	30
<i>Stylosanthes capitata</i>	11	3306
<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	1	1
<i>Zornia</i> spp.	10	404
Total leguminosas	31	4384
Gramíneas		
<i>Andropogon gayanus</i>	1	5560
<i>Panicum maximum</i>	1	10
Total gramíneas	2	5570
Total accesiones	33	9954

¹ Leguminosas: semilla o semilla en vaina, 95% de pureza; gramíneas: semilla limpia, 35% de pureza.

La Sección también presta el servicio de almacenamiento y distribución de semilla al Programa y a sus colaboradores. Durante 1980 se atendieron 210 pedidos de semillas múltiples y se distribuyeron en total 10 toneladas.

El Instituto Colombiano Agropecuario de Colombia, y el Centro Nacional de los Cerrados de EMBRAPA, Brasil, lanzaron en forma oficial durante el año un cultivar de *A. gayanus* basado en la población CIAT 621.

Se enviaron 2 ton de semilla básica a cada institución, para contribuir a un rápido aprovisionamiento de semilla comercial en cada uno de los países.

Tecnología de Producción

Potenciales Regionales de Producción de Semilla

En varias localidades se están investigando los potenciales regionales de producción de semilla de varias especies, por medio de un experimento colaborativo a mediano plazo. Se tiene información acerca de floración, maduración y rendimiento de semilla pura de cinco localidades para dos años consecutivos. En términos generales, 1979 fue un año con una precipitación superior al promedio, mientras que 1980 estuvo dentro de los promedios normales.

Las líneas de leguminosas y el *A. gayanus* presentaron solamente un punto máximo de floración y una cosecha en todas las localidades con excepción de CIAT-Quilichao (3°N). Los puntos máximos de floración en Quilichao fueron el resultado de la distribución bimodal de la precipitación, combinada con fotoperíodos cortos prevalentes en esta baja latitud, en contraste con una distribución unimodal y más prolongada de la precipitación en otras localidades de mayor altitud (15-19°S).

En 1979 y en 1980, las gramíneas *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola* y *Panicum maximum* produjeron floraciones máximas y cosechas múltiples. La floración de estas especies comienza más temprano durante la estación, en comparación con la mayoría de las leguminosas y de *A. gayanus*.

Debido a que los datos sobre floración y maduración en 1979 están confundidos con los efectos del establecimiento, se pone más énfasis en los datos de 1980.

Andropogon gayanus floreció en todas las localidades en 1979, iniciándose la floración de mediados de abril en adelante. El rango de rendimientos de la semilla en 1979 fue de 5-159 kg/ha, los rendimientos más altos se registraron en Sete Lagoas, Brasil (19°S) y en Brasilia, Brasil (15°S), con 159 y 128 kg/ha, respectivamente. En 1980, el comienzo de la floración se presentó en forma consistente a finales de abril y la semilla maduró desde finales de mayo hasta junio. Los rendimientos de semilla en 1980 sufrieron una disminución debido a un manejo subóptimo de la parcela, ya que no se aplicaron los cortes previos apropiados, de modo que se complicó la cosecha y se redujeron los rendimientos a causa de la altura excesiva y del acame. Los rendimientos variaron de 8 a 45 kg/ha, y el mayor se registró en Brasilia. En el futuro, se hará un corte previo aproximadamente a mediados de febrero, el cual irá seguido por fertilización de mantenimiento.

Desmodium ovalifolium no floreció ni en Brasilia ni en Felixlandia, Brasil (18°S) durante 1979, pero sí lo hizo en CIAT-Quilichao y en Chapare, Bolivia (16°S). En 1980 floreció en las cuatro localidades, pero el comienzo de la floración varió entre localidades a partir de marzo; la maduración de la semilla se presentó desde mediados de junio hasta finales de julio. El rendimiento máximo durante 1979 fue de 124 kg/ha en Quilichao, mientras que en 1980, el rendimiento máximo fue de 220 kg/ha en Chapare. Se registraron ataques de nemátodos en Brasilia, donde el rendimiento fue de sólo 12 kg/ha en 1980. Parece que esta especie necesita un período largo de establecimiento y humedad adecuada hasta las etapas tempranas de maduración de la semilla. Sólo parece factible la producción de semilla en localidades con períodos largos de precipitación. El mayor rendimiento registrado se obtuvo en una localidad de latitud alta, pero todavía es necesario establecer en forma clara la influencia del fotoperíodo, ya que el comienzo de la floración presentó un comportamiento errático entre tales localidades.

Stylosanthes capitata 1315 y 1405 florecieron y formaron semilla en todas las localidades durante el año de establecimiento. La floración se inició a mediados de abril, y la semilla maduró aproximadamente desde mediados de junio, dependiendo de la localidad. El rango de rendimiento de semilla en 1979 fue de 97-546 kg/ha/cosecha, con un rendimiento promedio para cuatro localidades de 175 kg/ha. El máximo rendimiento se registró en CIAT-Quilichao donde el promedio anual de rendimiento de dos cosechas de las dos accesiones fue de 500 kg/ha. Este patrón relativamente consistente de altos rendimientos no se mantuvo durante el segundo año. En 1980, los rendimientos variaron de cero a 1057 kg/ha por cosecha. El rendimiento máximo de las dos líneas se registró en Felixlandia. En Brasilia, la antracnosis destruyó la línea CIAT 1405 y afectó gravemente a CIAT 1315. Excluyendo a Brasilia, el rendimiento promedio fue de 260 kg/ha, en cuatro localidades. Estas líneas de *S. capitata* presentan un alto potencial de rendimiento en un amplio rango de localidades, excepto donde prevalecen razas o inóculos particulares de antracnosis (p. ej. Brasilia).

Zornia latifolia 728 floreció en todas las localidades durante el año de establecimiento, pero no presentó uniformidad entre las mismas. El máximo rendimiento de semilla en 1979 fue de 175 kg/ha en Brasilia, y la maduración se presentó a finales de mayo. En otras localidades los rendimientos fluctuaron entre 5 y 79 kg/ha. En 1980, la floración comenzó en febrero, y la maduración de la semilla a finales de mayo y a principios de junio, con excepción de la región más húmeda de

Chapare, donde la maduración se retrasó hasta finales de julio. Se cosechó semilla en las cuatro localidades, con un rango de 16-691 kg/ha. Tanto en Brasilia como en Felixlandia, se registraron altos rendimientos de aproximadamente 600 kg/ha de semilla. Se registró un complejo sintomático de insectos-virus en las mismas localidades; la costra por *Sphaceloma* revistió gravedad en CIAT-Quilichao, y se registró la presencia de un hongo no identificado en Chapare. Las *Zornias* naturales fueron numerosas en Brasilia y en Felixlandia. *Zornia* 728, sin embargo, parece tener un buen rendimiento en una gran variedad de localidades.

Andropogon gayanus

El esfuerzo global de multiplicación de semilla de esta especie involucró diferentes localidades, años y lotes de semilla y generó información relativa a los perfiles básicos del rendimiento de semilla, tasa de multiplicación y calidad de la misma.

Rendimiento de semilla pura. Los rendimientos de semilla pura varían considerablemente, y por esta razón se presentan tanto los rangos como los promedios en el Cuadro 2. Toda la semilla se cosechó manualmente. Los rendimientos máximos por cosecha y por año fueron de 161 y de 234 kg/ha, respectivamente, ambos registrados en CIAT-Palmira.

Cuadro 2. Rendimiento de semilla pura y tasas de multiplicación de *Andropogon gayanus* en tres localidades.

Año	Semestre	Rendimiento de semilla pura (kg ha) ¹					
		CIA1-Palmira		CIA1-Quilichao		Carimagua	
		Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango
Primero (1977)	A	36	20- 43	10			
	B	99	58-144	39	27- 78	54	41-64
	Total	135	95-188	49	38- 88	54	41-64
Segundo (1978)	A	59	29- 92	108	105-121		
	B	136	119-197	124	88-260	33	28-45
	Total	195	150-243	232	193-380	33	28-45
Tercero (1979)	A	72	68- 74	53	39-103		
	B	78	50- 87	56	52- 58		
	Total	151	118-161	109	97-154		
Tasa promedio de multiplicación (ha/año) ²		48		39		13	

¹ Rendimiento de semilla pura, según la definición Internacional, de varias parcelas sin repetición cosechadas durante 1977 y 1979 con áreas > 1 ha.
² Se asume una densidad de siembra de 4 kg de semilla pura ha.

Las diferencias entre localidades se relacionan principalmente con: a) dos cosechas por año en CIAT-Palmira y en CIAT-Quilichao, pero sólo una en Carimagua, b) diferencias en fertilidad del suelo, c) fuertes vientos durante la maduración de la semilla en Carimagua, y d) diferencias en la altura de madurez del cultivo. En Palmira y Quilichao, con estaciones de crecimiento de poca duración, las alturas promedio fueron de 2.2 m mientras que bajo la estación prolongada de crecimiento de Carimagua se presentó volcamiento, y los cultivos sin corte alcanzaron una altura de 3.0 a 3.5 m, haciendo la cosecha más difícil y menos eficiente. Con el objeto de facilitar la cosecha mecánica es necesario efectuar un pre-corte o pastoreo controlado, para así obtener un cultivo uniforme y limitar la altura del cultivo maduro a 2.0 ó 2.2 m.

Tasa de multiplicación. La información sobre rendimiento de semilla no siempre tiene mucho significado cuando se trata de una especie relativamente nueva. Un concepto alternativo del potencial de rendimiento de semilla lo constituye la tasa de multiplicación que relaciona, con base en una hectárea, la productividad anual con la densidad de siembra. Aunque ésta se puede definir en términos de cualquier clase de semilla, se define mejor en términos de semilla pura o semilla pura germinable. Este parámetro es comparable entre especies, y dentro de una misma especie sirve para comparar localidades, años y sistemas de manejo.

Con base en los rendimientos anuales promedio de semilla pura en CIAT-Palmira, CIAT-Quilichao y Carimagua, y asumiendo una alta densidad de siembra de 4 kg/ha de semilla pura, se derivan tasas de multiplicación de 51, 34 y 10, respectivamente (Cuadro 2). Estas cifras sugieren que, en una localidad y con manejo adecuado, una tasa promedio de multiplicación para planeamiento de producción de semilla estaría alrededor de 25 ha/año, la cual podría aumentarse mediante mayor rendimiento o menor densidad de siembra.

Calidad de la semilla. Debido a la dificultad relativa en el procesamiento de semilla de gramíneas con apéndices, la semilla comercial incluirá una fracción de semilla cruda (sin procesar) y limpia (procesada). En el Cuadro 3 se presentan las características de estas clases. Después del desaristado mecánico y de un pase por la limpiadora airezaranda, los cambios físicos incluyen un aumento de las espiguillas desaristadas, densidad volumétrica, contenido de cariósides y de la pureza (tanto con definición Irish como Internacional).

Cuadro 3. Resumen de las características de la semilla cruda y procesada en máquina, *Andropogon gayanus*.

Característica	Semilla cruda ¹		Procesada en máquina ²	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Espiguillas (%)	70-90	80	5-30	20
Densidad volumétrica (kg/m ³)	35-45	40	50-70	55
Contenido de cariósperidos (%)	10-40	25	30-60	35
Pureza (Irish % peso)	60-80	70	80-95	90
Pureza (Internacional)	5-36	20	25-60	35
Germinación (% al 5º mes)		30 ³		30
Semilla pura germinable (% al 5º mes)		6.0		10.5

¹ Material de semilla después de la trilla manual y desbrozado manual parcial.

² Material de semilla después del desaristado mecánico y de un pase por la limpiadora aire-zaranda.

³ Medida con base en semilla pura (definición Internacional).

Si se asume una germinación igual de semilla pura, los valores de ésta en germinación son de 6.0% y de 10.5% para la semilla cruda y limpia, respectivamente. En un estudio de siete lotes diferentes de semilla, la germinación se redujo a la mitad por el proceso mecánico de desaristado, lo que señala la posibilidad de efectos negativos. Sin embargo, el mismo experimento mostró diferencias similares o mayores en la germinación debido al lote de origen y/o a cambios en el almacenamiento. Aunque el desaristado mecánico permite que la maquinaria corriente aumente la pureza del lote de semilla,

parece que algunos lotes pueden sufrir daños. La semilla desaristada se debe utilizar inmediatamente, ya que cualquier daño sería agravado por el almacenamiento subsiguiente.

La utilidad relativa de la semilla cruda y limpia dependerá de los costos relativos y beneficios de almacenamiento y transporte, nivel de calidad de la semilla y de su estabilidad y, en especial, de las modalidades de siembra de las pasturas comerciales, ya sea con equipo estándar o modificado.

Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isohipertérmicas (Carimagua)

Los objetivos de esta sección son los de desarrollar: a) métodos de establecimiento sencillos y de bajo costo, y b) prácticas de mantenimiento eficientes. Para lograrlos se están realizando varios experimentos a largo plazo y se han establecido nuevos ensayos en 1980. Durante los

últimos tres años se han logrado avances importantes en el desarrollo de métodos de establecimiento de bajo costo, y de prácticas de mantenimiento promisorias, para lograr asociaciones de gramínea-leguminosa que sean persistentes, productivas y estables.

Resultados hasta 1980

El trabajo de investigación sobre el desarrollo de praderas en Carimagua se basa en la experiencia acumulada durante más de una década con experimentos de campo sobre fertilidad y manejo del suelo. Los resultados de esos experimentos con cultivos y especies

forrajeras, y los trabajos de otras secciones del Programa, así como la experiencia de agricultores y ganaderos del área han contribuido al desarrollo progresivo de las actividades de la sección en preparación del terreno para la siembra, control de la vegetación, sistemas de siembra y distribución espacial de las especies asociadas.

Cuadro 1. Principales ventajas y desventajas de los sistemas de labranza y de control de la vegetación utilizados para el establecimiento de praderas en Carimagua.

Sistema	Ventajas	Desventajas
Labranza corriente (arado y/o rastrillada)	<ul style="list-style-type: none"> ● Buen control de la vegetación ● Apropiado para todas las especies ● Método tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> ● Alto costo ● Requerimiento de maquinaria pesada ● Puede crear un ambiente desfavorable para las plántulas si se exagera ● Alto riesgo de erosión durante el establecimiento
Labranza mínima (palas para rastrojo de cobertura, escardillos)	<ul style="list-style-type: none"> ● Menor costo ● Menos peligro de erosión ● Ambiente favorable para las plántulas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Necesita maquinaria pesada ● No controla toda la vegetación natural
Cero labranza entre hileras	<ul style="list-style-type: none"> ● Bajo costo ● Poco riesgo de erosión ● Apropiado para terreno ondulado 	<ul style="list-style-type: none"> ● También requiere maquinaria para la rastrillada de los surcos ● No sirve para todas las especies ● Control limitado de la vegetación natural ● No ha sido ensayado a escala comercial
Control químico y labranza manual	<ul style="list-style-type: none"> ● Bajo costo ● Sin riesgo de erosión ● Adecuado para topografía abrupta ● Equipo sencillo y barato ● Lleva la tecnología hasta las fincas pequeñas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Apropiado sólo para algunas especies ● Control limitado de la vegetación ● No se ha ensayado a fondo

Cuadro 2. Principales ventajas y desventajas de los métodos de siembra y de los sistemas de distribución espacial en el desarrollo de praderas en Carimagua.

Sistemas	Ventajas	Desventajas
Siembra corriente (al voleo)	<ul style="list-style-type: none"> ● Se puede realizar manualmente o con sembradoras de tipo giratorio ● Es un método tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mayor requerimiento de semilla ● Más problemas de malezas ● Poca eficiencia de fertilización
Siembra en hileras	<ul style="list-style-type: none"> ● Requiere menos semilla ● Mayor eficiencia de la fertilización ● Permite un mejor establecimiento inicial de cada componente ● Reduce la competencia temprana ● Reduce el sombrío 	<ul style="list-style-type: none"> ● Requiere maquinaria más compleja ● Más lento que la siembra al voleo
Distribución espacial (especies sembradas en fajas separadas)	<ul style="list-style-type: none"> ● Produce asociaciones más estables y persistentes que si se mezclan intimamente ● Permite asociaciones entre especies no compatibles de otra manera ● No pierde las ventajas de la asociación; evita algunos problemas de los bancos de proteína 	<ul style="list-style-type: none"> ● Más compleja que la siembra tradicional ● Las fajas anchas a veces no favorecen la eficiente utilización del N por las gramíneas
Métodos de baja densidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Bajos requerimientos de mano de obra, semilla y fertilización inicial ● Adecuado para fincas pequeñas ● Produce plantas madres muy fuertes y persistentes ● Reduce el riesgo de fracaso inherente en el establecimiento de praderas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Puede requerir más tiempo de establecimiento ● No apto para todas las especies ● Puede no dar resultado donde hay alto potencial de malezas

El Cuadro 1 resume las principales ventajas y desventajas de los distintos sistemas de preparación del terreno y control de vegetación. El principal propósito ha sido reducir tanto los costos como los riesgos de la erosión. La principal desventaja es la reducción en el número de especies apropiadas para los sistemas de poca o ninguna labranza.

En el Cuadro 2 se presentan las ventajas y las desventajas de los diferentes métodos de siembra. La eficiencia de los fertilizantes constituye un factor de singular importancia en la mayor parte de los ecosistemas de sabana, debido a la escasa fertilidad natural de los oxisoles y ultisoles, así como el alto costo del fertilizante a nivel de finca.

Las malezas no son tan importantes en muchas regiones sabaneras cuando la siembra se realiza después de una labranza tradicional que comienza en sabana virgen. Sin embargo, los problemas de malezas aumentan con el tiempo, especialmente cuando se vuelve a sembrar en pastos degradados o en otras áreas previamente cultivadas.

Interacciones Asociación x Fertilidad

El ensayo de asociación x P establecido en 1978 está completando su segundo año bajo pastoreo. El *P. maximum* desapareció prácticamente de la asociación con *P. phaseoloides* en 1979. El comportamiento de los animales fue tan deficiente en este tratamiento que se suspendió el pastoreo en 1980. Las dos asociaciones con *A. gayanus* han sido estables y productivas en términos de producción de forraje y de carne. El *P. maximum* ha persistido bien en asociación con *S. capitata*.

Ensayo de Distribución Espacial

En un ensayo establecido en 1978 se asociaron *B. decumbens* y *P. phaseoloides*, mediante un diseño sistemático de franjas y triángulos descrito anteriormente (CIAT Inf. Anual 1978). Este experimento se ha manejado bajo pastoreo continuo durante dos años, con tasas de carga de 2.5 U.A./ha durante la estación lluviosa, y 1.25 U.A./ha durante la estación seca. Esta asociación en particular parece beneficiarse con el pastoreo

continuo, y hasta el momento ha sido más estable que una asociación de las mismas dos especies bajo pastoreo rotacional en un ensayo anterior. Aunque se presenta una invasión agresiva de las dos especies, tanto el equilibrio leguminosa-gramínea como el comportamiento animal son excelentes. La utilización de franjas de 4 a 5 m de ancho para cada especie parece lograr una adecuada persistencia y estabilidad entre especies.

Sistema de Profundidad y Labranza

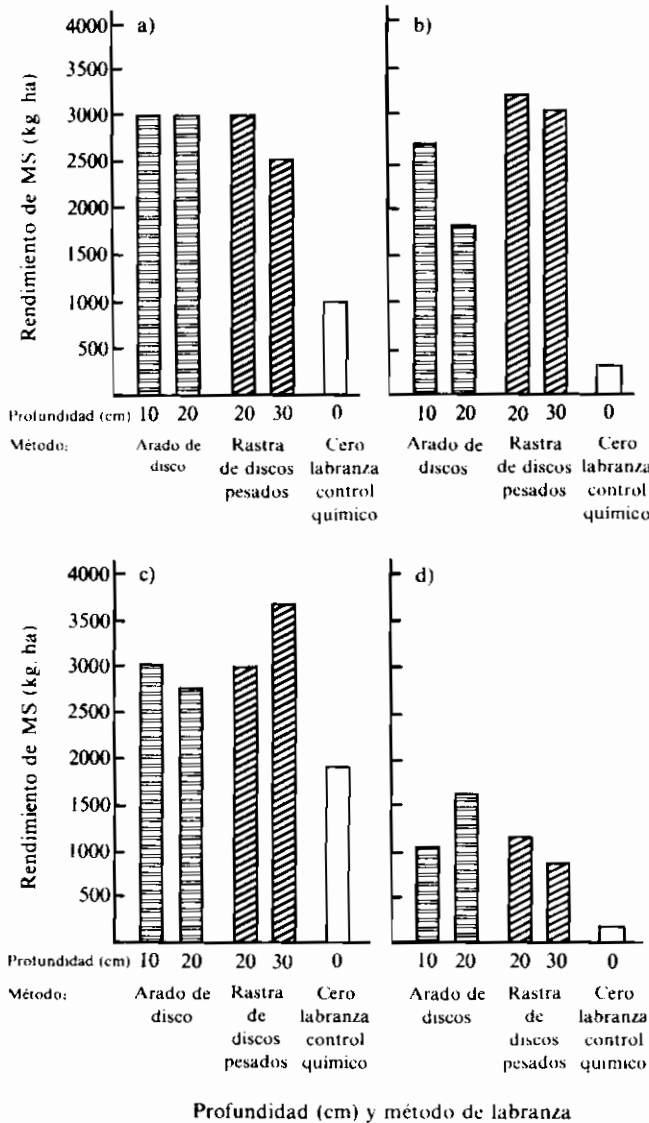


Figura 1. Efectos del sistema de profundidad y de labranza en la producción de MS de cuatro gramíneas en la primera cosecha, 10 meses después del establecimiento, Carimagua. a) *B. decumbens*; b) *A. gayanus*; c) *B. humidicola*; d) *P. maximum*.

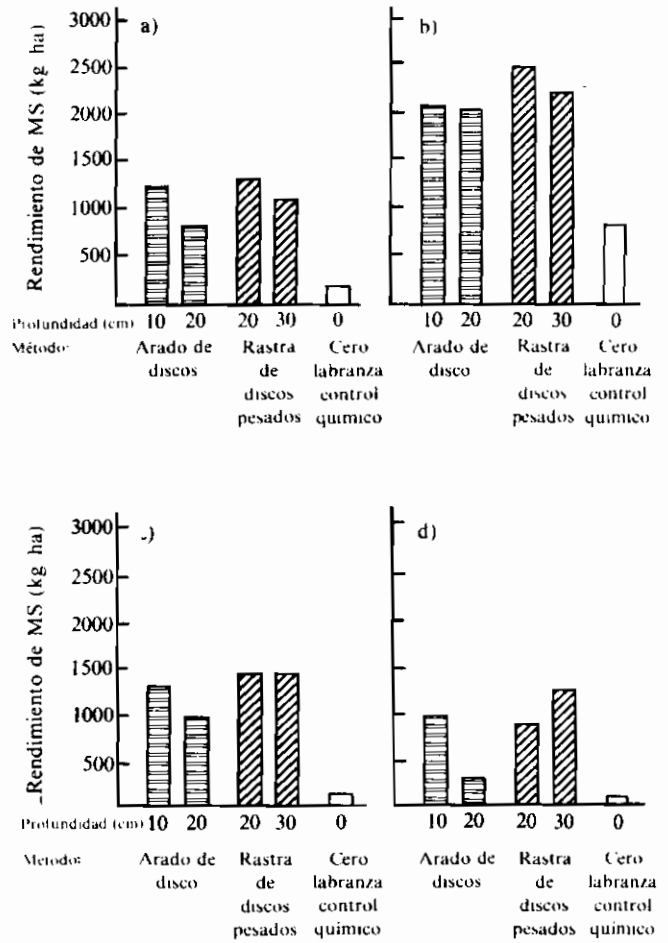


Figura 2. Efectos del sistema de profundidad y de labranza en el rendimiento de MS de cuatro leguminosas en la primera cosecha, 10 meses después del establecimiento, en Carimagua. a) *P. phaseoloides*; b) *D. ovalifolium*; c) *Z. latifolia*; d) *S. capitata*.

En 1979 se estableció un ensayo para determinar el efecto del sistema de profundidad y labranza en la alteración del suelo. Se incluyó un tratamiento de cero labranza en el cual se controló químicamente la vegetación nativa. Las Figuras 1 y 2 muestran los efectos de tres sistemas y de dos profundidades de labranza sobre la producción de forraje de ocho especies. Los 20 cm de profundidad en el tratamiento con rastra de discos pesada se lograron con un pase de escardillos después de rastrillar. Parece que no se obtiene mucha ventaja cuando se ara después de rastrillar, ni cuando se aumenta la profundidad de la labranza. *B. humidicola* y *B. decumbens* parecen ser las más apropiadas para el sistema de cero labranza. No se sabe todavía con claridad por qué *P. phaseoloides* no presentó un buen comportamiento con este tratamiento.

Labranza Mínima para Siembra de Praderas de Baja Densidad

Se establecieron tres leguminosas siguiendo un patrón de baja densidad de 1000 matas o macollas/ha, con labranza manual en el sitio de siembra, con el objeto de estudiar el efecto de labranza y de la fertilidad entre surcos en la invasión y el establecimiento. *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* colonizaron con éxito la sabana en el área entre hileras, con y sin labranza, cuando se aplicó P de manera apropiada; *P. phaseoloides* fue el invasor más agresivo de las dos. Desafortunadamente, este ensayo no fue diseñado para manejo bajo pastoreo. El trabajo más reciente ha demostrado que el establecimiento se mejora cuando la pradera se somete a un pastoreo ligero, especialmente en el caso de las leguminosas rastreras como *P. phaseoloides* y *D. ovalifolium*. *S. capitata* no proporcionó una cobertura efectiva en este ensayo, e indudablemente se beneficiaría con el pastoreo debido a que el ganado reparte bien la semilla. Todas las especies mantuvieron o mejoraron su comportamiento cuando se quemó la sabana, en comparación con una sabana madura, sin quemar. La labranza entre surcos fue benéfica tanto para *S. capitata* como para *D. ovalifolium*.

Siembra de Baja Densidad

Se estableció un ensayo para determinar el efecto del material de siembra, la fecha de siembra y el fertilizante en la producción de semilla. El fertilizante tuvo poco efecto en la cantidad de semilla producida. El uso de material vegetativo hace posible una siembra más tardía en comparación con el de semilla sexual. Parece que es posible utilizar material vegetativo con seguridad hasta casi un mes antes de finalizar la estación lluviosa. Es probable que no se deba sembrar con semilla sexual después de agosto en Carimagua, con el fin de asegurar una adecuada producción de semilla durante la estación seca.

En otro ensayo de siembra con baja densidad, se utilizaron diferentes tasas de siembra en la hilera, y se variaron las distancias entre ellas de 1 a 10 m. Debido a factores fuera de control, no fue posible determinar el efecto de la tasa de siembra en la hilera. Los resultados confirmaron sin embargo que la distancia de 5 m entre hileras, actualmente en uso, es adecuada. La distancia de 1 m entre hileras no produjo plántulas nuevas, debido a la competencia con la población original.

Manejo del *Andropogon gayanus* para Máxima Producción en Época Seca

En un lote para producción de semilla recién cosechado, se estudió el efecto del manejo del rastrojo sobre el rendimiento y la calidad del forraje de *A. gayanus* durante la estación seca.

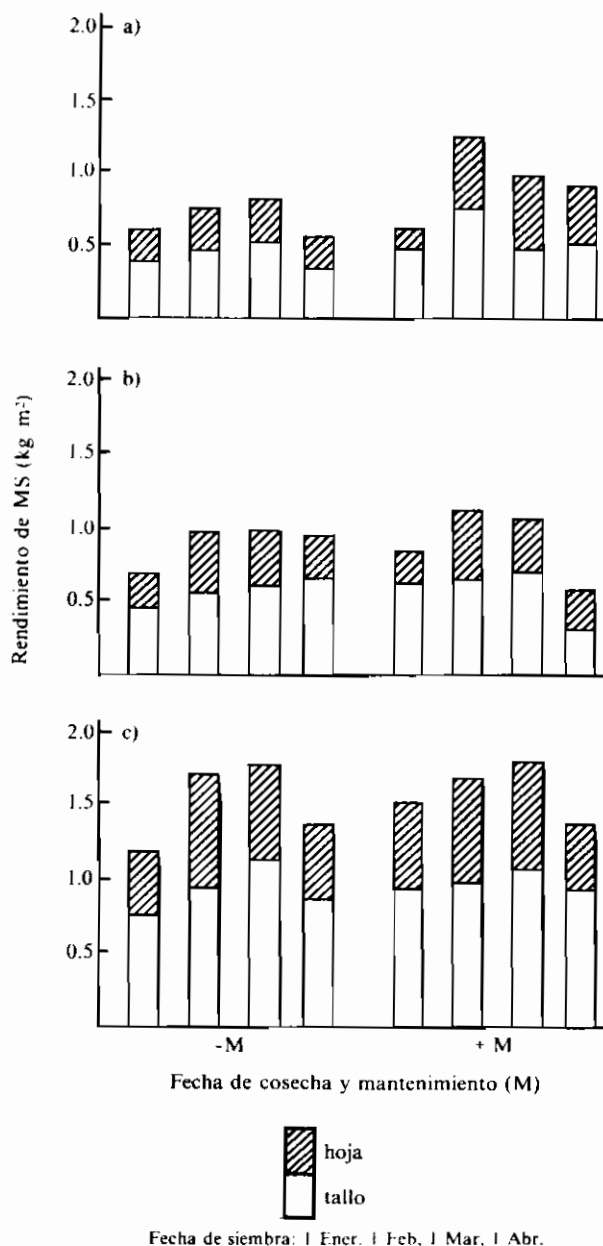


Figura 3. Efectos del manejo del rastrojo y del fertilizante de mantenimiento en la disponibilidad de forraje de *Andropogon gayanus* en la época seca en Carimagua. (Lotes cosechados para semilla antes del establecimiento del ensayo.) a) Quemado; b) cortado a 15 cm; c) testigo sin tratamiento alguno.

Los tratamientos aplicados a comienzos de diciembre de 1979 incluyeron corte, quema y una parcela testigo en la cual se conservó el forraje presente después de cosechar la semilla. El fertilizante de mantenimiento fue aplicado a la mitad de cada parcela principal. Con el objeto de medir el rebrote durante la estación seca se cosecharon mensualmente distintas parcelas. En la Figura 3 se presenta el efecto de los fertilizantes y del manejo del rastrojo.

La parcela testigo produjo más rendimiento de MS y de hojas que los tratamientos de corte y quema; sin embargo, gran parte de las hojas y tallos ya eran materia muerta al comenzar el ensayo. El tratamiento con quema pareció responder más al fertilizante que los otros dos, especialmente en las últimas tres cosechas. Los datos sobre la última se prestan a dudas porque se presentó un fuego accidental que quemó partes de dos repeticiones, y hubo necesidad de generar "informaciones faltantes".

Los patrones de extracción de humedad de este experimento demostraron la casi completa sequedad del perfil, hasta una profundidad de 1.8 m hacia finales de la estación seca.

El tratamiento de corte originó una más temprana utilización de la humedad a una profundidad de 0-1.2 m en comparación con el tratamiento de quema, lo que tal vez refleja la recuperación más rápida observada después del corte, en comparación con la observada después de la quema, tanto en las hojas como en la MS total.

Experiencia de Establecimiento de Praderas a Escala Comercial

Entre 1979 y 1980, se hicieron varias siembras en escala comercial en Carimagua utilizando sistemas de siembra de baja densidad. Se renovó una pradera de 23 ha, mediante la siembra de una población rala de *A. gayanus* y *P. phaseoloides*. El establecimiento de ambas especies fue satisfactorio, a pesar de la fuerte competencia de *P. plicatulum*, la especie dominante en la pradera antigua. *P. plicatulum* respondió vigorosamente a la labranza y a la fertilización; produjo grandes cantidades de semilla a finales de la estación lluviosa y produjo una muy densa población de plántulas a comienzos de la temporada de lluvias de 1980. El pastoreo comenzó en agosto, y actualmente hay buenas poblaciones de *A. gayanus*, *P. phaseoloides*, *P. plicatulum* y, sorprendentemente, *Stylosanthes humilis*, el cual era aparentemente un componente menor de la antigua pradera, pero respondió también vigorosamente a la labranza y a la fertilización. Es posible que el Mg y/o el S, no aplicados previamente, hayan sido factores limitantes para esa leguminosa.

Se renovó otra pradera de 30 ha con *A. gayanus* y *P. phaseoloides* en baja densidad. Se obtuvieron poblaciones excelentes de ambas especies, pero ahora la leguminosa domina la pradera, y se necesitará probablemente manejo especial para un mejor balance entre especies. También se usó una siembra de baja densidad para establecer 15 ha de *A. gayanus* con *D. ovalifolium* y *S. capitata* en otro hato de Carimagua. La gramínea se sembró a razón de 1000 matas/ha; las leguminosas se sembraron en hileras con tasas de siembra corrientes.

Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isotérmicas (Cerrado)

Las actividades de investigación de la sección de Desarrollo de Pasturas en las Sabanas Isotérmicas se realizan en el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) en un programa cooperativo con EMBRAPA. Sus objetivos principales son: a) desarrollar sistemas eficientes para el establecimiento de pasturas con leguminosas y gramíneas para las sabanas térmicas de América del Sur, y b) determinar los requerimientos de establecimiento y mantenimiento de las praderas de gramínea-leguminosa más promisorias para el área.

Deficiencias Nutricionales del Suelo y Requerimientos de la Planta

El trabajo previo se centró en la identificación de las deficiencias de nutrientes del suelo en un latosol rojo oscuro (LVE) y en un latosol rojo amarillo (LVA), los dos tipos de suelo más importantes en el Cerrado. Los resultados demuestran que, una vez corregida la deficiencia de P, los nutrientes más limitantes para el desarrollo de la planta son S, K, Zn y Mo. En el suelo LVA, el Ca también es deficiente. Este trabajo fue realizado experimentalmente en el invernadero con *Centrosema pubescens* sp. 438 y *Calopogonium muconoides* cv. común. En este año se inició un estudio similar con *Stylosanthes guianensis* 2243 tardío y con *Andropogon gayanus* 621, ambos sometidos al esquema de evaluación de especies forrajeras en CPAC; ambos parecen muy bien adaptados a los suelos de escasa fertilidad. *Stylosanthes guianensis* 2243 respondió solamente a la aplicación inicial de P. La respuesta a la cal fue significativa solamente en el suelo LVA a una tasa de 250 ppm de CaCO_3 .

En contraste, *A. gayanus* 621 respondió notoriamente a P a 50 ppm y 100 ppm, lo que demuestra que, aunque se adapta a las condiciones de baja fertilidad, responde también a mayores niveles de P.

La Figura 1 muestra la respuesta de *A. gayanus* 621 y de *S. guianensis* 2243 a P y a cal en los dos tipos de suelos.

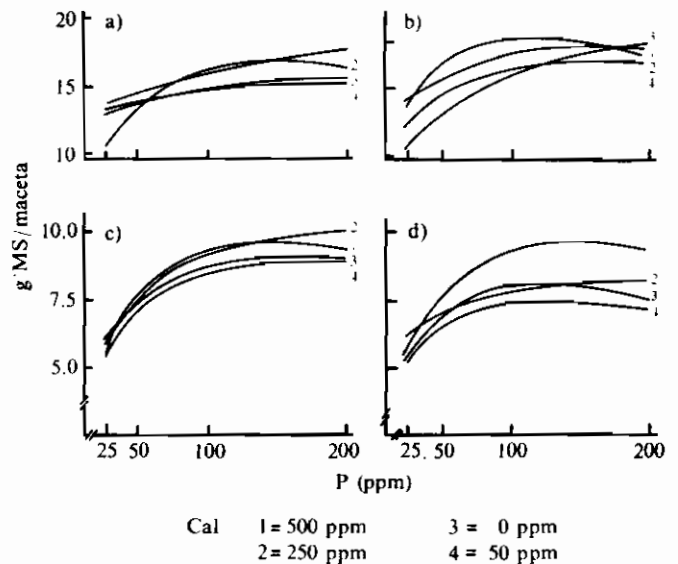


Figura 1. Efecto de P y cal en la producción de MS de *Andropogon gayanus* 621 y *Stylosanthes guianensis* 2243 en suelos LVE y LVA, en CPAC, Brasil; a) *S. guianensis* (suelo LVE); b) *S. guianensis* (suelo LVA); c) *A. gayanus* (suelo LVE, promedio de dos cortes); d) *A. gayanus* (suelo LVA, promedio de dos cortes).

Es importante anotar que el CaCO_3 en tasas de aplicación de 250 y 500 ppm aumentó no solamente el rendimiento de MS de *A. gayanus*, sino también su respuesta a los niveles iniciales de P, especialmente en el suelo LVA. La cal aplicada al suelo LVA no aumentó el rendimiento de MS en *S. guianensis* pero incrementó la respuesta de la planta al bajo nivel de P. Esto se interpretó como una respuesta de la planta a Ca, a bajos niveles de aplicación de P. La fuente de P utilizada fue $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, y aparentemente se necesitó aplicar más de este compuesto cuando no se adicionó otra fuente de Ca.

Con relación a otras deficiencias de nutrientes, *S. guianensis* 2243 demostró una mejor adaptación a los bajos niveles de nutrientes disponibles en el suelo que

las plantas de *Centrosema pubescens* 438 y *Calopogonium mucunoides* cv. común probadas en experimentos anteriores. Sin embargo, a finales del período de crecimiento se evidenció la respuesta al S en ambos suelos. Los rendimientos finales de MS aumentaron significativamente con aplicaciones de S, K y Mo en el suelo LVE y con S, Ca y Zn en el suelo LVA.

Andropogon gayanus 621 respondió a S, Ca y Mg en el suelo LVA y a K y S en el suelo LVE. Cuando se aplicó S, la respuesta a Mg fue mayor. La producción de MS tendió a aumentar levemente cuando se aplicó también Cu, pero tal aumento no tuvo significación estadística. Con base en los resultados de los experimentos exploratorios arriba descritos, se establecieron experimentos de campo en ambos suelos. Su propósito fue confirmar los hallazgos realizados en el invernadero y determinar los requisitos de fertilización para superar las deficiencias detectadas de S y K.

Se sembró *Andropogon gayanus* 621 junto con *Stylosanthes capitata* 1405 en un área recientemente abierta de suelo LVA, de textura pesada, en una altiplanicie. El experimento consistió en la aplicación de diversos niveles de K, Ca, Mg y S con una aplicación básica de P a una tasa de 105 kg/ha. Los tratamientos adicionales incluyeron todos aquellos nutrientes que demostraron efectos significativos en los experimentos de invernadero. Como se anotó previamente, el crecimiento inicial y la producción total de MS fueron escasos, pero se obtuvieron respuestas importantes al K, Ca y Mg. Se confirmó de esta manera la deficiencia de estos elementos y la importancia de la deficiencia de S en este suelo, aun cuando el contenido de materia orgánica fue inicialmente alto en la capa superficial del suelo. Todavía no se conoce la condición del S mineral en estos suelos, la cual se investigará por medio del perfil del suelo en experimentos futuros. En el primer corte no se detectó una respuesta al K, pero Ca y Mg aumentaron la producción de MS. Un tratamiento con Cu (2 kg Cu/ha) duplicó la producción de aquélla.

Requerimientos de P en un suelo LVE. Los suelos del Cerrado contienen muy poco P disponible y, debido a sus características físicas y mineralógicas, se les atribuye la capacidad de fijar una gran cantidad de P cuando se aplica fertilización a un suelo virgen. Con el objeto de determinar la cantidad de fertilizante fosforado que se debe aplicar a una pradera nueva en un área recién abierta, sin fertilización previa, se realizó un experimento de campo en un suelo LVE. Se aplicó superfosfato triple en tasas de 0, 26, 53, 106 y 211 kg P/ha, con y sin cal. Esta última se aplicó en una tasa equivalente a 1 t/ha de

CaCO₃. También se aplicó sulfato de zinc y molibdato de sodio en tasas de 20 y 0.5 kg/ha, respectivamente. Se aplicaron también K, S y Mg, en tasas de 74, 90 y 46 kg/ha, respectivamente. Se sembró *Andropogon gayanus* 621 después de una completa preparación del semillero.

La Figura 2 muestra la producción de MS en el primer corte, como función de los niveles de P y de cal. La tasa de aumento de MS por unidad de P aplicado no sólo fue mayor hasta un nivel de aproximadamente 106 kg P/ha, sino que en el rango de niveles utilizados en el experimento, el rendimiento de MS fue siempre considerablemente superior cuando se aplicó cal. Dado el bajo precio de la cal y el alto costo de los fertilizantes fosforados en la mayor parte del Cerrado, es obvio que 1 t/ha de cal podría disminuir la cantidad de P necesario para un buen establecimiento de la pradera en un área recientemente abierta. Como la tolerancia de *A. gayanus* 621 a la toxicidad de Al del suelo es conocida, y debido a que 1 t/ha de cal no reduce el porcentaje de saturación de Al en forma significativa, se podría atribuir el mejor comportamiento de la gramínea con la cal, a la disponibilidad de Ca o a algún efecto indirecto sobre otros nutrientes de la planta. Se continuará con este experimento para determinar si este efecto inicial favorable se mantiene durante los próximos años.

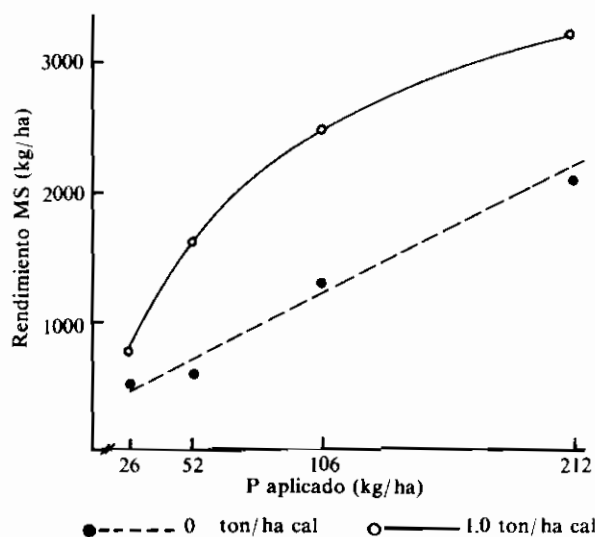


Figura 2. Efecto de P y cal en rendimiento de MS de *A. gayanus* en el primer corte, en suelo LVE en CPAC, Brasil.

Fuentes y niveles de P en un suelo LVA. En 1978 se realizó un experimento similar al mencionado arriba, en un suelo LVA. El año pasado se presentaron los tratamientos y los resultados del primer año (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

El experimento incluyó tres fuentes de P. Los resultados del primer año mostraron una tasa baja de crecimiento y productividad. Los análisis de la planta indicaron la posibilidad de una deficiencia de Mg, la cual se acentuó cuando se utilizó superfosfato triple o roca fosfórica como fuente de P. Se aplicó cal dolomítica en la superficie como fuente de Mg y Ca a la mitad de cada lote en el segundo año, y el rendimiento de MS aumentó en todos los tratamientos. Sin embargo, el termofosfato Yoorin, que contiene Mg fue superior a las demás fuentes.

En la Figura 3 se presentan los resultados de este año. El efecto favorable de la cal no se debe solamente al Mg. Los rendimientos aumentaron con éste por encima de los obtenidos con la fuente de P que contenía un alto nivel de Mg. Se está realizando un nuevo experimento en el invernadero para explorar a fondo las razones de la baja productividad en este suelo y los efectos de la cal sobre sus propiedades y la nutrición de la planta.

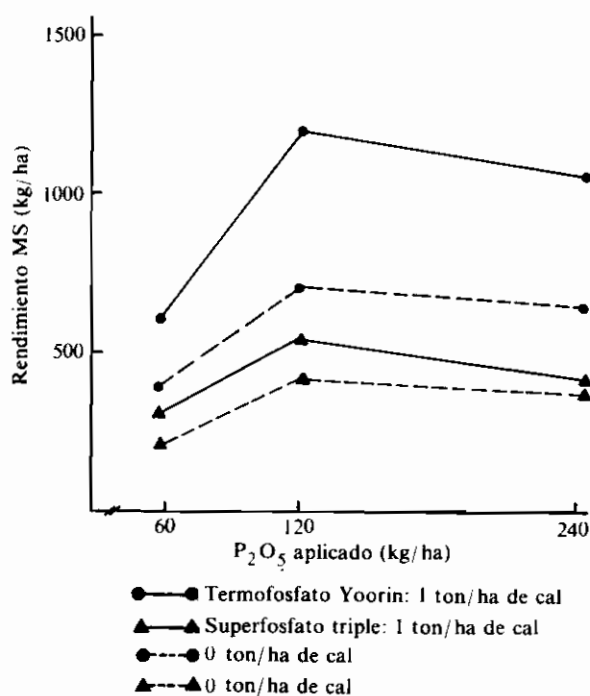


Figura 3. Efecto de tres niveles y dos fuentes de P en los rendimientos de una mezcla de *A. gayanus-S. guianensis* en el segundo año en suelo LVA en CPAC, Brasil.

Efectos residuales de la fertilización. La investigación ha demostrado la necesidad de aplicar una elevada cantidad de fertilizantes a los suelos vírgenes del Cerrado para obtener una producción razonable de forraje durante la primera estación lluviosa después del establecimiento. Es común en el Cerrado establecer

pasturas después de desmontar la tierra y sembrar dos o más cultivos anuales. Usualmente se aplican fertilizantes y cal al arroz y a la soya, lo que deja una fertilidad residual para la siguiente pradera, reduciendo o eliminando así la necesidad de fertilizantes para la misma.

Con el objeto de determinar el nivel de P, Ca y Mg requerido para el establecimiento adecuado y producción de la pastura, se establecieron lotes de *A. gayanus* 621 y *Panicum maximum* var. *trichoglume* cv. Petrie en un antiguo sitio experimental donde se habían aplicado cantidades muy variables de P y cal seis años antes. No se aplicó fertilizante en el momento de la siembra. Inicialmente se determinó el pH y los niveles de disponibilidad de P, Ca, Mg, K y Al intercambiables. Durante dos años se midió la producción de MS; se correlacionó el rendimiento promedio de cuatro cortes con las variables del suelo, y se desarrolló una función de producción con las mismas que se correlacionó mejor con el rendimiento de MS.

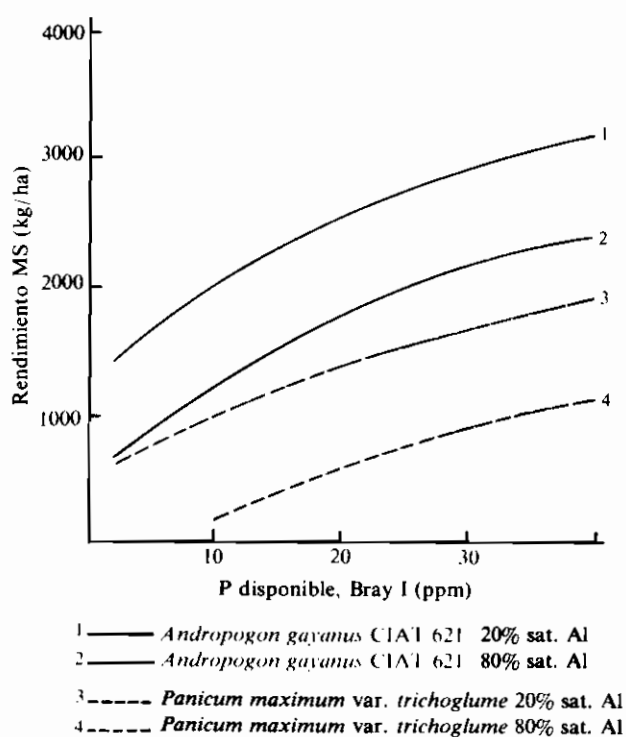


Figura 4. Efecto de los niveles de P disponible y porcentaje de saturación de Al, resultantes de tratamientos previos del suelo, sobre producción de MS de dos gramíneas forrajeras.

Al P disponible y al pH (o al porcentaje de saturación de Al) se atribuyó más del 66% de las variaciones entre los tratamientos. La Figura 4 presenta las estimaciones de

rendimiento de *A. gayanus* 621 y *P. maximum*, según el modelo $\hat{Y} = \alpha + \beta_1 Al + \beta_2 P + \beta_3 P^2$, donde \hat{Y} es rendimiento de MS en kg/ha, Al es el porcentaje de saturación por Al en el suelo, P es ppm de P disponible en el suelo por el método Bray I, y β_1 , β_2 y β_3 son constantes.

A. gayanus 621 puede producir niveles bastante altos de MS con aproximadamente 6 ppm de P disponible y alta saturación por Al, pero asimismo puede aprovechar niveles más altos de P disponible así como una saturación por Al más baja. Es importante destacar que la saturación por Al no es nociva en sí misma para *A. gayanus* pero se correlaciona altamente con el Ca y el Mg intercambiables, necesarios para una pastura productiva de *A. gayanus*. Por el contrario, *P. maximum* no alcanza niveles aceptables de producción en niveles de saturación por Al > 20%. Es interesante señalar que, a través del rango experimental, *A. gayanus* produjo mayor aumento de MS por unidad de P disponible que *P. maximum*.

Renovación de Pasturas

Actualmente grandes extensiones de los Cerrados sembradas con *Brachiaria* sp. están declinando en productividad, y las praderas se están degradando por deficiencia de N. La introducción de leguminosas a estas pasturas degradadas mejoraría la calidad del forraje y la productividad al elevar el contenido de proteína y el rendimiento de la pradera. La identificación de una leguminosa capaz de establecerse y competir con *Brachiaria*, y el desarrollo de técnicas de siembra apropiadas constituyen dos aspectos prioritarios. El año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979) se presentaron los resultados preliminares de esta investigación. *Calopogonium mucunoides* demostró competir mejor con *B. decumbens*, y aportó 32% del rendimiento de MS. *Centrosema pubescens* también se estableció pero produjo <5% del total de MS asociado con *B. decumbens*.

De los cuatro métodos de siembra, la sobre-siembra después de rastrillada leve y la sobre-siembra en surco fueron los más prometedores, tanto por el número de plantas establecidas por unidad de superficie como por el porcentaje de leguminosa en el forraje total. Aunque aumentó la calidad del forraje como resultado de la incorporación de leguminosas, especialmente la asociación *C. mucunoides*-*B. decumbens*, la producción total de MS con la mejor combinación de métodos de siembra y de especies no superó a *Brachiaria* sola sin N. La mayor parte de éste debe regresar al suelo con el

pastoreo, aumentando su fertilidad y la productividad de la pradera.

Mejoramiento de Pasturas Nativas

Las observaciones efectuadas en un experimento que comenzó en 1978 (CIAT. Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), en un suelo LVA de textura pesada, indicaron una proporción progresiva de leguminosas introducidas en el total de forraje cosechado. *Stylosanthes capitata* 1405, que había comenzado con mucha lentitud, mejoró considerablemente el segundo año. La Figura 5 muestra la producción total de MS de las gramíneas y leguminosas nativas con todos los métodos de establecimiento. La calidad del forraje mejoró notablemente según lo observado en este suelo con praderas cultivadas. La producción de MS es aún baja para las especies nativas como para las introducidas.

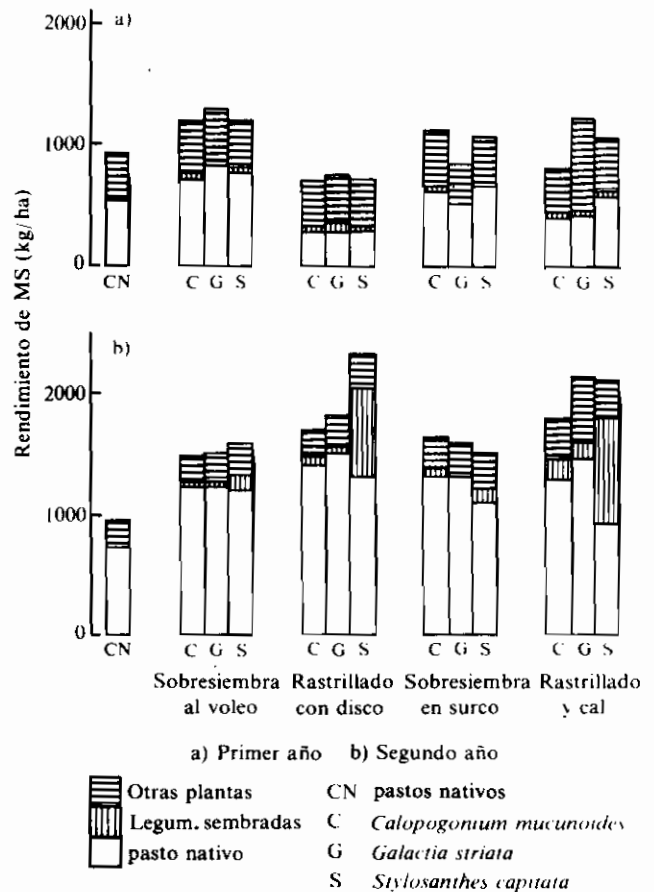


Figura 5. Efecto del tratamiento de la pastura sobre el rendimiento de MS y contribución de cada componente forrajero al rendimiento total en una pradera mejorada en suelo LVA, CPAC, Brasil.

El objetivo general de la sección de Utilización de Pasturas es la caracterización y evaluación del germoplasma promisorio por su valor alimenticio y su potencial de productividad animal, así como la determinación del manejo apropiado de la pradera para asegurar su persistencia.

Calidad de Forrajes

En CIAT-Quilichao se realizaron estudios con carneros confinados en jaulas para determinar el consumo y la digestibilidad de ecotipos y especies de leguminosas promisorias, suministradas solas o con gramíneas. Además, se determinó el valor nutritivo del germoplasma obtenido en experimentos de corte y pastoreo, mediante análisis químicos y de digestibilidad *in vitro*.

Stylosanthes capitata. Se determinó la calidad de *S. capitata* en la etapa de floración en tres ecotipos (1019, 1315 y 1405) de similar madurez y composición de partes de la planta mediante el suministro de material fresco, sin picar, a carneros enjaulados. A niveles de alimentación similares, el consumo y digestibilidad de los tres ecotipos fueron similares y proporcionaron casi el doble de los nutrientes digeribles necesarios para el mantenimiento (Cuadro 1). Del total de MS consumida, la inflorescencia constituyó la mayor proporción (69%), seguida por la hoja (21%) y el tallo (10%). Estos resultados sugieren que la inflorescencia de *S. capitata* posee un alto valor

nutritivo, lo que tiene especial importancia durante la estación seca, cuando la leguminosa se defolia.

Se investigó el efecto sobre el consumo y la digestibilidad de distintas proporciones de leguminosas en el forraje disponible; se utilizó *Andropogon gayanus* (6 semanas de rebrote) y *S. capitata* (12 semanas de rebrote) los cuales se caracterizan en el Cuadro 2. Los carneros recibieron forraje fresco, sin picar, a tres niveles (50, 100, 150 g de MS/kg^{0.75}/día), cada uno de los cuales incluía cuatro proporciones de leguminosas por peso (0, 10, 20, 30%). El consumo aumentó en forma lineal con el nivel de oferta, en cualesquiera de las combinaciones de leguminosas, y las pendientes de las líneas de regresión fueron muy similares para las cuatro combinaciones (Fig. 1). Resulta evidente una sustitución de gramínea por leguminosa en todos los niveles de oferta, sin ningún efecto de la leguminosa en consumo o digestibilidad de la materia seca total cuando la calidad de la gramínea no pareciera limitante. La sustitución de gramínea por leguminosa en el forraje consumido pudo, sin embargo, resultar en una mayor retención de nitrógeno.

Desmodium ovalifolium. Continuaron los estudios con *D. ovalifolium* 350 para tratar de identificar los factores que afectan la aceptabilidad de esta promisorio leguminosa. La mayor parte de la variación previamente observada en CIAT Quilichao en el consumo de *D. ovalifolium* por parte de carneros confinados en jaulas, se podría atribuir al nivel de MS en oferta, mediante una relación claramente asintótica (Fig. 2).

Cuadro 1. Consumo y digestibilidad de tres ecotipos de *S. capitata* en la etapa de floración¹ suministrados a carneros enjaulados en CIAT-Quilichao.

Leguminosa	Nivel disponible (g MS/kg ^{0.75} /día)	Proteína disponible (%)	Consumo de MS (g MS/kg ^{0.75} /día)	Digestibilidad de MS (%)
<i>S. capitata</i> 1019	128	10.4 ± 1.2	75.7 ± 5.5	59.4 ± 3.3
<i>S. capitata</i> 1315	117	8.9 ± 2.8	71.6 ± 5.5	56.8 ± 3.0
<i>S. capitata</i> 1405	122	9.1 ± 1.8	71.9 ± 7.2	59.2 ± 1.2

¹ Proporción promedio de partes de plantas en la MS ofrecida: 15% hojas, 34% tallo, 51% inflorescencias.

Cuadro 2. Partes de planta y composición química de *Andropogon gayanus* 621 y *Stylosanthes capitata* 1019 suministrados en diferentes combinaciones, frescos y sin picar a carneros enjaulados en CIAT-Quilichao.

Especies	Componente	MS disponible (%)	Partes de planta		
			Hoja	Tallo	Flores
<i>A. gayanus</i> ¹	Proporción de proteína	-	61.20	38.80	-
	P	7.2	8.90	4.10	-
	Ca	-	0.12	0.07	-
	DMSIV ³	-	0.33	0.21	-
	DMSIV ³	60.8	62.70	56.10	-
<i>S. capitata</i> ²	Proporción de proteína	-	29.40	34.60	36.00
	P	13.2	17.20	9.20	16.50
	Ca	-	0.16	0.09	0.18
	DMSIV ³	-	0.95	0.58	0.84
	DMSIV ³	58.4	60.30	49.80	64.30

¹ Rebrote de seis semanas

² Rebrote de 12 semanas

³ Digestibilidad de MS *in vitro*.

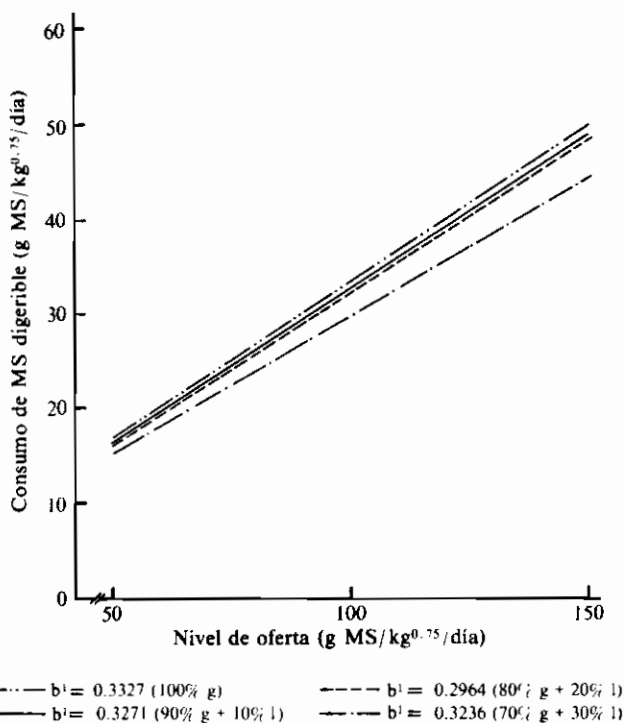


Figura 1. Consumo de MS digerible de mezclas de *A. gayanus* + *S. capitata* por carneros enjaulados vs. nivel de MS disponible en CIAT-Quilichao. Interacción = % leguminosa x nivel de oferta ($P < 0.99$). Etapas de maduración: gramínea, rebrote de seis semanas; leguminosa, rebrote de 12 semanas. Gramínea = g; leguminosa = l.

¹ b en: $y = ax + b$.

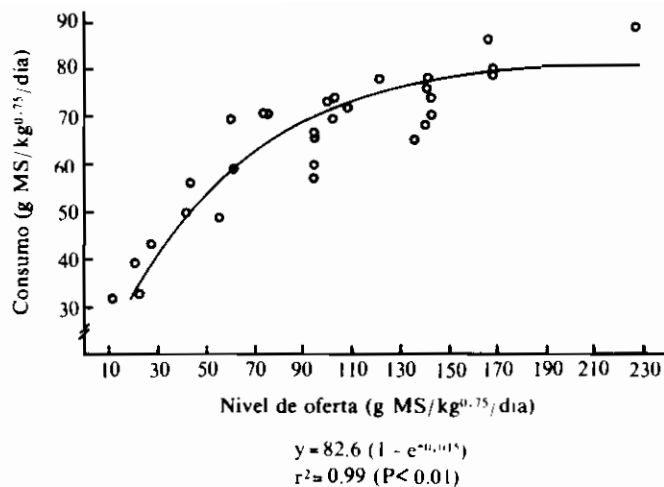


Figura 2. Consumo de MS de *D. ovalifolium* 350 por carneros enjaulados vs. nivel de oferta de MS en CIAT-Quilichao.

Se pensó que los carneros confinados evitarían seleccionar *D. ovalifolium* si disponían de una gramínea, como ha sucedido con los animales en pastoreo.

Se realizaron dos experimentos en Quilichao para estudiar de qué manera se afectaban la selección y el consumo cuando se sustituía un 20% de *Brachiaria humidicola* y de *Brachiaria decumbens* con *D. ovalifolium* en el forraje disponible. Los resultados obtenidos con *B. humidicola* (Cuadro 3) indican que los carneros enjaulados reemplazaron parte de la gramínea con leguminosa, sin que se afectaran el consumo total de MS ni la digestibilidad, en comparación con la gramínea sola. La sustitución de la gramínea por la leguminosa en el forraje consumido fue menor cuando se utilizó *B. decumbens* y dio como resultado un mayor ($P < 0.05$) consumo de MS con relación a la gramínea (Cuadro 3), lo que se debió probablemente a una deficiencia marginal de proteína en la gramínea (4.7% de proteína en la hoja). La variación observada entre los ensayos en cuanto al consumo voluntario de *D. ovalifolium* se relacionó probablemente con los diferentes niveles de MS disponible. Estos resultados indican que la escasa palatabilidad de *D. ovalifolium* con relación a las gramíneas acompañantes observada en pastoreo en Carimagua no podía reproducirse con carneros enjaulados alimentados con la leguminosa cosechada en CIAT-Quilichao.

Con el objeto de determinar si los animales rechazaban la leguminosa, se permitió a cuatro novillos pastorear una pradera pura de *D. ovalifolium* (2 ha) en Carimagua. Los animales no solamente consumieron la leguminosa, sino que también ganaron peso (un promedio de 429

g/animal/día, durante 178 días). Después de tres meses en la pradera, fue evidente que los animales pastoreaban en forma muy selectiva.

Cuadro 3. Consumo y digestibilidad de *Desmodium ovalifolium* 350, *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y mezclas de las gramíneas y leguminosas suministradas frescas y sin picar a carneros enjaulados en CIAT-Quilichao.

Forraje disponible	Nivel de oferta	Insumo (MS)		Digestibilidad de MS (%)
		g/MS/kg ^{0.75} /día		
Ensayo I				
<i>D. ovalifolium</i>	159	71.6 ^a ± 5.1 ¹		56.7 ^a ± 3.2
<i>B. humidicola</i>	144	82.8 ^b ± 3.4		59.1 ^b ± 1.2
Mezcla:				
<i>B. humidicola</i>	109 (78) ²	70.1 (81)		
<i>D. ovalifolium</i>	31 (22)	17.8 (20)		
Total	140	87.0 ^b ± 7.2		60.9 ^b ± 2.1
Ensayo II				
<i>D. ovalifolium</i>	114	61.3 ^c ± 4.7		57.0 ^c ± 0.7
<i>B. decumbens</i>	125	59.9 ^c ± 5.8		60.2 ^d ± 2.8
Mezcla:				
<i>B. decumbens</i>	100 (81)	55.5 (79)		
<i>D. ovalifolium</i>	23 (19)	15.0 (21)		
Total	123	70.5 ^d ± 1.5		61.9 ^d ± 1.5

¹ En cada ensayo los promedios en la misma columna seguidos de distintas letras son significativamente diferentes al nivel de P<.05.

² Cifras entre paréntesis son porcentajes.

Se tomaron muestras foliares y del suelo en las áreas con y sin pastoreo para realizar análisis químicos. Los resultados en el Cuadro 4 indican que el suelo proveniente de las áreas con pastoreo contenía mayores niveles (P<.05) de P, S y Ca que el suelo de las áreas sin pastorear. El tejido foliar de las áreas pastoreadas presentó menor contenido de taninos (equivalente de catequina) pero mayores niveles (P<.05) de N, P, K y S que las hojas de las parcelas no pastoreadas. Las diferencias observadas en el contenido de taninos y minerales en las hojas de *D. ovalifolium* de las dos áreas podrían atribuirse no solamente a la fertilidad del suelo sino también a diferencias en madurez.

El contenido de tanino de las hojas de *D. ovalifolium* suministradas a carneros confinados en CIAT-Quilichao ha permanecido consistentemente alrededor del 14%, lo que es considerablemente inferior al de las muestras foliares provenientes de Carimagua (20-30%). Esto se podría relacionar con una mayor fertilidad del suelo en el lote del cual se obtuvo el material para ensayos de consumo y digestibilidad. Se están llevando a cabo

experimentos para determinar la función exacta de la fertilidad del suelo en el contenido de tanino y en la palatabilidad de *D. ovalifolium*.

Cuadro 4. Análisis químico del suelo y de las hojas de *Desmodium ovalifolium* 350 de zonas con y sin pastoreo en Carimagua.

Componente	Pastoreado	No pastoreado
Suelo		
pH	3.7	3.7
Al (meq/100 g)	3.0	3.2
P, Bray II (ppm)	1.4 ^{c1}	0.7 ^d
S (ppm)	16.0 ^c	11.7 ^d
Ca (meq/100 g)	0.28 ^c	0.10 ^d
Mg (meq/100 g)	0.06	0.04
K (meq/100 g)	0.09	0.06
Tejido foliar²		
Taninos ³ (%)	20.2 ^c	31.3 ^d
P (%)	0.20 ^c	0.11 ^d
K (%)	0.89 ^c	0.52 ^d
Ca (%)	0.91	0.92
Mg (%)	0.20	0.26
S (%)	0.17 ^c	0.09 ^d
Proteína (%)	16.4 ^c	10.2 ^d
IVDMD (%)	51.6 ^c	45.4 ^d

¹ Los promedios entre líneas seguidos de distintas letras son significativamente diferentes al nivel de P<.05.

² Promedio de muestras de dos periodos (3 y 5 meses después del pastoreo inicial)

³ Equivalente de catequina (Método Vanilina-HCl).

Se han efectuado otros estudios relacionados con el valor nutritivo de *D. ovalifolium* en colaboración con la sección de Agronomía en CIAT-Quilichao. Se determinó el contenido de proteína y de tanino en *Desmodium gyroides* 3001 y en *D. ovalifolium* 350 en cinco edades (3, 6, 9, 12 y 15 semanas) de rebrote durante la estación lluviosa. Se encontró un mayor contenido de proteína en las hojas de *D. gyroides* que en las de *D. ovalifolium* en cualquiera de las etapas de maduración, observándose lo contrario con respecto a los niveles de tanino. Fue también evidente que los niveles de éste en ambas especies de *Desmodium* aumentaban hasta transcurridas las nueve semanas de rebrote y, de ahí en adelante, permanecían relativamente estables. El aumento del contenido de tanino fue acompañado por una disminución del contenido de proteína cruda en las hojas de ambas especies.

El contenido de tanino en las hojas también pareció relacionarse con las solubilidad del N (Método de Wohlt) (Fig. 3). En general, de todas las leguminosas estudiadas en otro experimento, *D. ovalifolium* 350 poseía el

contenido más bajo de proteína y la menor solubilidad de nitrógeno (Fig. 4). La escasa solubilidad de nitrógeno y, posiblemente, baja tasa de degradación de proteína, podrían resultar en proteína de paso, lo que sería favorable para la producción animal si las enzimas del tracto digestivo inferior fueran capaces de degradar la proteína de paso. Se están investigando nuevos métodos para estimar las tasas de degradación y pasaje de la proteína, los cuales serán utilizados en investigaciones futuras sobre el valor nutritivo de especies de *Desmodium*.

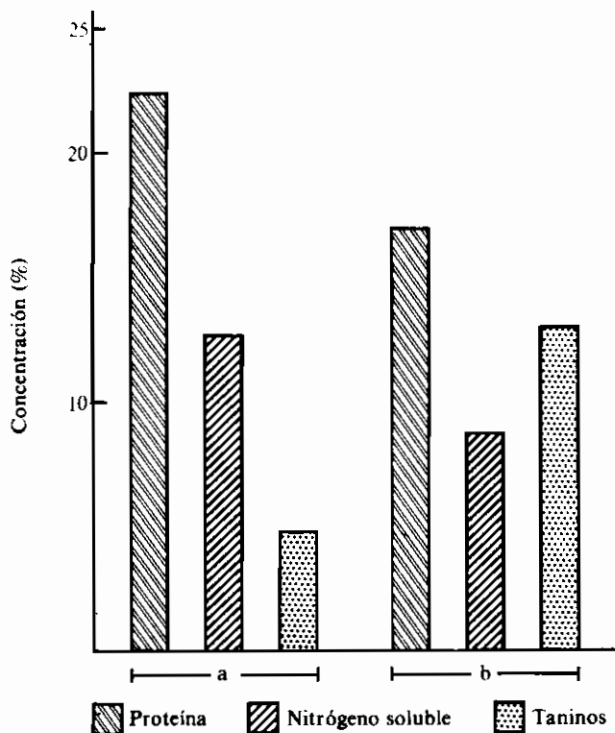


Figura 3. Contenido promedio de proteína, solubilidad de N y taninos en dos especies de *Desmodium* cortadas a las 3-6 semanas de edad en CIAT-Quilichao. a) *D. gyroides* 3001; b) *D. ovalifolium* 350.

Gramíneas. Se están evaluando en forma sistemática y por época del año praderas bajo pastoreo en Carimagua para determinar la digestibilidad *in vitro* de los componentes de la planta en las especies forrajeras disponibles. En el Cuadro 5 se presentan los estimativos de digestibilidad para *B. decumbens*, *B. humidicola*, *A. gayanus* y *Panicum maximum* en tres períodos del año. Como se esperaba, la estación tuvo una gran influencia en la digestibilidad de hojas y tallos.

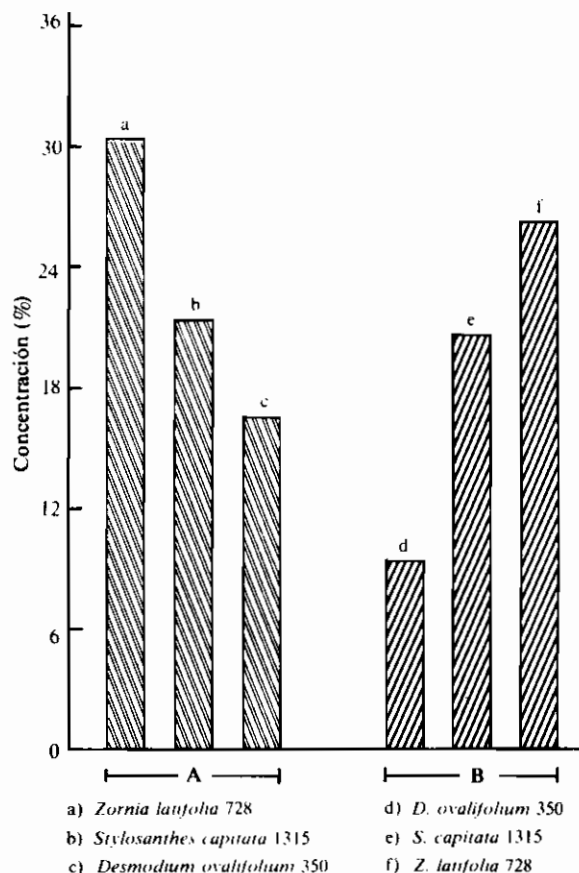


Figura 4. Contenido promedio de proteína y solubilidad de N de tres leguminosas muestreadas entre tres y seis semanas de rebrote en CIAT-Quilichao. A. Proteína; B. N soluble.

Cuadro 5. Digestibilidad *in vitro* (DMSIV) de cuatro gramíneas bajo pastoreo continuo en tres épocas del año, en Carimagua.

Gramínea	Parte de la planta	DMSIV (%)		
		Lluvias iniciales ¹	Lluvias finales ²	Comienzo sequía ³
<i>Brachiaria decumbens</i>	Hoja	71.0 ± 4.9	69.0 ± 3.1	60.9 ± 4.6
	Tallo	60.0 ± 6.4	54.0 ± 3.9	49.3 ± 3.3
<i>Brachiaria humidicola</i>	Hoja	76.5 ± 1.9	63.9 ± 2.1	54.6 ± 3.7
	Tallo	60.0 ± 2.0	56.9 ± 1.8	47.2 ± 1.2
<i>Andropogon gayanus</i>	Hoja	57.3 ± 3.6	53.2 ± 3.9	44.2 ± 2.8
	Tallo	62.2 ± 3.4	48.8 ± 4.6	33.8 ± 3.8
<i>Panicum maximum</i>	Hoja	—	51.7 ± 4.3	40.4 ± 0.7
	Tallo	—	43.9 ± 3.3	25.2 ± 2.0

¹ Mayo, 1980 ² Octubre, 1979 ³ Enero, 1980

Sin embargo, la tasa de disminución en digestibilidad de las hojas fue menor en *B. decumbens* y en *A. gayanus*, en comparación con *B. humidicola*. La más rápida disminución en digestibilidad en *B. humidicola* podría explicar en parte el menor aumento de peso vivo obtenido hasta ahora con esta gramínea, en comparación con *B. decumbens*.

Pastoreo Selectivo en Pasturas de Gramínea-Leguminosa

En pasturas en mezcla de gramíneas con leguminosas en Carimagua y Quilichao, se estudia actualmente la relación entre la composición química y botánica del forraje disponible y la del forraje seleccionado por el animal en pastoreo.

Carimagua. Se utilizaron novillos con fistulas esofágicas con el objeto de obtener muestras representativas del forraje ingerido en praderas de *A. gayanus* en asociación con *Pueraria phaseoloides*, *S. capitata* y *Zornia latifolia*. En la Figura 5 se presenta la composición botánica del forraje disponible y seleccionado durante la estación seca y el comienzo de la estación lluviosa.

Resulta evidente que los animales seleccionaron mayor cantidad de leguminosa durante la estación seca que durante la primera parte de la estación lluviosa. Esto fue especialmente cierto con respecto a los ecotipos de *S. capitata* y de *P. phaseoloides*, los cuales no fueron limitantes en la pradera, como sí lo fue *Z. latifolia*. La selección de leguminosas en las asociaciones con *S. capitata* durante la estación seca pareció depender de la composición botánica de la pradera, por lo menos dentro del rango estudiado.

La inflorescencia de *S. capitata* constituyó un componente importante de la leguminosa disponible y seleccionada por el animal durante la estación seca. El alto valor nutritivo de la inflorescencia con relación a otras partes de la planta en el forraje disponible se hace evidente en los valores obtenidos para la digestibilidad *in vitro* en el Cuadro 6.

Un objetivo importante en los estudios sobre pastoreo selectivo ha sido el relacionar atributos del forraje disponible y consumido con comportamiento del animal. En el Cuadro 7 se presentan los cambios en el peso vivo durante la estación seca en las asociaciones de gramínea-leguminosa, junto con la composición botánica y química del forraje disponible y seleccionado por los novillos fistulados.

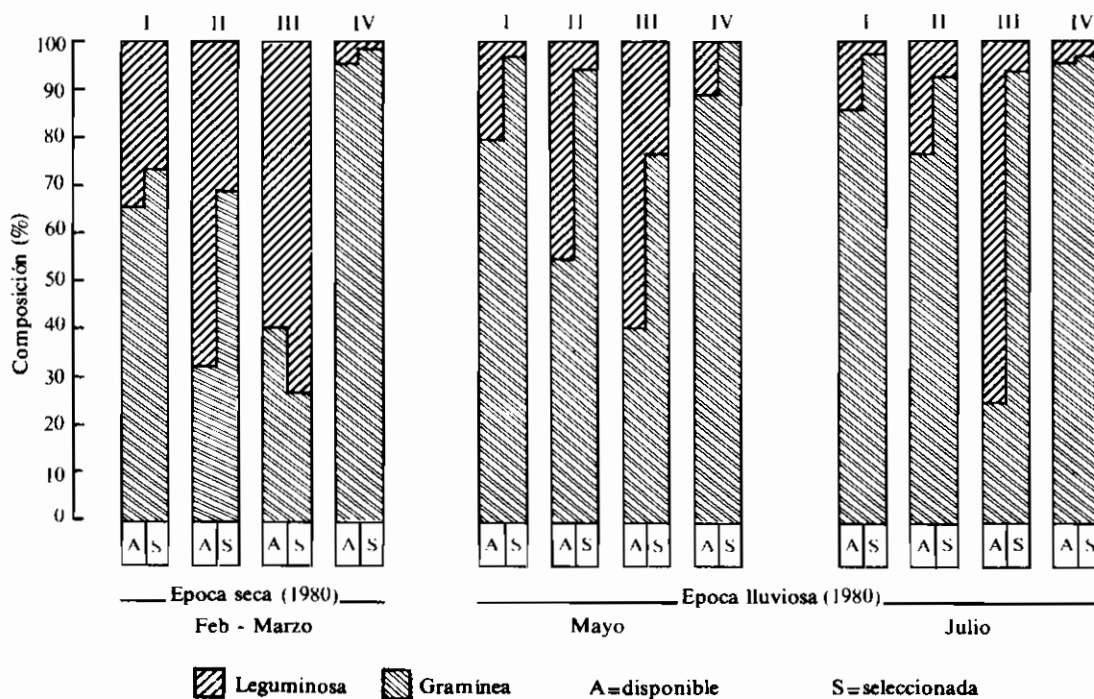


Figura 5. Composición botánica por estación del forraje disponible (por peso) y seleccionado (presente) por novillos con fistulas esofágicas en cuatro asociaciones de gramínea-leguminosa bajo pastoreo, en Carimagua. Mezclas: I= *A. gayanus* + *S. capitata* 1405; II= *A. gayanus* + *S. capitata* 1019 y 1315; III= *A. gayanus* + *P. phaseoloides*; IV= *A. gayanus* + *Z. latifolia*.

Cuadro 6. Digestibilidad *in vitro* (DMSIV) de partes de la planta en el forraje disponible en diversas asociaciones de gramínea-leguminosa, en la estación seca¹ en Carimagua.

Pastura	Componente	DMSIV (%)			
		Hoja	Tallo	Materia muerta	Flores
<i>Andropogon gayanus</i>	Gramínea	51.7	43.4	35.1	-
<i>Andropogon gayanus</i> +	Gramínea	47.8	38.9	32.4	-
<i>Stylosanthes capitata</i>	Leguminosa	65.2	37.2	30.4	65.2
<i>Andropogon gayanus</i> +	Gramínea	54.9	41.8	33.2	-
<i>Stylosanthes capitata</i> 1019	Leguminosa	63.3	41.0	36.0	64.8
<i>Stylosanthes capitata</i> 1315		48.0	41.7	33.4	-
<i>Andropogon gayanus</i> +	Gramínea	56.7	50.0	41.2	59.9
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Leguminosa	53.4	51.8	39.0	-
<i>Andropogon gayanus</i> +	Gramínea	-	48.4	43.5	-
<i>Zornia latifolia</i>	Leguminosa	-	-	-	-
Promedio	Gramíneas	51.2	43.5	35.8	-
	Leguminosas	61.7	44.1	37.8	63.3

¹ Muestreo en febrero 1980.

Cuadro 7. Composición botánica y química del forraje disponible y seleccionado por novillos con fístula esofágica, y cambios en peso vivo en asociaciones de gramínea-leguminosa durante la época seca¹ en Carimagua.

Pastura	Oferta (%)		Selección (%)			Cambios en peso (g/animal/día)
	Leguminosa	Proteína	Leguminosa ²	DMSIV	Proteína	
<i>Andropogon gayanus</i>		2.4	-	49.1	4.2	-21
<i>Andropogon gayanus</i> +						
<i>Stylosantes capitata</i> 1405	34	5.1	26	47.2	6.3	+224
<i>Andropogon gayanus</i> +						
<i>Stylosanthes capitata</i> 1019						
<i>Stylosanthes capitata</i> 1315	67	6.5	31	41.7	6.6	167
<i>Andropogon gayanus</i> +						
<i>Pueraria phaseoloides</i>	58	6.7	73	45.9	9.8	208
<i>Andropogon gayanus</i> +						
<i>Zornia latifolia</i> 728	4	2.7	1	43.2	4.6	21

¹ Período entre diciembre 12 y abril 8 (117 días de pastoreo con una U.A./ha)

² Leguminosa presente

La proteína fue obviamente un factor limitante en la pradera pura de *A. gayanus* y en la de *Z. latifolia* con escasa presencia de leguminosa. Los animales que pastorearon en estas dos praderas seleccionaron forraje de mayor contenido proteínico que el disponible, pero aun marginalmente deficiente hasta el punto de que el peso de los animales se mantuvo o disminuyó. En contraste, en las praderas de *S. capitata* y de *P. phaseoloides*, con mayor proporción de leguminosa en el forraje disponible, los animales ganaron peso, debido probablemente a la corrección de la deficiencia proteínica mediante el consumo de leguminosa.

Resulta interesante que la alta proporción de leguminosa de las praderas de *P. phaseoloides* (58%) y de *S. capitata* 1019 + *S. capitata* 1315 (67%) no produjo mayores aumentos de peso vivo que las asociaciones de *S. capitata* con menos leguminosa (34%). Esto sugiere que si la disponibilidad de leguminosa no resulta limitante en la pradera, sería deseable un balance que favoreciera a *A. gayanus* en comparación con *S. capitata* o *P. phaseoloides* durante la estación seca para obtener mayores aumentos de peso animal.

CIAT-Quilichao. Se estudió el efecto de la intensidad de pastoreo (días de pastoreo) sobre la selectividad en dos asociaciones de gramínea-leguminosa en Quilichao.

Durante seis días seguidos se sometieron a pastoreo pequeñas praderas (550 m²) de *Centrosema pubescens* mezclada con *A. gayanus*, *P. maximum* y *B. decumbens*, primeramente por un grupo A (2 días), luego por un grupo B (2 días), y finalmente por un grupo C (2 días). Se tomaron muestras del forraje disponible y consumido antes de que cada uno de los grupos (A, B y C) entrara a la pradera. Mediante la reducción del número y/o peso de los animales a medida que el pastoreo progresaba desde A hasta C, la presión de pastoreo resultante fue menor con los animales del grupo C (4 días de pastoreo - 51.2 kg de MS/100 kg de PV), en comparación con los animales del grupo A (pastoreo inicial - 25.3 kg de MS/100 kg de PV).

La presencia de la leguminosa en la dieta aumentó con la intensidad del pastoreo. Sin embargo, hubo más leguminosas presentes en las muestras esofágicas de forraje del segundo día de pastoreo que en las del cuarto día, en el cual la disponibilidad de leguminosa fue limitante. La mayor presencia de leguminosa en el forraje consumido estuvo asociada con mayor cantidad de tallo (Fig. 6) y menor digestibilidad *in vitro* del forraje disponible y consumido (Fig. 7). Claramente, los animales seleccionaron *C. pubescens* cuando la calidad del forraje disponible era baja.

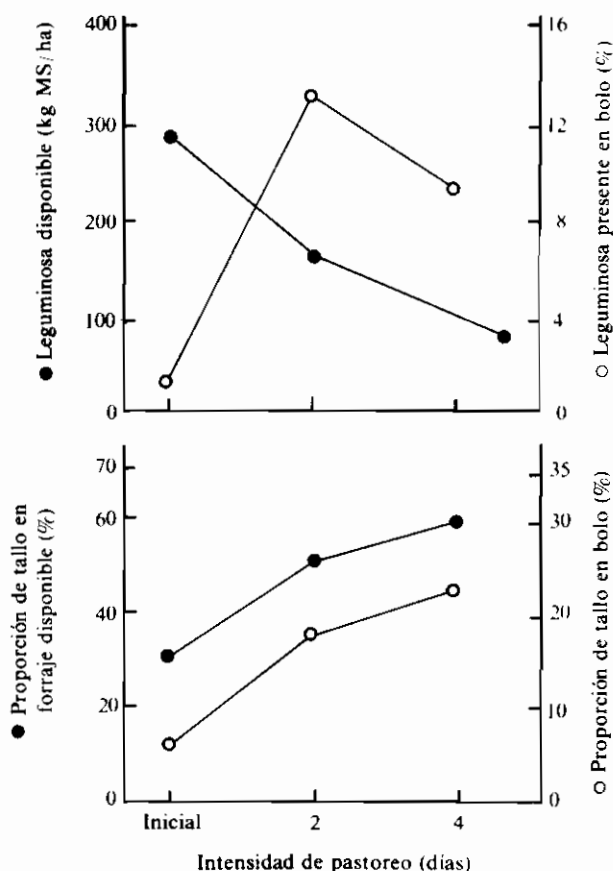


Figura 6. Cambios en la proporción de leguminosa y tallo en el forraje disponible y seleccionado (bolo) por novillos con fistulas esofágicas en *C. pubescens*, *B. decumbens* y *B. decumbens* en asociación con *P. maximum*, bajo distintas intensidades de pastoreo, en CIAT-Quilichao.

Se llevó a cabo otro experimento en CIAT-Quilichao con el objeto de estudiar el pastoreo selectivo en una asociación de *A. gayanus*-*D. ovalifolium* en dos estados de madurez. Se pastorearon pequeñas parcelas (360 m² inmadura y 180 m² madura) durante cuatro días, primeramente por un grupo A (2 días) y luego por un grupo B (2 días). Al igual que en el experimento arriba mencionado, se tomaron muestras del forraje disponible y del forraje seleccionado por animales fistulados del esófago antes de que cada grupo entrara al lote experimental.

Después de dos días de pastoreo, la proporción de gramínea en el forraje disponible disminuyó considerablemente en todos los tratamientos (Fig. 8). Este dominio de *D. ovalifolium* sobre la gramínea asociada se había observado en ensayos de pastoreo para medir ganancia de peso, y se debe a la mayor preferencia del animal por la gramínea en la asociación.

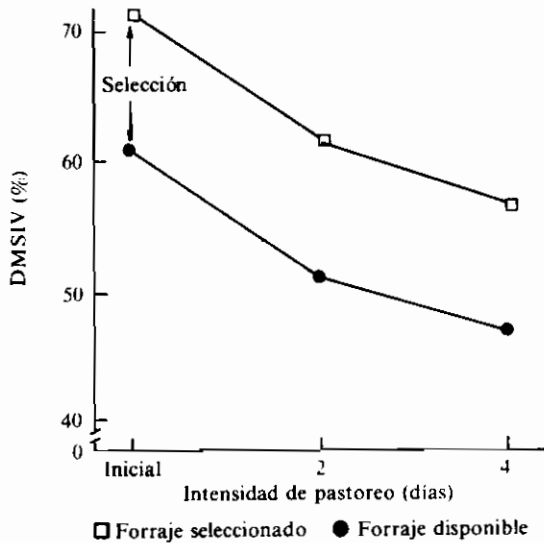


Figura 7. Cambios en la digestibilidad in vitro (DMSIV) del forraje disponible y seleccionado por novillos con fistula esofágica en una asociación de *Andropogon gayanus* + *Panicum maximum* + *Centrosema pubescens*, bajo distintas intensidades de pastoreo, en CIAT-Quilichao.

Sólo cuando la disponibilidad de gramínea era limitante, los animales seleccionaron *D. ovalifolium*. Fue evidente, sin embargo, que la selección de leguminosa fue afectada por el estado de maduración de la gramínea acompañante.

Estos resultados indican el considerable efecto de las diferencias en la palatabilidad relativa de las especies sobre la estabilidad de algunas asociaciones de gramínea-leguminosa. Sería aconsejable determinar primero la preferencia relativa de las especies en las asociaciones promisorias de gramínea-leguminosa antes de planear ensayos de pastoreo para medir producción animal.

Productividad y Manejo de Praderas de Gramínea

Brachiaria decumbens. Esta gramínea ha sido objeto de investigación desde 1978, y los resultados parciales de la mayor parte de 1980 son compatibles con los de años anteriores.

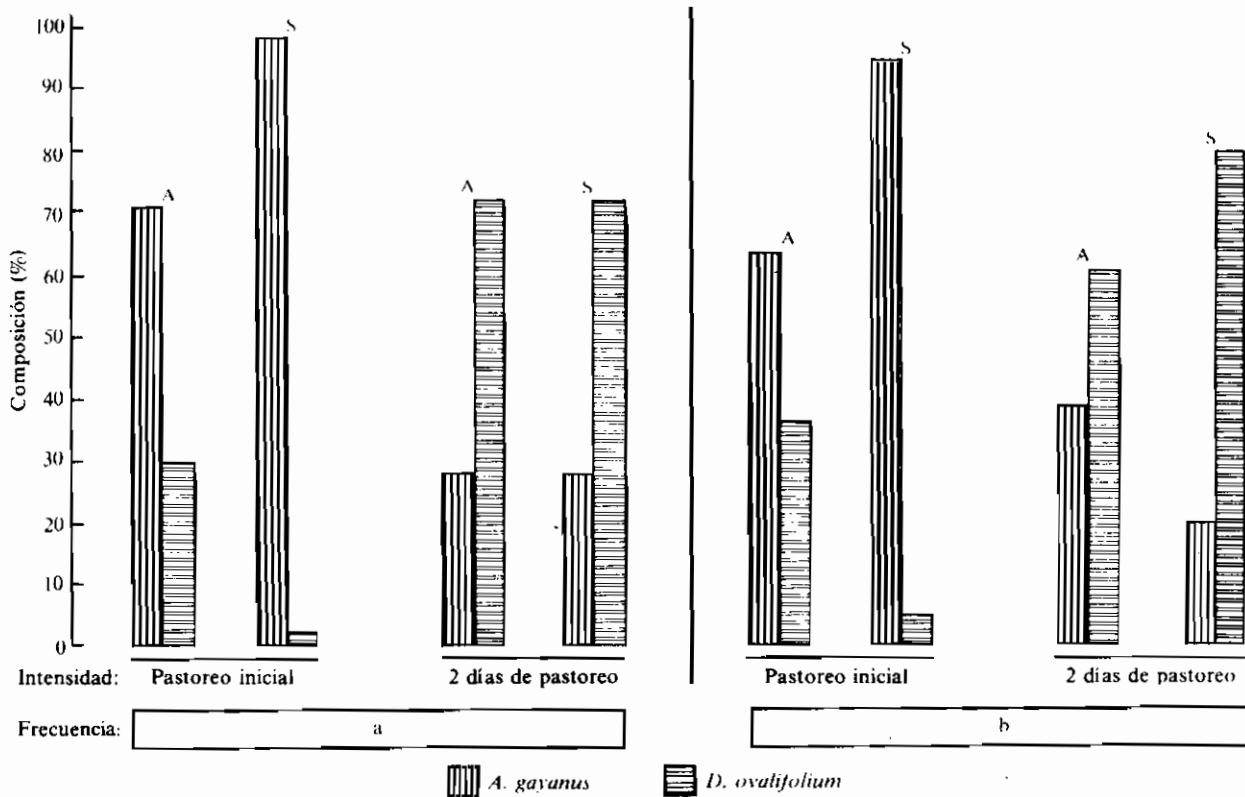


Figura 8. Cambios en la composición botánica del forraje disponible (por peso) y seleccionado (presente) por novillos con fistula esofágica en una asociación de *A. gayanus*-*D. ovalifolium*, bajo diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo, en CIAT-Quilichao. Frecuencia: a) inmadura, b) madura; A= disponible, S= seleccionada.

Por ahora se puede considerar casi terminada la evaluación de esta especie, con excepción de la evaluación a largo plazo bajo tratamiento de manejo óptimo.

Los resultados de estudios sobre comportamiento animal en *B. decumbens* con buen manejo indican que esta gramínea tolera un amplio rango de tasas de carga animal bajo pastoreo continuo. Ha sido posible mantener o aumentar en algo el peso de novillos durante la estación seca y aumentar el peso de los mismos en un promedio de 450 g/día durante la estación lluviosa. Aparentemente, el mejor manejo consiste en el pastoreo continuo con tasa de carga estacionales de 1 a 2 animales/ha, para la estación seca y la lluviosa, respectivamente. La productividad muestra tendencia a disminuir después del cuarto año, como se había informado anteriormente, pero con un mínimo de fertilización de mantenimiento, se registraron aumentos de peso anuales, tanto por cabeza como por hectárea. El Cuadro 8 presenta las ganancias de peso vivo en cuatro años.

Brachiaria decumbens podría considerarse actualmente como la mejor gramínea para las sabanas bien drenadas de Colombia con base en su potencial de producción y su fácil manejo, aunque la susceptibilidad al insecto salivita constituye un riesgo mayor asociado con esta especie. Estos insectos (*Aneolamia* sp. y *Zulia* sp.) no han producido en los Llanos colombianos la misma devastación que produjeron en el Brasil; sin embargo, la

incidencia de la plaga podría aumentar a medida que se siembran mayores extensiones con esta gramínea.

Andropogon gayanus. En 1976, en Carimagua, se sembraron las primeras praderas experimentales de *A. gayanus*. Sin embargo, sólo en 1979 se dispuso de datos sobre producción animal, debido a las dificultades para encontrar un sistema adecuado de manejo para esta gramínea. En el Cuadro 9 se presentan los aumentos de peso animal obtenidos con el tratamiento de pastoreo continuo realizado durante 1979 y hasta agosto de 1980. Hasta el momento, los aumentos de peso vivo obtenidos en 1980 son compatibles con los registrados en 1979. Durante 1980 se modificó el experimento con el objeto de comparar el pastoreo continuo con un sistema de pastoreo intermitente de dos praderas con las mismas tasas de carga animal (2.4, 3.4 y 4.4 animales/ha). Se subdividieron tres praderas (2.94, 3.85 y 5.50 ha) de *A. gayanus* de tres años de edad, y se sometieron a pastoreo intermitente con base en la disponibilidad de forraje del tratamiento con una tasa de carga mediana (3.4 animales/ha). Los resultados preliminares con este sistema de dos praderas, indican que los aumentos de peso vivo durante la estación lluviosa son menores que aquéllos obtenidos con el sistema de pastoreo continuo, a cualquier tasa de carga.

Brachiaria humidicola. Esta es otra especie promisoriosa de gramínea que se ha mantenido en evaluación desde 1978.

Cuadro 8. Aumentos promedio de peso vivo (1976-1979) por estación del año con los mejores tratamientos de *Brachiaria decumbens* en condiciones de pastoreo continuo en Carimagua.

Experimento	Tratamiento	Estación seca	Estación húmeda	Promedio anual		
				Carga	Aumento por cabeza	Aumento por ha
		(g/ U.A./ día)		(U.A./ha)	(kg. U.A.)	(kg/ha)
B1	Tasa fija de carga	45	419	1.7	116	176
B2	Tasa variable de carga (estación lluviosa)	106	439	0.73/3.0 ¹	127	235
B3	Tasa variable de carga (estación seca)	154	439	1.0/2.0	146	266
Promedio		102	450		130	

¹ Estación seca/estación húmeda, respectivamente.

Cuadro 9. Aumentos de peso vivo con *Andropogon gayanus* bajo pastoreo continuo en Carimagua.

Tratamiento	Temporada 1979						Temporada 1980					
	Seca (98 días)		Lluviosa (270 días)		Total (368 días)		Seca (147 días)		Lluviosa (242 días)		Total (362 días)	
	Tasa de carga PV ¹ /día/ (animal/ ha) animal (g)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Aumentos de PV ¹ por animal por ha (kg) (kg)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Aumentos de PV ¹ por animal por ha (kg) (kg)	
Alto	4.4	-86	4.4	365	90	396	1.0	47	4.4	318	77	248
Mediano	3.4	-99	3.4	460	115	391	1.5	83	3.4	518	126	451
Bajo	2.4	-84	2.4	472	119	285	2.0	-49	2.4	629	153	359

¹ PV = peso vivo

Cuadro 10. Aumentos de peso vivo con *Brachiaria humidicola* en dos experimentos bajo pastoreo continuo en Carimagua.

Tratamiento	Temporada 1979						Temporada 1980					
	Seca (97 días)		Lluviosa (271 días)		Total (368 días)		Seca (120 días)		Lluviosa (243 días)		Total (363 días)	
	Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Aumentos de PV por animal por ha (kg) (kg)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Tasa de carga PV ¹ día (animal/ ha) animal (g)		Aumentos de PV por animal por ha (kg) (kg)	
Bajo	1.3	181	1.8/2.5	447	139	207	1.8	-74	1.8, 2.4	116	42	88
Mediano	1.8	-28	2.6/3.6	329	86	196	2.6	-138	2.6, 3.4	107	38	116
Alto	2.4	255	3.4/4.8	279	100	280	3.4	-47	3.4, 4.4	82	30	116

¹ La primera tasa se aplicó en julio-agosto, la segunda en agosto-diciembre.

² La primera tasa se aplicó en diciembre-mayo, la segunda en mayo.

³ PV = peso vivo.

Sin embargo, los datos sobre el comportamiento animal (Cuadro 10) son algo contradictorios, y resulta aparente un efecto considerable y todavía no aclarado, de la pastura. Además, los aumentos totales de peso animal en ambas estaciones son mucho menores que los registrados para *B. decumbens*, lo cual podría explicarse parcialmente mediante los datos disponibles sobre nutrición (ver Cuadro 1) y/o por falta de manejo apropiado del pastoreo.

Se tomaron muestras de praderas de gramínea pura en Carimagua en distintas épocas del año con el objeto de evaluar el efecto de la estación y de la tasa de carga sobre la disponibilidad de forraje y la composición de partes de la planta como posible explicación de las diferencias en el aumento de peso. Como era de esperarse, la tasa de carga afectó en forma significativa la disponibilidad de MS forrajera, como se puede observar en la Figura 9.

La tasa de carga tuvo poco efecto en la composición de partes de la planta durante la estación seca en *A. gayanus*, *B. humidicola* y *B. decumbens* (Figura 10). Durante la estación lluviosa, sin embargo, las mayores tasas de carga produjeron un aumento en la proporción de material muerto en *A. gayanus* y en *B. humidicola*, pero no en *B. decumbens*. Esta diferencia parece estar relacionada con la mayor tasa de carga (4.4 animales/ha) utilizada en *A. gayanus* y en *B. humidicola* en comparación con *B. decumbens* (2.4 animales/ha).

A la menor disponibilidad de forraje, así como a una proporción foliar reducida en el forraje disponible, se puede atribuir en gran medida la disminución en los aumentos de peso vivo registrados durante la estación lluviosa, con el tratamiento de tasa de carga elevada en *A. gayanus* y *B. humidicola*, observable en los Cuadros 9 y 10.

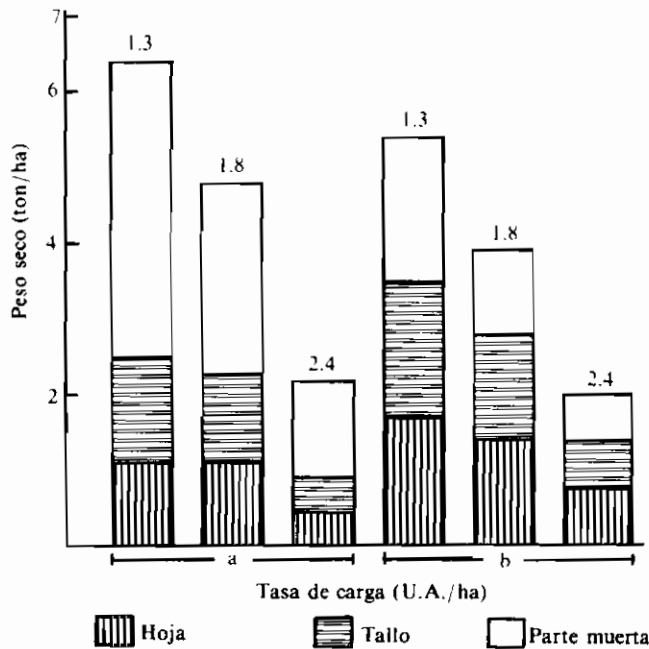


Figura 9. Disponibilidad de forraje y composición de partes de la planta de *Brachiaria decumbens* bajo diferentes tasas de carga en un sistema de pastoreo continuo, en Carimagua. a) Febrero; b) Junio.

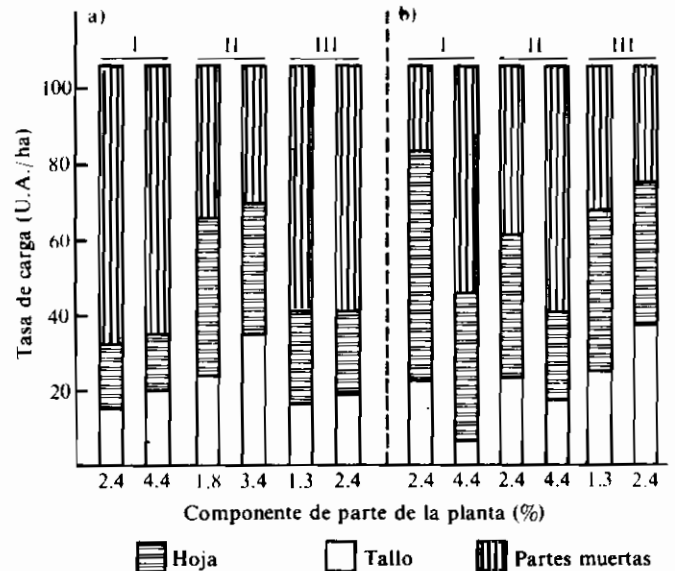


Figura 10. Efectos de la tasa de carga sobre la composición de partes de la planta en tres gramíneas forrajeras bajo pastoreo continuo, en Carimagua. I = *Andropogon gayanus*; II = *Brachiaria humidicola*; III = *Brachiaria decumbens*. a) Estación seca; b) estación húmeda.

Productividad y Manejo en Praderas de Leguminosa-Gramínea

Durante los dos últimos años se han mantenido en evaluación en Carimagua, varias leguminosas (*S. capitata* 1019 + 1315 (mezcla), *S. capitata* 1405, *P. phaseoloides* y *Z. latifolia* 728) en asociación con *A. gayanus*. Cada combinación se estableció en dos praderas de 2 ha cada una. En el mismo bloque experimental fracasaron las praderas bajo pastoreo de *D. ovalifolium* en asociación con *A. gayanus* y con *B. decumbens*, debido a la agresividad de la leguminosa y a la falta de manejo apropiado del pastoreo.

En la Figura 11 se puede observar el manejo del pastoreo aplicado a las asociaciones existentes de gramínea-leguminosa. Las cifras en las barras horizontales se refieren a las tasas de carga (novillos/ha) establecidas a finales de 1979, después de que se hizo evidente que cada pradera tendría que ser manejada independientemente debido a la dinámica de las varias asociaciones.

Al finalizar la estación seca de 1980, se sometió a quema una de cada dos praderas de cada asociación, con excepción de la asociación de *P. phaseoloides*, la cual se

dejó descansar durante la temporada seca para evaluar el efecto sobre la productividad animal. Después de la quema, las otras praderas se dejaron también descansar. Además, se aplicó durante algunos días una elevada intensidad de pastoreo en algunas praderas (p. ej. 34 novillos durante 10 días) y algunas veces en forma repetida para controlar el rápido crecimiento de *A. gayanus* y facilitar la mejor penetración de la luz para las leguminosas.

En el Cuadro 11 se enumeran los aumentos de peso animal obtenidos en las dehesas no sometidas a quema. La asociación de *A. gayanus* con *S. capitata*, *P. phaseoloides* y *Z. latifolia* produjo aumentos de peso animal algo inferiores durante el segundo año de pastoreo. Esto se debió principalmente a los aumentos relativamente bajos de peso obtenidos durante la temporada seca, especialmente en la asociación con *Zornia* en la cual la disponibilidad de la leguminosa fue extremadamente baja. Cuando comenzó el pastoreo experimental (estación seca de 1978-79), la disponibilidad total de forraje fue mayor que la de la estación seca

siguiente. Por lo tanto, el comportamiento animal observado durante el primer año no representa la productividad animal potencial de estas praderas. Las asociaciones de *S. capitata* y de *P. phaseoloides* todavía producían aumentos razonables de peso durante la temporada seca de 1980, especialmente cuando se las compara con las praderas de gramínea pura, que cuando mucho, sólo pudieron sostener el peso.

Z. latifolia se recuperó bien al comienzo de la estación lluviosa en las asociaciones con *A. gayanus*, debido principalmente a una alta población de plántulas nuevas. Hasta el momento, la pradera de *Zornia* no sometida a quema ha producido un elevado aumento de peso animal, con una tasa inferior de carga (1.4 animales/ha), en comparación con la tasa utilizada en otras asociaciones (1.8 animales/ha).

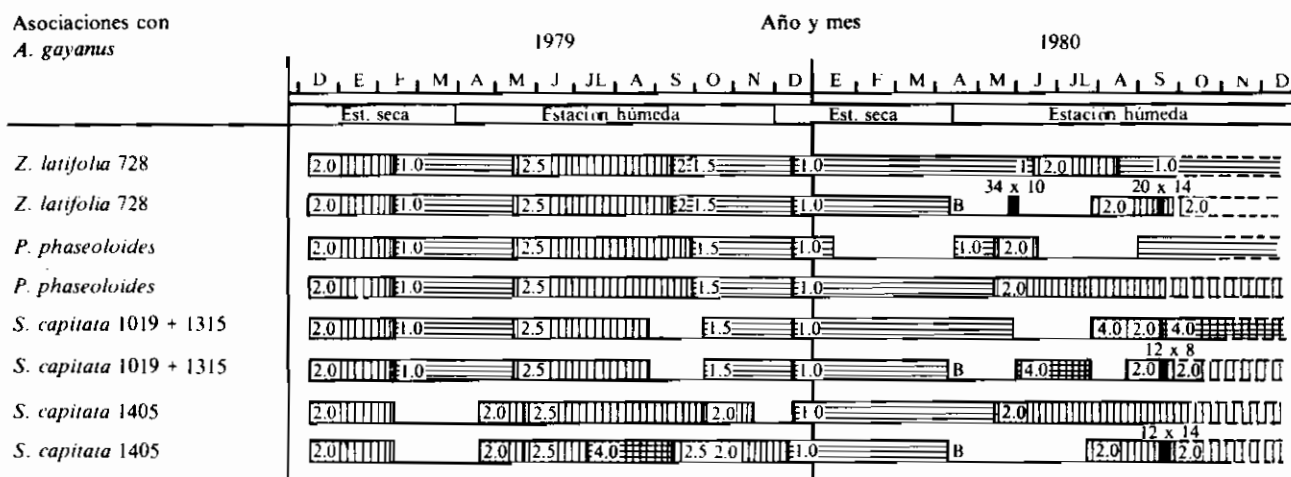


Figura 11. Manejo de praderas con base en leguminosas durante 1979 y 1980 en Carimagua. Cifras dentro de las barras horizontales son novillos/ha; las cifras sobre las barras son U.A. x No. de días de pastoreo. B = quema.

Cuadro 11. Ganancias de peso en pie en asociaciones de *Andropogon gayanus* con cuatro leguminosas forrajeras en Carimagua.

Leguminosa asociada con <i>A. gayanus</i>	Estación 1979						Estación 1980					
	Seca (96 días) ¹		Lluviosa (272 días) ¹		Total (368 días)		Seca (118 días) ¹		Lluviosa (248 días) ²		Total (366 días)	
	Carga (animal/ha)	PV día animal (g)	Carga (animal/ha)	PV día animal (g)	Ganancia diaria, peso en pie por cabeza ha (kg)		Carga (animal/ha)	PV día animal (g)	Carga (animal/ha)	PV día animal (g)	Ganancia, peso en pie por cabeza ha (kg)	
<i>S. capitata</i> 1019 + <i>S. capitata</i> 1315	1.7	500	1.5	679	233	367	1.0	167	1.8	609	170	238
<i>S. capitata</i> 1405	-	-	1.9	667	196	(372)	1.0	224	1.8	625	192	324
<i>Z. latifolia</i>	1.7	317	1.9	776	242	453	1.0	21	1.4	744	184	223
<i>P. phaseoloides</i>	1.7	371	2.0	681	221	419	1.0	208	1.8	667	190	322

¹ Promedio en dos praderas de 2 ha cada una.

² Promedio en una pradera de 2 ha.

Se dejó descansar durante la temporada seca una de las praderas de *A. gayanus*-*P. phaseoloides* con el objeto de evitar la desaparición de la leguminosa, conocida por su susceptibilidad a las condiciones de sequía. Aparentemente esta decisión fue equivocada y dio como resultado el dominio de la leguminosa durante la siguiente estación lluviosa. En vista de la considerable preferencia observada por la leguminosa durante la estación seca, parece que la asociación *A. gayanus*-*P. phaseoloides* debe pastorearse durante tal estación cuando sea necesario, así como para mantener el equilibrio dentro de la asociación. Alternativamente, debido a la aparente escasa palatabilidad de la leguminosa con relación a la gramínea durante la estación lluviosa, sería deseable variar la intensidad de pastoreo o usarlo intermitentemente, con el objeto de obtener un mayor equilibrio entre la gramínea y la leguminosa hacia finales de la temporada de lluvias.

Aunque no se dispone de datos sobre la productividad animal en las praderas de *A. gayanus* con *S. capitata* 1019 y 1405 que se sometieron a quema a finales de la estación seca de 1980, se evaluaron la disponibilidad de forraje de la pradera, así como la distribución de partes de la planta y la composición botánica de la pradera. Como era de esperarse, *A. gayanus* en la pradera bajo quema presentó una mayor proporción de hoja, en comparación con la gramínea sin quema por lo menos durante parte de la estación lluviosa. La disponibilidad de los ecotipos de *S. capitata* disminuyó después de la quema (Fig. 12), aunque *S. capitata* 1019 se recuperó más rápidamente que *S. capitata* 1405, al caer las primeras lluvias. En general, la quema de las pasturas de gramínea-leguminosa parece involucrar un factor de riesgo que probablemente no vale la pena tomar.

Se están realizando experimentos de manejo del pastoreo en Carimagua y en CIAT-Quilichao para encontrar una explicación a la dinámica de las asociaciones de gramíneas con *D. ovalifolium*. Como se explicó anteriormente, esta leguminosa falló en Carimagua debido a su palatabilidad y agresividad relativamente escasa.

Parece que el efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo sobre la proporción de leguminosa es específico para cada asociación en cuanto al hábito de crecimiento, la competencia por la luz y la palatabilidad relativa de las especies asociadas. En mezcla con las gramíneas *A. gayanus*, *P. maximum* y *B. decumbens*, en CIAT-Quilichao, el pastoreo frecuente (a intervalos de cuatro semanas) proporcionó una mayor cobertura de la leguminosa, especialmente con las dos primeras (Fig. 13).

En el caso de gramíneas de tipo arbustivo tales como *A. gayanus* y *P. maximum*, el pastoreo menos frecuente ha favorecido el crecimiento de la gramínea, lo cual afecta adversamente a la leguminosa en su competencia por la luz.

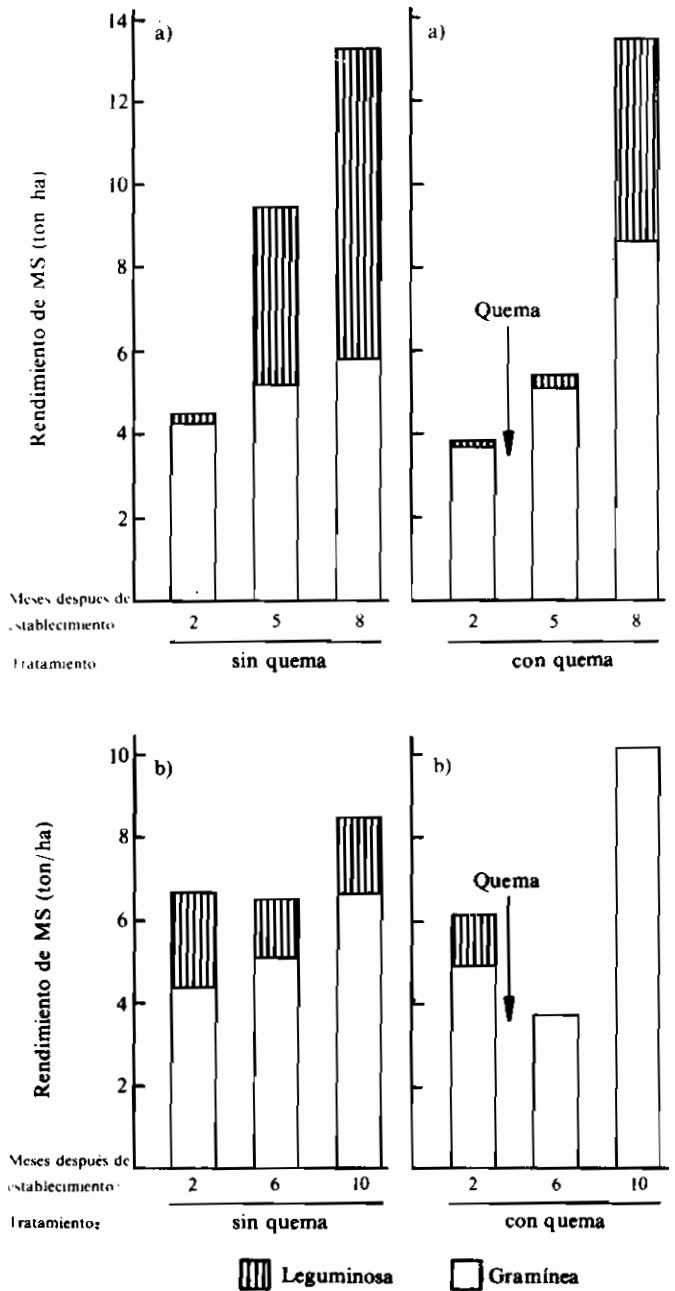


Figura 12. Disponibilidad de forraje y composición botánica de *Andropogon gayanus* con y sin quema en asociación con *Stylosanthes capitata* 1019 y 1405, en Carimagua. a) *S. capitata* 1019; b) *S. capitata* 1405.

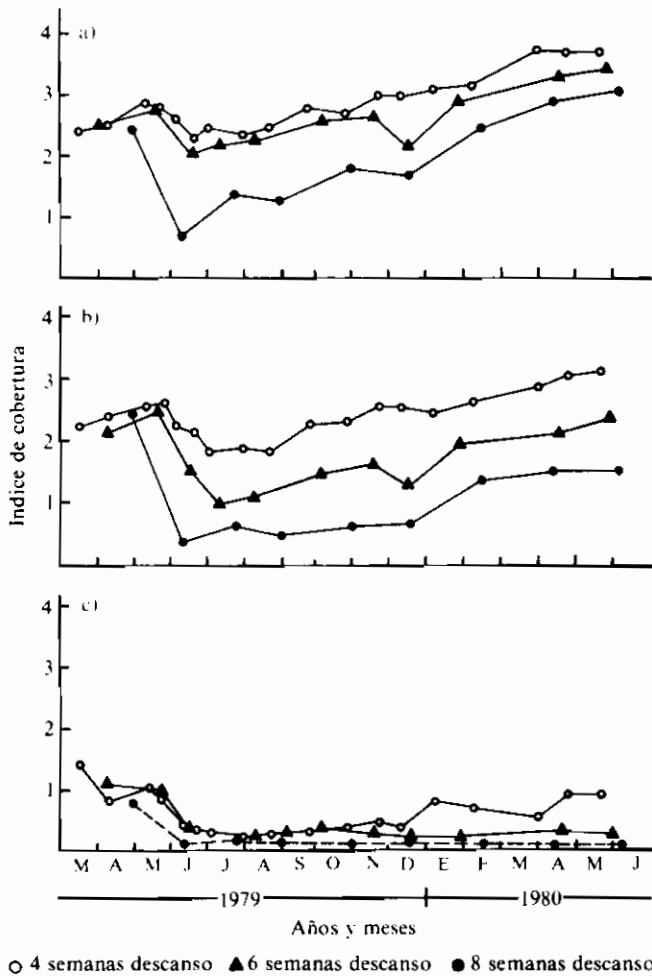


Figura 13. Efectos de la frecuencia del pastoreo sobre la cobertura de *Desmodium ovalifolium* en asociación con tres gramíneas en CIAT-Quilichao. Intensidad de pastoreo alta: a) con *A. gayanus*, b) con *P. maximum*; c) con *B. decumbens*.

En otro experimento, la baja intensidad de pastoreo favoreció a *C. pubescens* asociada con *A. gayanus*, pero no fue este el caso con la combinación *D. ovalifolium*-*B. decumbens*, probablemente debido a diferencias en la palatabilidad relativa.

En CIAT-Quilichao también se está estudiando el efecto del pastoreo continuo, del pastoreo rotacional y del corte sobre la composición botánica de una asociación de *B. decumbens*-*D. ovalifolium*. Después de 11 meses de pastoreo continuo o rotacional, el componente leguminoso de la pradera ha tendido a aumentar, pero ha disminuido bajo corte (Fig. 14). Esto se puede atribuir a la preferencia de los animales por *B. decumbens*, especialmente durante la estación lluviosa. Obviamente, cuando se somete a corte, el forraje se elimina uniformemente de la pradera. La asociación *B. decumbens*-*D.*

ovalifolium parece poseer un gran potencial siempre y cuando se logren un buen establecimiento y un buen manejo.

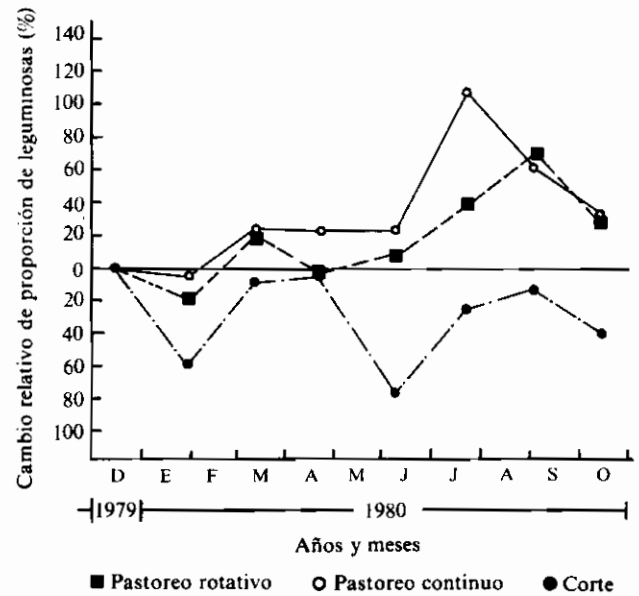


Figura 14. Cambio relativo en la proporción de leguminosa en una asociación de *Brachiaria decumbens* + *Desmodium ovalifolium*, bajo tres sistemas de pastoreo, en CIAT-Quilichao.

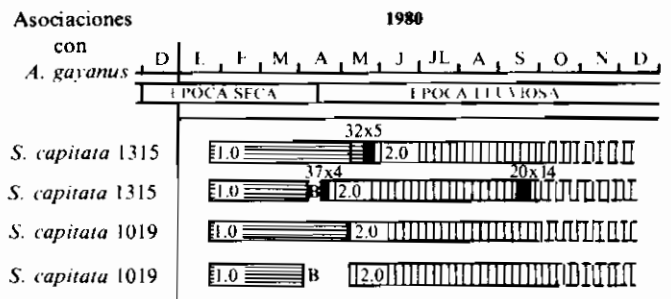


Figura 15. Manejo de praderas a base de leguminosas establecidas en 1979, en Carimagua. Las cifras dentro de las barras horizontales significan novillos/ha; las cifras sobre las barras son U.A. x No. días de pastoreo. B = quema.

En 1979, se establecieron asociaciones adicionales de gramínea-leguminosa con *A. gayanus* con el objeto de estudiar las posibles diferencias en la productividad animal entre *S. capitata* 1019 de floración precoz, y *S. capitata* 1315 de floración intermedia. En la Figura 15 se presenta el plan de manejo del pastoreo.

Durante la estación lluviosa de 1980, fue evidente la gran diferencia en el vigor de la planta entre los dos ecotipos de *S. capitata*. No se sabe si las diferencias en las

etapas de floración de los ecotipos tendrán alguna influencia en la producción animal.

Otra alternativa en la utilización de leguminosas, especialmente aquellas de difícil manejo, es la denominada "bancos de proteína" y que se refiere a la utilización de franjas o bloques de leguminosa en una pradera de gramínea. Se evaluó este concepto con *P. phaseoloides* en combinación con *B. decumbens* y con

especies nativas de la sabana. Los resultados sugieren que el banco de proteína de *P. phaseoloides* con *B. decumbens* puede producir tantas ganancias de peso animal como la asociación (Cuadro 12). La misma leguminosa con sabana nativa proporcionó una mayor capacidad de carga y mayores aumentos de peso vivo en la sabana. La producción por animal fue similar o mayor con la mayor tasa de carga continua (0.5 novillos/ha) que con la menor tasa de carga (0.25 novillos/ha).

Cuadro 12. Aumentos de peso vivo en *Brachiaria decumbens* con especies nativas de la sabana suplementadas con bloques, franjas y bancos de *Pueraria phaseoloides* en Carimagua.

Tratamiento	Temporada 1979 ¹						Temporada 1980					
	Seca (97 días)		Lluviosa (190 días)		Total (287 días)		Seca (118 días)		Lluviosa (248 días)		Total (366 días)	
	Tasa de		Tasa de		Aumentos de PV		Tasa de		Tasa de		Aumentos de PV	
	carga ² (animal/ ha)	PV / día/ animal (g)	carga ² (animal/ ha)	PV / día/ animal (g)	por animal (kg)	por ha (kg)	carga ² (animal/ ha)	PV / día/ animal (g)	carga ² (animal/ ha)	PV / día/ animal (g)	por animal (kg)	por ha (kg)
Bloques de <i>B. decumbens</i> con <i>P. phaseoloides</i>	2.0	311	2.0/2.5	478	121	278	1.0	313	1.8	460	134	262
Franja de <i>P. phaseoloides</i>	2.0	272	1.0/2.5	624	145	333	1.0	417	1.8	591	174	314
Sabana con banco de <i>P. phaseoloides</i> ³	0.25	172	0.25	475	146	36	0.25	126	0.25	395	113	28
Banco de <i>P. phaseoloides</i> ³	0.50	10	0.50	443	122	61	0.50	52	0.50	460	120	60

¹ Debido a la escasa disponibilidad de la leguminosa el pastoreo finalizó en diciembre.

² 3.8 ha/animal en sabana nativa y 0.2 ha/animal en chancros.

³ 1.8 ha/animal en sabana nativa y 0.2 ha/animal en bancos.

Cálculo del Forraje Disponible

El método de doble muestreo para calcular forraje disponible es una técnica sencilla y no destructora, especialmente útil para medir la cantidad de forraje en pasturas muy heterogéneas de gramínea pura. Sin embargo, el método presenta algunas dificultades cuando se trata de calcular el rendimiento de forraje en las praderas básicamente leguminosas.

Se ensayó una modificación del método de doble muestreo basada en el hecho de que el volumen del forraje incluye dos componentes, la altura de la planta y el área de la misma. En lugar de hacer un cálculo visual del volumen del forraje, se midieron tanto la altura de la

planta como la cobertura de los dos componentes de gramínea y leguminosa. Se encontró una correlación positiva altamente significativa ($P < 0.01$) entre **altura x cobertura** y **peso seco** de la gramínea y la leguminosa. Esta elevada correlación no sólo se presentó en las gramíneas arbustivas (asociación *A. gayanus* + *S. capitata*) sino también en las gramíneas estoloníferas (asociación *B. decumbens* + *D. ovalifolium*).

Se pueden resumir las ventajas del método de **altura x cobertura** para calcular el rendimiento de materia seca así: a) Las mediciones de altura y cobertura son más

objetivas que los cálculos corrientes del volumen de forraje (doble muestreo); b) las mediciones se pueden efectuar en la gramínea y en la leguminosa, y se puede calcular independientemente el peso seco de cada componente; c) es posible obtener información adicional

sobre la composición botánica y la estructura de la pastura. Con el objeto de validar el procedimiento propuesto y reducir el sesgo en los cálculos hechos por distintos investigadores, se reúne actualmente mayor información en una gran variedad de pasturas.

La sección de Utilización de Pasturas y Producción Animal en el Centro de Estudios de los Cerrados tiene la responsabilidad de evaluar el germoplasma nuevo en ensayos de pastoreo a gran escala, después de seleccionado en otras secciones del Programa. Simultáneamente se realizan experimentos sobre manejo animal para determinar las clases de animales destinadas prioritariamente a la pastura mejorada, y las estaciones del año o el ciclo reproductivo en que ésto debe ocurrir para obtener utilización de la pastura y productividad animal óptimas.

Debido al tiempo requerido para la evaluación sistemática en etapas del germoplasma y para la multiplicación de semilla, se está poniendo a disposición material nuevo en el CPAC para los ensayos de pastoreo en gran escala. Dentro del esquema de evaluación estandarizado, estos materiales se someten a tres tasas fijas de carga animal durante el año, tiempo en el cual se evalúa la planta en la pradera y con respecto a producción animal.

Evaluación de Pasturas

Dado que se están sembrando extensas zonas de Cerrado con gramíneas y leguminosas relativamente nuevas en el área, y como se sabe muy poco acerca de su manejo a largo plazo, se están efectuando experimentos de pastoreo que proporcionarán mayor información sobre la materia.

Resultados previos en el CPAC han demostrado la posibilidad de obtener excelentes aumentos de peso con tasas de carga de hasta 2 animales/ha, durante la primera estación lluviosa después del establecimiento.

Sin embargo, las pérdidas de peso son severas durante la estación seca subsiguiente porque el pastoreo previo demasiado intensivo deja relativamente poca MS.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de dos tasas de carga en *Brachiaria ruziziensis* con *Glycine wightii* y *Macroptilium* sp. Los animales en la tasa baja de 0.80 U.A./ha pesaron 48% más después de un año que los animales en la tasa de carga alta de 1.43 U.A./ha; sin embargo, los aumentos de peso por hectárea fueron un 35% mayores con la tasa de carga más alta. Al entrar en el segundo período de sequía resultó obvio que debido a la poca disponibilidad de MS, la alta tasa de carga no se podría continuar a riesgo de perder algunos animales por hambre y destruir la pradera, de manera que se redujo aún más la tasa de carga anual. El porcentaje de leguminosa en la pastura pareció estar directamente relacionado con la tasa de carga, especialmente durante la estación lluviosa. El cambio estacional de la leguminosa en la composición total de MS también estaría indicando que el animal en pastoreo consume muy poca leguminosa durante la estación lluviosa pero recurre a ella cuando la calidad de la gramínea disminuye en la estación seca. Esto se puede observar especialmente con la baja tasa de carga, con la cual el animal puede ser más selectivo.

En un experimento similar, se comparó *B. ruziziensis* en asociación con *Calopogonium mucunoides* con *B. ruziziensis* más 40 kg N/ha/año, en forma de urea (Cuadro 2). Las mayores tasas de carga de este experimento, en comparación con las del experimento arriba mencionado, se reflejaron en los menores aumentos individuales. Los aumentos por hectárea fueron excepcionalmente altos durante el primer año, debido en gran parte a la abundancia de forraje cuando se comenzó el experimento al finalizar la estación de lluvias. Se presentó un mejoramiento definitivo en el comportamiento animal cuando se aplicó N (Cuadro 2) durante el primer año. Se espera que esta diferencia disminuirá con el tiempo a medida que la leguminosa comience a jugar su papel en proporcionar N a la gramínea.

La leguminosa *C. mucunoides* parece estar bien adaptada a la región del Cerrado; sin embargo, todavía se cuestiona su contribución en condiciones locales a la producción animal en una pradera mixta.

Cuadro 1. Efecto de la tasa anual en el comportamiento de terneros Cebú en una pradera a base de leguminosa (*Glycine wightii* y *Macroptilium* sp.) y *Brachiaria ruziziensis* en CPAC, Brasil.

Número de animales	Tasa carga (U. A. / ha)	Peso de los animales (kg)		Aumento total (kg)		
		Inicial	Final	Diario	Diario	Por ha
10	0.80	114	243	0.353	129	258
20	1.43	114	201	0.239	87	348

Cuadro 2. Comportamiento de terneros Cebú en pasturas de *Brachiaria ruziziensis* y *B. ruziziensis-Calopogonium mucunoides*, fertilizadas con N en CPAC, Brasil.

Pastura	Estación						Aumento total	
	Seca			Lluviosa			Animal (kg)	Por ha (kg)
	Animales	(UA)	Aumento/animal (kg)	Animales	(UA)	Aumento/animal (kg)		
<i>B. ruziziensis</i> + N	2.0	(0.75)	54	5.0	(2.1)	102	156	611
<i>B. ruziziensis</i> + <i>C. mucunoides</i>	2.0	(0.75)	54	5.0	(2.0)	79	133	492

La leguminosa cubría sólo un 10% de una pradera al principio de la estación lluviosa pero había aumentado hasta aproximadamente un 65% de la composición total al terminar las lluvias en mayo. La gramínea fue sometida a un pastoreo demasiado intensivo, y *C. mucunoides* casi no había sido tocada debido a su poca aceptación por parte del animal. Durante la segunda estación seca (incompleta todavía) parece que los animales están consumiendo algo de la leguminosa. Aunque presenta el problema de caída de las hojas durante la estación seca, los animales son capaces de consumirlas. Los datos obtenidos durante el primer año también sugieren que la utilización de una menor tasa de carga anual permitiría a *B. ruziziensis* competir más vigorosamente con la leguminosa, de manera que se tenga disponible una mezcla gramínea-leguminosa más nutritiva durante la estación seca.

El primer germoplasma que alcanzó la Categoría IV en CPAC se sembró durante el año. Ocho hectáreas de *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes scabra* cv. Seca se someterán a pastoreo con tres tasas de carga como fase final del proceso de evaluación.

Utilización de Pasturas y Producción Animal

El trabajo en utilización de pasturas en las operaciones de cría, práctica común en los Cerrados, se centra en el aumento de la productividad mediante el aumento de la

reproducción en el hato y en el rápido desarrollo del ternero. Para poder aumentar la reproducción del ganado local es necesario asegurarse de su alta fertilidad potencial.

Período de destete. Se realizó un experimento de corta duración para medir los efectos del suministro de energía después del parto y de la edad al destete, sobre el tiempo de servicio (tiempo transcurrido entre el parto y la reconcepción). Como se esperaba, un alto nivel de energía acortó el período de servicio de más de cinco meses hasta menos de cuatro. El acortamiento del período de destete, sin embargo, tuvo un efecto mucho más notorio.

Cuando se destetó el ternero al mes de edad, se acortó el período de servicio de más de 200 días (destete a los cinco o seis meses) hasta 56 días, lo cual resulta aceptable para cualquier raza en cualquier medio. Aunque el destete al mes no se considera práctico, se comprobó que las vacas se tornan fértiles si se les brindan las condiciones apropiadas. El destete a los tres meses también produjo un tiempo de servicio menos prolongado (100 días o menos) que el logrado mediante el suministro de energía extra. El destete a los tres meses es factible si se practica un buen manejo, y ofrece una alternativa para aumentar la reproducción en aquellas localidades donde resulta más atractivo el levante de terneros que el mejoramiento de las praderas nativas para los hatos.

Experimentos con hatos. El experimento de sistemas de hato a largo plazo, descrito el año anterior (CIAT, Inf. Anual Progr. Pastos Trop., 1979) muestra actualmente muy poco efecto del tratamiento en el peso de las vacas durante la temporada de apareamiento; sin embargo, se observa una tendencia definitiva hacia su mayor peso en el segundo año. Esto se podría considerar un efecto general del destete precoz y del mejor manejo, o también podría ser sólo un efecto anual.

La edad del destete no pareció afectar el peso de las vacas durante la época de apareamiento de noviembre a febrero; durante la época de apareamiento de abril a mayo, sin embargo, las vacas destetas a los tres meses tenían 16 kg más de peso que las destetas a los cinco meses (Cuadro 3). El considerable efecto del destete precoz sobre la tasa de concepción fue evidente en el hato con época de apareamiento de 90 días, en el cual la concepción fue de un 92% de las vacas destetas a los tres meses, en comparación con 65% de las vacas destetas a los cinco meses. Muchas fueron destetas a mediados de la época de apareamiento, lo que les permitió tener uno o dos ciclos estrosos sin el ternero en la estación de apareamiento.

Debido a que muy pocas de las vacas destetas a los tres meses son en realidad destetadas antes de finalizar la época de apareamiento de 45 días que sigue inmediatamente después del parto, hay pocas

probabilidades para el efecto del destete en ese período de apareamiento. Sin embargo, todas las vacas de los dos tratamientos de apareamiento de 45 días habrán destetado sus terneros por lo menos un mes antes de entrar en la segunda época de apareamiento después del parto; esto debería eliminar buena parte del efecto de la separación precoz del ternero en este sistema de apareamiento.

Esto resulta muy claro en los resultados que demuestran que un 51% de las vacas que parieron en septiembre, del apareamiento de 90 días (hato A), volvieron a concebir en dos años consecutivos, en comparación con los hatos de vacas B y C que presentaron sólo un 29 y un 12% de reconcepción, respectivamente, durante el primer apareamiento de 45 días. Sin embargo, durante el segundo apareamiento de 45 días y después del destete de todas las vacas, volvieron a concebir un 53 y un 85%, respectivamente. De las 24 vacas que parieron en febrero solamente tres concibieron en la estación de apareamiento de abril-mayo; el resto concebirá seguramente en la siguiente época de apareamiento en noviembre. Después de dos años no hay diferencias en las tasas de reproducción entre los tres hatos, todos los cuales presentan tasas de parición superiores al 75%. El resultado más inesperado es que el hato en la pradera nativa mantenga hasta ahora una tasa de fertilidad tan alta.

Cuadro 3. Efectos de la edad de destete del ternero en el peso de vacas Gir y en las tasas de concepción durante la época de apareamiento en el Cerrado brasileño.

Tratamientos	Epoca apareamiento noviembre-febrero		Epoca apareamiento abril-mayo		Concepción anual (%)
	edad del destete		edad del destete		
	3 meses	5 meses	3 meses	5 meses	
Un apareamiento de 90 días en pasto mejorado					
Peso promedio (kg)	333	339	---	---	
Concepción (%)	92 (25) ¹	65 (26)	---	---	78 (51)
Dos apareamientos de 45 días en pasto mejorado					
Peso promedio (kg)	338	339	374	358	
Concepción (%)	42 (19)	42 (19)	59 (17)	50 (18)	69 (51)
Dos apareamientos de 45 días en pasto nativo					
Peso promedio (kg)	330	332	367	350	
Concepción (%)	47 (19)	32 (19)	60 (15)	79 (19)	78 (50)

¹ Las cifras entre paréntesis son el número de vacas.

Desarrollo de terneros. Probablemente la mayor dificultad para mejorar la producción mediante el destete precoz es el cuidado del ternero posterior al destete. Las vacas en los sistemas de hato produjeron más de 100 terneros en 1979 nacidos en septiembre o en febrero y destetados a los tres o a los cinco meses. En el momento del destete todos los terneros se trasladaron a una pastura mejorada que consistía en *A. gayanus* o en *B. ruziziensis* más una leguminosa. El peso a los seis meses de los terneros que nacieron al finalizar la estación seca (septiembre) fue superior en 18 kg al de los terneros nacidos a mediados de la estación lluviosa (febrero). Las diferencias se deben a la disponibilidad estacional de pastura para los terneros después del destete.

Durante la estación seca, se ensayaron bajo pastoreo dos pasturas diferentes (*B. ruziziensis* + *G. wightii* + *Macroptilium* sp. o *A. gayanus* + *Stylosanthes guianensis* cv. Cook) con respecto a su potencial para mantener terneros destetados durante este período crítico. Ambos grupos aumentaron de peso, pero la pastura de *A. gayanus*-*Stylosanthes guianensis* produjo aumentos tres veces superiores a los de la pastura de *B. ruziziensis*-

leguminosa mixta. El *Andropogon gayanus* es definitivamente más resistente a la sequía que *B. ruziziensis*, la cual no produce materia verde durante la estación seca y parece ser inferior a *A. gayanus* como gramínea asociada para la mayoría de las leguminosas.

Probablemente los resultados más interesantes obtenidos el año pasado fueron los referentes al levante exitoso de los terneros destetados precozmente. Los terneros destetados a los tres meses sufrieron un retraso esperado en el aumento de peso al momento del destete. Sin embargo, siguieron aumentando de peso y su crecimiento era sostenido cuando los terneros destetados a los cinco meses sufrieron el estrés de un destete similar, lo que brindó a los terneros destetados antes la oportunidad de alcanzar parcialmente a los últimos. Los resultados después de un año demuestran que los terneros del primer grupo fueron sólo 12 kg más livianos que los terneros destetados a los cinco meses. Esto se logró mediante el destete de los terneros directamente en una pradera de alta calidad de gramínea-leguminosa formada por *A. gayanus* + *S. guianensis* cv. Cook, sin necesidad de concentrados.

El objetivo de la sección es el estudio y desarrollo de esquemas de medicina preventiva de la salud animal, ajustados a los sistemas de producción y manejo de pastos y ganado desarrollados por el Programa de Pastos Tropicales. El año pasado se explicaron detalladamente las estrategias para lograr este objetivo (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

Inventario de Enfermedades Animales

El propósito principal de la recolección y análisis de la información sobre la incidencia e importancia de las enfermedades animales es la cuantificación y evaluación de la magnitud relativa de las condiciones patológicas del ganado en el área de interés del Programa. El registro de las mismas es importante para comprender la evolución actual de las infecciones, comparar los hallazgos en diferentes áreas y ecosistemas, y decidir cuáles problemas necesitan más estudio. El inventario de enfermedades contiene información recopilada de estadísticas oficiales, informes técnicos profesionales, encuestas a productores ganaderos, hallazgos hechos en mataderos, información de visitas a fincas específicas, y análisis de laboratorio de muestras tomadas a animales. De esta manera se ha podido reunir y analizar un volumen considerable de información.

En el Cuadro 1 se presenta una clasificación preliminar de las enfermedades y otros problemas de salud según su impacto actual en la productividad y su prioridad para el Programa de Pastos Tropicales. Es importante destacar que el impacto de tales condiciones sobre la productividad no constituye el único criterio para la definición de prioridades dentro del Programa. También se toman en cuenta consideraciones tales como la disponibilidad de un esquema específico de medicina preventiva o de vacunación para el control de la enfermedad, el trabajo adelantado por organizaciones nacionales o internacionales, y las deficiencias en el conocimiento de los factores involucrados en la disminución de la productividad.

Cuadro 1. Inventario de enfermedades animales en el área de interés del Programa de Pastos Tropicales.

Enfermedad	Calificación del efecto sobre la productividad	Prioridad para el Programa Pastos Tropicales CIAT
Garrapatas (<i>B. microplus</i>)	Mediano	1
Anaplasmosis	Mediano	1
Babesiosis	Mediano	1
Síndrome de fotosensibilización	Mediano	1
Vermes intestinales	Alto	2
Síndrome de mortalidad de terneros	Alto	2
<i>Dermatobia hominis</i> (nuche)	Bajo	2
Leptospirosis e IBR	Mediano	2
Plantas tóxicas	Bajo	3
Carbón sintomático	Mediano	3
<i>Trypanosoma vivax</i>	Bajo	3
Fiebre aftosa	Alto	4
Brucelosis	Alto	4
Tuberculosis	Bajo	4
Cisticercosis	Bajo	4

Con base en tales consideraciones, parece que la garrapata, *Boophilus microplus*, ampliamente diseminada en toda el área de interés, está ganando importancia como factor limitante de la producción en muchas regiones dentro del área. Existen indicios de que puede llegar a ser el principal entre los limitantes de la salud animal para el incremento de la productividad ganadera debido a la intensificación de los sistemas de producción surgidos de la utilización de mejores pasturas.

Las infecciones hemoparasitarias por *Babesia* sp. y *Anaplasma* sp. se vinculan a las garrapatas debido a que se ha comprobado que éstas transmiten fácilmente la primera de estas infecciones y hay evidencias de que también transmiten la segunda. La importancia de las garrapatas dentro del área de interés varía considerablemente, dependiendo del ambiente y de la intensidad del control.

Los exámenes hechos a los animales en fincas comprendidas por el Proyecto de Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES) revelan que las fincas de los Llanos colombianos presentan un 10% de infestación en los animales, en comparación con un 8% en Mato Grosso y 14% en el norte de Goiás, en Brasil. Aunque Goiás presenta un mayor porcentaje de animales infestados, también existe menos control de las garrapatas en las fincas. Esto contrasta con los Llanos colombianos, donde actualmente existe mayor control ya que la mayoría de las fincas ganaderas utilizan algún tipo de baño o de aspersión.

En el centro de investigación en Carimagua los hatos experimentales y de prueba se someten a tratamientos de acuerdo con la carga animal para mantener los niveles de garrapatas en un punto que no afecte la productividad. Esto señala la necesidad de desarrollar esquemas económicamente viables para controlar la garrapata en los nuevos sistemas de producción.

El trabajo de investigación de las instituciones nacionales en el área de interés sugiere que la incidencia de los vermes intestinales aumentará con la intensificación de los sistemas de producción animal. Sin embargo, se sabe mucho más acerca de los métodos de control y los procedimientos económicos para eliminar las lombrices del ganado y mantenerlas a niveles bajos, que sobre métodos para controlar garrapatas y las enfermedades que transmiten.

La investigación realizada por EMBRAPA en Campo Grande, Brasil, sugiere la necesidad de cuatro aplicaciones de un antihelmíntico para controlar económicamente los parásitos gastrointestinales en los lugares donde la densidad animal es de 0.5 U.A./ha; se recomiendan sólo dos aplicaciones en los Llanos colombianos en un sistema cuya densidad animal es de 0.16 U.A./ha en Carimagua: una en julio para los terneros y adultos y otra en diciembre para los terneros solamente.

Para otros parásitos externos tales como *Dermatobia hominis* ("nuche"), existe evidencia de su aumento en años recientes en Mato Grosso, Brasil, y en los Llanos colombianos. Se ha informado ahora acerca de la necesidad de controlar las infestaciones de larvas de esta mosca en ambas áreas, lo cual no era necesario cinco años antes. De acuerdo con los datos del proyecto ETES, en el área de Mato Grosso el 40% de los animales estaba infestado con *D. hominis*, en tanto que en el norte de Brasil (Goiás) y en los Llanos colombianos sólo un 2 y un 3.7%, respectivamente, estaban infestados. Aunque las larvas no matan a los animales afectados, causan pérdida

de peso y dañan su piel. El aumento en el número de animales afectados por esta larva se debe probablemente a factores tales como la intensificación de los sistemas de producción, los microambientes más favorables para la persistencia de la mosca, y la introducción de animales infectados a zonas libres del parásito.

Otras condiciones tales como la incidencia de plantas tóxicas y deficiencias minerales específicas están disminuyendo como consecuencia de la introducción de pasturas cultivadas y un mejor suministro alimenticio. También están disminuyendo algunos síndromes como la "hidrolantosis" y la "secadera" en Colombia y la "peste de rachar" y la "peste de secar" en Brasil, probablemente como consecuencia de la mejor alimentación.

Proyecto ETES

Una descripción completa de este proyecto se presenta en la sección Sistemas de Producción Animal. Actualmente se obtiene información sobre salud animal en encuestas efectuadas en haciendas ganaderas y con exámenes de muestras tomadas a sus animales.

El análisis de la información recogida en las fincas colombianas dentro del proyecto ETES se presentó el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). La mayor parte de esta información hará parte del proyecto de inventario de enfermedades animales anteriormente descrito.

En este año se completó el análisis de la reproducción (lactancia y preñez) en las fincas de ETES-Brasil, y se está realizando el tercer ciclo de palpaciones. Se escogió el 10% de los animales de cada finca para los exámenes fecales, análisis del suero sanguíneo y recuento de parásitos externos. La interpretación de los hallazgos se está incorporando al inventario de enfermedades animales.

Las fincas escogidas para la segunda fase del proyecto se están examinando periódicamente para eliminar los reactores a la brucelosis y para establecer un esquema básico de prevención médica. Este esquema comprende vacunación contra la fiebre aftosa, la brucelosis en las novillas, carbón sintomático (en las fincas con brotes) y el uso de antihelmínticos para controlar las lombrices intestinales en los terneros una vez por año preferentemente en el momento del destete. El baño o aspersión con acaricidas se hará cada cuatro meses.

Vigilancia de los Hatos en Carimagua

La desnutrición, el enterramiento en los pantanos y las fracturas óseas han causado entre 40 y 55% de las muertes del ganado en Carimagua durante los últimos tres años. No se pueden determinar con exactitud las causas de aproximadamente un cuarto de las muertes anuales. La mortalidad total se aproxima a una cifra aceptable, reflejo de la mejor nutrición de los hatos y de su mejor manejo. La mortalidad total ha disminuido de 4.4% en 1978 a 2.5% en 1980.

La disminución de la mortalidad fue probablemente consecuencia de la menor mortalidad de los terneros lactantes. Aunque los nacimientos aumentaron en un 22%, la mortalidad de los terneros disminuyó de 7.7 a 6.3% entre 1979 y 1980. Los hatos más estrechamente supervisados no son necesariamente los que presentan cifras inferiores de mortalidad; el hato de lechería que se observa diariamente presenta una elevada tasa de mortalidad de terneros (10.8%), lo que se debe probablemente a la nutrición deficiente por mala alimentación.

Se intensificó la supervisión de la incidencia de garrapatas durante 1980, examinando cada uno de los hatos consecutivamente. Con la información así obtenida se asigna el intervalo de control para el baño de los hatos respectivos. Algunos todavía mantienen un intervalo estándar de seis meses, mientras que otros han pasado a un intervalo de un mes. La intensidad de los tratamientos se ha determinado principalmente con base en los recuentos totales de garrapatas, como también por las condiciones micro-ambientales favorables a la persistencia de los parásitos en algunas partes de la finca. Otro factor considerado es la raza involucrada ya que el ganado *Bos taurus* (San Martinero) es más susceptible a los altos índices de garrapata.

Estudios de Perfiles Parasitarios en Carimagua

Parásitos gastrointestinales. En 1980 se completaron los estudios de dinámica poblacional de los parásitos internos en la estación de Carimagua, como base para el diseño de métodos de control adaptados a las condiciones ecológicas. Según se informó el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), se estudiaron dos hatos de 50 vacas cada uno, con su respectiva progenie, a una tasa de carga de 0.16 U.A./ha. Los animales no recibieron ningún tratamiento contra los parásitos internos pero sí las vacunaciones previstas en el esquema preventivo de Carimagua. Los animales recibieron suplemento mineral

completo, y la pradera nativa se sometió a quema consecutiva. El manejo en general fue similar al utilizado por los ganaderos del área.

Conformaron el grupo 1 los terneros nacidos entre marzo y julio de 1978 (principio de la estación lluviosa), y el grupo 2 los nacidos entre septiembre de 1978 y enero de 1979 (principios de la estación seca). A ambos grupos se tomaron mensualmente muestras para exámenes fecales y análisis sanguíneos. Se sacrificó un ternero de cada grupo a los meses 1, 2, 4, 6, 8, 12 y 18 de edad. Se recogieron e identificaron todos los parásitos en el abomaso, y el intestino grueso y delgado. La investigación finalizó en junio de 1980.

La cantidad de lombrices gastrointestinales varió considerablemente según la edad del ternero y la estación. El *Stroglyoides*, de patogenicidad moderada, fue notorio sólo hasta los seis meses de edad. Los protozoos *Eimeria* alcanzaron cifras altas en los recuentos en las heces entre los tres y los nueve meses de edad. La inmunidad que desarrollaron los terneros contra estos dos parásitos impidió la infestación posterior de ambos grupos. Los protozoos, sin embargo, son de importancia potencial cuando aumenta la humedad del suelo, en la estación lluviosa, lo cual favorece su proliferación e incrementa la amenaza para los terneros. A menudo se observa en los terneros de los Llanos colombianos un síndrome de heces sanguinolentas causado por estos protozoos.

Los recuentos fecales fueron más significativos en cuanto a la familia Trichostronglidae, que incluye dos especies patógenas, *Cooperia* y *Haemonchus*. En los terneros del grupo 1 se registraron niveles superiores a los 50 huevos/g de heces a los tres meses de edad (Fig. 1), seguidos por otro nivel máximo a los nueve meses. En el grupo 2 se contó un máximo de 300 huevos/g de heces a los 10 meses de edad, con bajos niveles antes de la misma. Los periodos lluviosos parecieron favorecer la presencia de grandes cantidades de lombrices. En agosto de 1978 hubo una precipitación excepcionalmente baja (100 mm) la cual produjo aparentemente un promedio bastante bajo de lombrices (30 huevos/g). Por otra parte, los niveles de infestación también parecieron aumentar como consecuencia de factores de estrés, el más probable de los cuales fue el destete, que se presentó entre los siete y los ocho meses de edad.

Los recuentos totales de parásitos en los terneros sacrificados siguieron la misma tendencia general de los recuentos de huevos fecales. El año pasado se informó sobre los resultados de la mayor parte de las etapas de

sacrificio (CIAT Int. Anual. Prog. Past. Trop. 1979). En el grupo I el género *Cooperia* alcanzó los mayores niveles en el animal de 18 meses de edad, lo mismo que el género *Haemonchus*. En el grupo 2 los mayores recuentos de *Cooperia* se presentaron en el animal de 12 meses, mientras que la mayor parte de *Haemonchus* se encontró en el ternero de 18 meses de edad; ambos niveles se ubicaron un 80% por debajo de los recuentos del grupo I.

Se considera que los niveles de *Cooperia* de aproximadamente 12,000 parásitos afectan la productividad animal, mientras que los niveles de *Haemonchus* cercanos a 3000 pueden ser perjudiciales. Con base en esta suposición, los terneros del grupo 2 resultaron menos afectados que los terneros del grupo 1. El ternero sacrificado a los 18 meses se encontraba sometido a un estrés especial por los niveles parasitarios que afectaban seriamente su comportamiento (30,000 *Cooperia* y 6000 *Haemonchus*).

El cuadro general de la incidencia de lombrices intestinales en el ganado que pasta en la sabana nativa

mostró la presencia de infestaciones más notorias hacia mediados y finales de la estación lluviosa y también cuando los terneros tenían entre 8 y 10 meses de edad.

Los resultados de este ensayo indican generalmente que un tratamiento antihelmíntico estándar a los 6-8 meses de edad para los terneros que pastan sabana nativa evitaría los efectos nocivos en la productividad de los animales hasta los 18 meses de edad. Desde el punto de vista de los niveles de lombrices, los terneros nacidos a finales de la estación lluviosa desarrollaron infestaciones más estables y fáciles de controlar que los animales nacidos al comienzo de la estación lluviosa.

Hemoparásitos. Se estudió el desarrollo de las defensas naturales contra *Anaplasma*, *Babesia bovis* y *Bigemina*, para ayudar a definir el manejo más apropiado de las garrapatas y otros vectores. Para la obtención de datos se usaron los mismos terneros empleados para la elaboración del perfil de parásitos gastrointestinales arriba descrito.

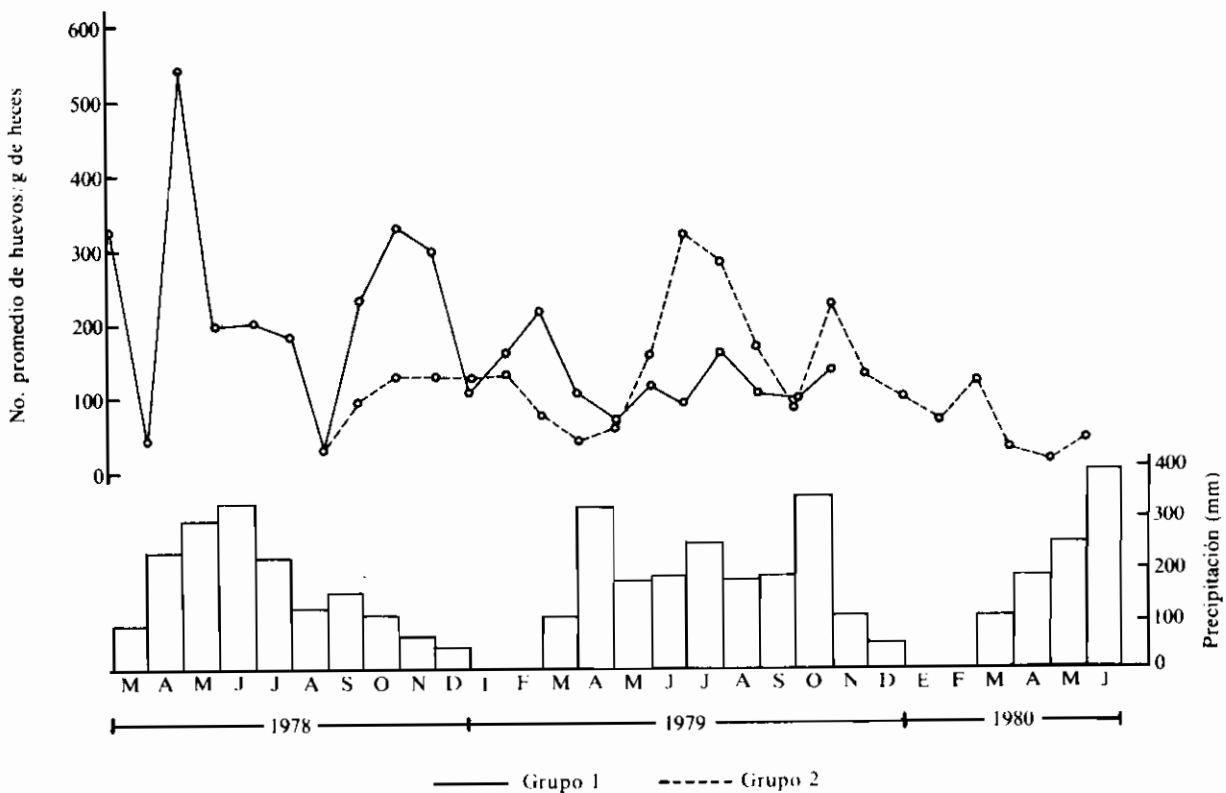


Figura 1. Niveles de vermes *Trichostrongylidae* en terneros que pastan en praderas nativas, en relación con la estación (precipitación) en Carimagua. (Los terneros del grupo 1 nacieron entre marzo y julio de 1978; los terneros en el grupo 2 nacieron entre septiembre de 1978 y enero de 1979.)

Se observaron pocas diferencias entre las reacciones de los dos grupos de terneros a *Anaplasma marginale*. Los niveles máximos de anticuerpos contra *Anaplasma* en ambos grupos coincidieron en abril de 1979, al empezar la estación húmeda, independientemente de la edad del ternero (Fig. 2). Parece que la infección, determinada por los niveles de anticuerpos, disminuyó considerablemente a mediados de la estación lluviosa en agosto. Durante este último período hubo un 45% de animales que presentaban reacción, en comparación con un 95% en junio del mismo año, y sólo un 6% un año antes. Esto indica la ocurrencia de cambios no sólo en el grado de respuesta (títulos promedio), sino también en el número de terneros con infección detectable.

La mayor infección se presentó en los dos grupos al comienzo de la estación seca, posiblemente como resultado de un aumento de los principales vectores. Los terneros del grupo 1 no tuvieron infecciones activas notables durante sus primeros siete meses (marzo-octubre de 1978), mientras que los terneros del grupo 2 sólo tuvieron infecciones menores durante sus primeros cuatro meses (septiembre 1978-enero 1979). Durante estos períodos, 90 a 95% de la población de terneros en ambos grupos se encontraba amenazada, lo que significaba que podrían adquirir la enfermedad clínica en caso de una amenaza mayor. Desde el punto de vista del desarrollo de una población inmune, los terneros del

grupo 2 nacidos al finalizar la temporada de lluvias (septiembre) se encontraban en condiciones mucho mejores que los terneros del grupo 1. Después de cuatro meses de edad, una alta proporción de ellos (70%) tenía defensas contra infecciones futuras.

Las reacciones contra la infección de *Babesia bovis* dependieron más de la edad del ternero que de la estación (Fig. 3). Hubo aumentos considerables en los títulos de anticuerpos en ambos grupos sólo después de 12 meses de edad. Sin embargo, el primer aumento en el grupo 1 ocurrió en el período seco de 1979, y en el grupo 2, el segundo aumento de títulos se presentó justo a finales del período seco un año después (marzo de 1980).

Estas reacciones podrían ser el resultado de dos factores diferentes. El primero es la susceptibilidad propia de la edad, determinada probablemente por el principal vector de *Babesia*, la garrapata *B. microplus*. Los terneros hasta de un año de edad tenían generalmente menos garrapatas. Los recuentos realizados durante la supervisión de diversos hatos en Carimagua demostraron bajas cantidades en los terneros (promedio de 0-3). Un segundo factor podría ser el aumento en los números de vectores que se produciría durante la estación seca, aunque esto no se ha comprobado. Un estudio bioecológico de *B. microplus* (descrito más adelante) proporcionará más información sobre este vector.

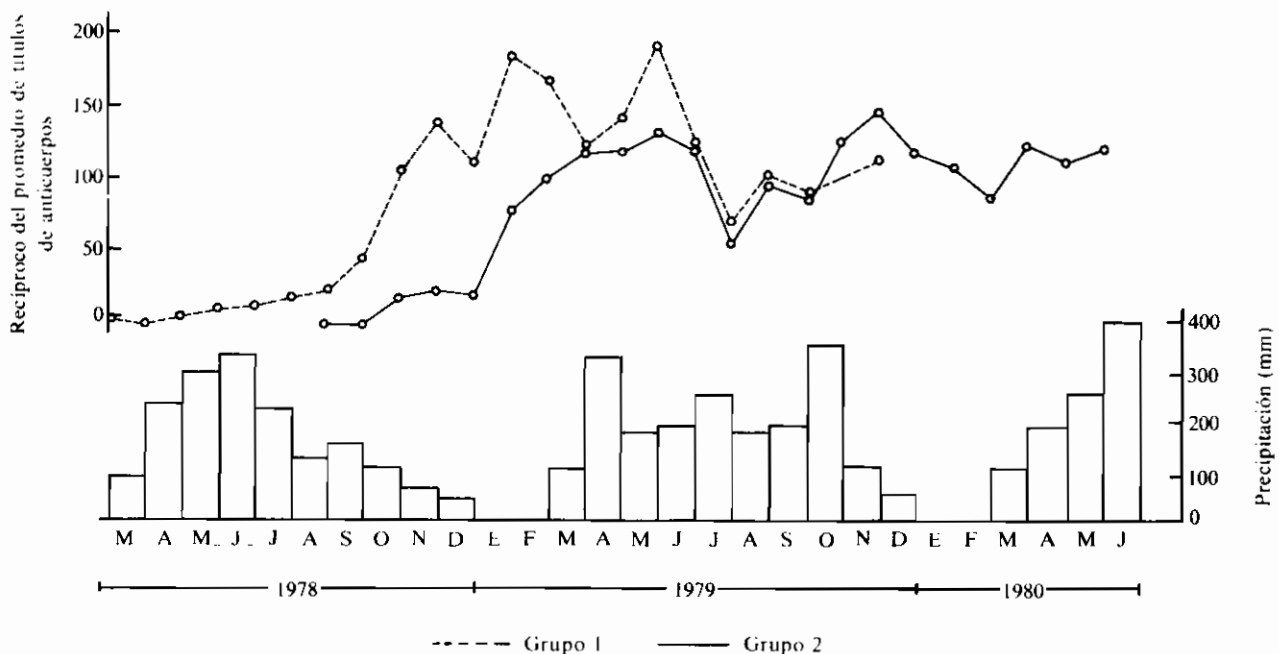


Figura 2. Evaluación de la infección por *Anaplasma marginale* en terneros en una pradera nativa, con relación a la estación (precipitación) en Carimagua. (Los terneros del Grupo 1 nacieron entre marzo y julio de 1978; los terneros en el Grupo 2 nacieron entre septiembre de 1978 y enero de 1979.)

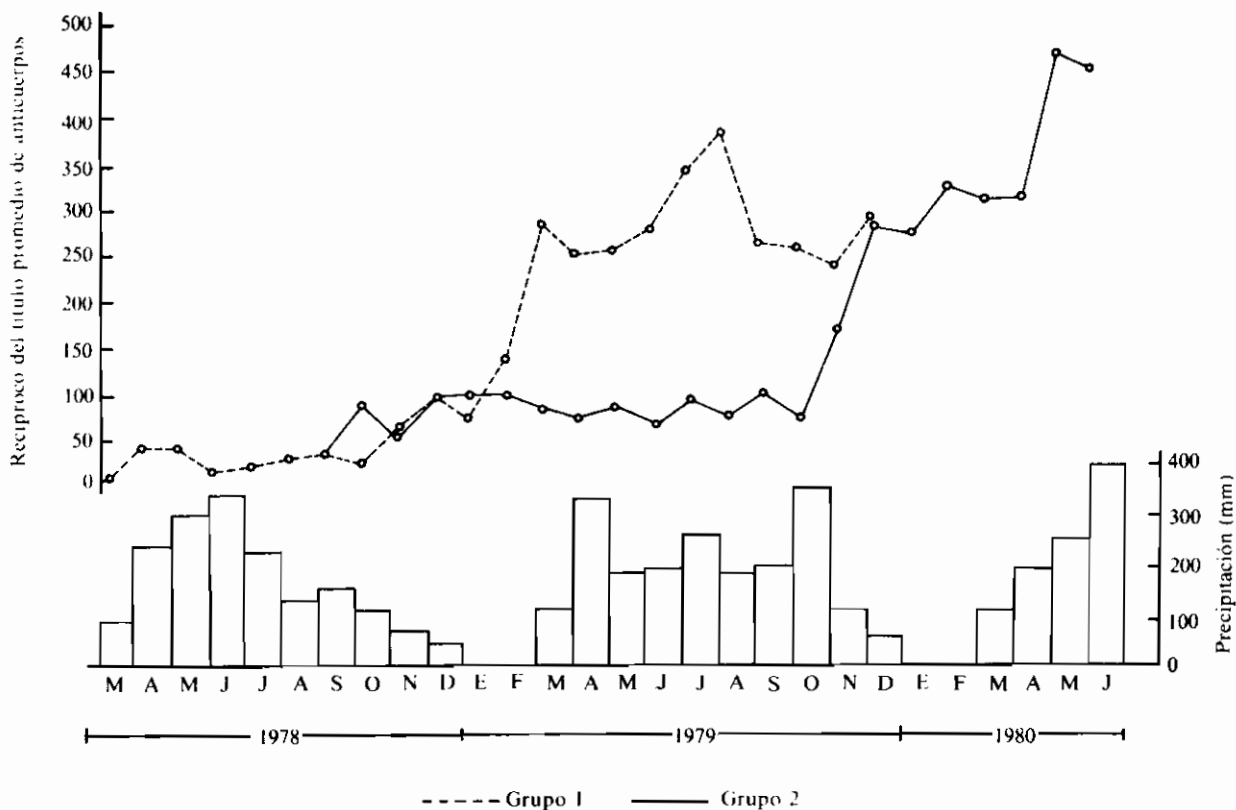


Figura 3. Evaluación de la infección por *Babesia bovis* en terneros en pastura nativa, en relación con la estación (precipitación) en Carimagua (Los terneros en el grupo 1 nacidos entre marzo y julio de 1978; los del grupo 2 entre septiembre 1978 y enero 1979.)

Fotosensibilización en el Ganado

Continuó la investigación para determinar las causas posibles de este síndrome que afecta al ganado que pasta en *Brachiaria decumbens*. Los síntomas clínicos se han descrito previamente (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

Este año aparecieron por primera vez casos nuevos en novillos en la estación CIAT-Quilichao y en una finca particular cercana. Cuatro de cada cinco habían pastado *B. decumbens* en alguna oportunidad en la estación. No se ha encontrado relación entre la presencia de los animales afectados y el tiempo transcurrido después del pastoreo inicial del potrero ni los meses transcurridos después del establecimiento de la pastura. En los cinco brotes que se presentaron, se afectaron 8 de los 99 novillos (8.1%) y no hubo muertes.

Aunque muchos más animales pastaron *B. decumbens* en Carimagua, la proporción de los afectados (2.8%) fue mucho menor que la de CIAT-Quilichao. De 560 animales que pastaron esta especie en forma intermitente,

se vieron afectados 16 de 1979 a 1980. Tampoco se encontró esta vez relación entre el tiempo transcurrido después del establecimiento de la pastura o después del pastoreo inicial de la misma y el desarrollo de lesiones en el ganado. Con una excepción, los animales afectados en las dos estaciones siempre tenían menos de 18 meses de edad.

Cuadro 2. Recuento de esporas y aislamientos de *Pithomyces chartarum* en pasturas con relación a los casos de fotosensibilización en CIAT-Quilichao.

Casos Clínicos	Pastura	No. de muestras	Prom. esporas/g	Aislamientos <i>P. chartarum</i>
1	<i>A. gayanus</i> y	10	19.2	3
	<i>B. decumbens</i>	7	93.7	0
0	<i>B. decumbens</i>	9	16.8	3
1	<i>A. gayanus</i> y	21	13.3	1
	<i>B. decumbens</i>	16	48.0	1
1	<i>B. decumbens</i> y	3	5.3	0
	<i>Panicum maximum</i>	5	3.2	1

Existen fuertes indicios de que este síndrome se produce a causa de la toxina de *Pithomyces chartarum*, un hongo que crece saprofiticamente en los pastos, tal como ha sido descrito en Nueva Zelandia. Se han detectado esporas de *Pithomyces chartarum* en muestras de pasto tomadas de las pasturas donde había animales afectados, pero las muestras semanales mostraron menores cantidades de esporas (Cuadro 2). Se mejoró la técnica para el aislamiento del hongo y, por primera vez, se obtuvieron numerosos aislamientos de pasturas en CIAT-Quilichao. Un cultivo representativo de *P. chartarum* fue confirmado por el Instituto de Micología de la Mancomunidad. Se llevó a cabo un ensayo preliminar para estudiar en conejos la habilidad toxigénica de los aislamientos. Las suspensiones de esporas de un aislamiento aplicado en la conjuntiva produjeron opacidad de la córnea, indicativa de la presencia de toxinas. Se están realizando otros ensayos para determinar la producción de toxina y la habilidad para reproducir el síndrome en ovinos y terneros. No hay actualmente explicación de los casos clínicos en las pasturas que presentan recuentos bajos de *P. chartarum*.

Bio-ecología de *Boophilus microplus* en Carimagua

Boophilus microplus es la garrapata de mayor importancia en el área de interés del programa. Se diseñó un proyecto para estudiar la dinámica poblacional de la garrapata en las condiciones de los Llanos de Colombia. Su principal objetivo es la comprensión del efecto ambiental en cuatro pasturas sobre las fluctuaciones de la población de garrapata, durante dos estaciones secas y lluviasas. Se establecieron pasturas con *Andropogon gayanus*, *B. decumbens*, *Melinis minutiflora* y especies nativas de la sabana. Después de la infestación artificial y el establecimiento, se harán recuentos semanales de larvas de la garrapata en las pasturas y se determinará la tasa de infección de las hembras devoradas que infectan determinados animales. También se evaluarán los niveles de infección con hemoparásitos.

Son objetivos de esta sección: a) identificar los principales factores limitantes que operan en los sistemas de producción de ganado de carne en el área de interés, y b) integrar nuevos componentes tecnológicos desarrollados por el Programa de Pastos Tropicales dentro de sistemas apropiados de producción.

Las praderas mejoradas son el producto principal de las actividades del Programa de Pastos Tropicales. Esta sección tiene como función efectuar evaluaciones finales de estas pasturas en sistemas comerciales de pastoreo u otras operaciones en gran escala. Actualmente se utilizan las praderas mejoradas con base en leguminosas para suplementar estratégicamente las pasturas nativas de la sabana. Este concepto concuerda tanto con la filosofía de bajos insumos del CIAT como con el principio de la concentración de recursos.

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

El proyecto ETES fue diseñado para evaluar en términos tecnológicos y económicos los sistemas imperantes de producción de ganado de carne en los Llanos de Colombia y Venezuela y en los Cerrados de Brasil. El proyecto es una empresa conjunta entre el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, el Instituto de Producción Animal de la Universidad de Berlín, el Gobierno de la República Federal de Alemania (GTZ), el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) de EMBRAPA en Brasil, y el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Nororiental (CIARNO) del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) en Venezuela.

ETES - Colombia. El año pasado se trataron detalladamente los resultados de los análisis de datos obtenidos en 16 fincas de los Llanos colombianos (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979), los cuales indicaron que todas las fincas pertenecen básicamente al sistema de producción de bajo insumo/baja producción. La

variación entre fincas se debe principalmente a pequeñas diferencias en la disponibilidad de pasturas de sabana baja de menor calidad. La presencia de pasturas cultivadas (principalmente de las gramíneas *Brachiaria decumbens* y *Melinis minutiflora*) no tiene un efecto cuantificable en la productividad de los hatos.

Las fincas de la muestra colombiana generalmente producen entre 40 y 55% de terneros, 40-85 kg/animal/año de aumento de peso de los animales jóvenes, y 45-65 kg/U.A./año en total. La tasa de carga (U.A./ha) y la producción animal (kg/U.A./año) se correlacionaron significativamente ($r^2=0.84$), lo cual sugiere que a medida que se intensifica la utilización de la tierra (por medio de la utilización de pasturas mejoradas), la producción del hato tiende a aumentar (Fig. 1). Los efectos económicos de algunos de estos resultados se presentan en la sección siguiente (Economía) de este informe.

ETES - Brasil. La recolección de datos de campo comenzó a mediados de abril de 1978, y se han completado seis visitas de trabajo. Se han presentado algunos problemas en la obtención de inventarios completos del ganado, debido a la fisiografía del terreno y a la vegetación del área del Cerrado. La tasa de recuperación de los animales entre visitas fue, por lo tanto, bastante baja en comparación con la obtenida en las sabanas abiertas. Como alternativa metodológica fue necesario efectuar visitas adicionales a las fincas, y evaluar muestras de los animales en cada categoría.

En el Cuadro 1 se presentan las características de las 12 fincas del proyecto. En general, las tasas de carga varían entre 2.2 y 8.4 ha/animal; la tasa promedio de aproximadamente 4.5 ha/animal es similar en las dos subregiones (Mato Grosso y Goiás). Los cultivos (en un tipo de sistema migratorio donde los cultivos son seguidos por pasturas cultivadas) son un componente importante en la mayoría de las fincas. De esta manera, la tasa de carga total no constituye un indicador estricto de la disponibilidad de forraje sino que más bien indica la intensidad del uso de la tierra.

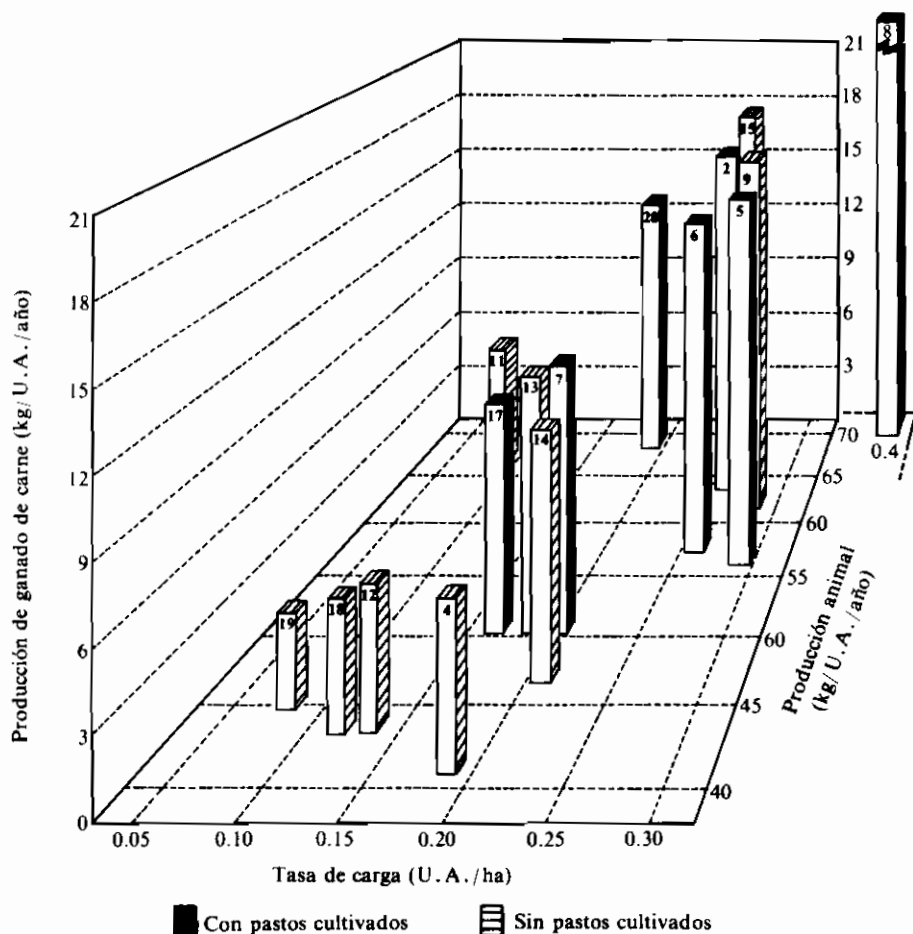


Figura 1. Relación entre la tasa de carga y la productividad en 16 fincas del proyecto ETES-I en Colombia.

Cuadro 1. Areas de tierra y número de cabezas de ganado en 12 fincas en el Proyecto de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES-I) en Brasil.

Finca No.	Area total (ha)	Area tierra (ha) en:			No. cabezas ganado	
		Cerrado	Pasturas cultivadas	Cultivos	Hato	Vacas
Mato Grosso						
1	5452	3752	1200	500	1256	520
2	986	606	240	80	442	205
3	4400	3070	800	500	800	460
5	2000	1410	550	-	503	200
8	1023	936	25	12	200	85
Goias						
1	1628	900	288	440	592	370
2	813	280	378	-	239	90
3	735	518	217	-	256	188
4	3365	1870	402	95	540	300
5	3556	3390	136	30	791	408
6	3569	2547	502	20	661	150
8	700	300	250	-	255	120
\bar{x}	2352	1632	416	140	544	258
C.V.(%)	70	77	77	149	56	58

Los estudios edáficos en las fincas muestran que el pH es algo más elevado en Goiás (5.6) que en Mato Grosso (5.1). La disponibilidad de P en el suelo es bastante variable dentro y entre fincas. El promedio de P disponible en cinco fincas fue inferior a 1 ppm.

El peso de los animales dentro de las varias categorías todavía debe ser ajustado para tomar en cuenta los efectos de la edad, la estación y el sexo, así como el estado reproductivo de las vacas. Sin embargo, el peso corporal de éstas (que refleja su estado de nutrición) no difiere mucho entre las sub-regiones. Las diferencias son evidentes por razón de las estaciones.

Las tasas de parición, calculadas con base en el diagnóstico del estado reproductivo de abril-mayo de 1980, parecen ser ligeramente superiores (56%) que las obtenidas en las fincas ETES en Colombia. Este valor puede fluctuar entre años de modo que debe ser tomado como muy preliminar.

ETES - Venezuela. La recolección de datos de campo empezó en 14 fincas ganaderas de la muestra en enero de 1980, y ha continuado durante el año. Algunas de las características de las fincas incluidas en este proyecto se presentaron el año pasado (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

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

El objetivo del proyecto ETES-I es la evaluación de los sistemas de producción de ganado imperantes dentro de ciertos ecosistemas del área de interés. La segunda fase del proyecto, por otra parte, tiene la misión de evaluar un sistema que incluya un paquete tecnológico recientemente adoptado diseñado para superar los limitantes previamente identificados.

Esta fase del proyecto total ETES se inició en los Llanos colombianos en una finca de productividad bastante baja, con cerca de 3000 ha, sin pasturas cultivadas anteriormente. La operación consiste solamente en cría, con cerca de 350 vacas, una tasa de carga animal promedio de 5.2 ha/U.A., una tasa de parición promedio del 50% y un índice total de producción de aproximadamente 42 kg/U.A./año.

Los componentes del paquete tecnológico son: suplemento mineral *ad libitum*, 170 ha (5% del área total) en pastura mejorada a base de leguminosa para empleo estratégico; apareamiento restringido a 7 u 8 meses para

evitar los partos a finales de la estación lluviosa; destete sistemático entre 8 y 10 meses; supervisión estrecha de los partos mediante el uso de las praderas mejoradas como praderas de maternidad, y estricta aplicación de un esquema de salud animal muy básico.

El pastoreo de baja intensidad de *Brachiaria decumbens* + *Desmodium ovalifolium* (en 25 ha) comenzó en noviembre de 1979. El pastoreo de las praderas de *Andropogon gayanus* + *Stylosanthes capitata* (76 ha) se inició después de la cosecha de 1600 kg de semillas de leguminosas en diciembre. Todas las vacas parturientas han tenido acceso a estas praderas desde febrero de 1980.

En el Cuadro 2 se presenta el peso corporal de las vacas obtenido en las dos primeras fechas de pesaje en 1980.

Durante 1980 se amplió el proyecto ETES a otras tres fincas que anteriormente estaban incluidas en la primera fase (fincas Nos. 7, 13 y 17 en informes anteriores). El paquete tecnológico es básicamente el mismo de la finca arriba mencionada.

Sistemas de Manejo de Hatos de Cría

El objetivo de este proyecto que se lleva a cabo en Carimagua es estudiar la utilización estratégica de pasturas mejoradas en combinación con temporadas de apareamiento restringidas como componentes de un sistema mejorado de cría.

Cuadro 2. Cambios en el peso corporal y porcentaje de vacas preñadas según el estado fisiológico después de un año de utilización estratégica de pastos mejorados en una finca en los Llanos colombianos (Proyecto ETES-II).

Estado fisiológico	Periodo de evaluación								
	Noviembre 1979			Abril 1980			Noviembre 1980		
	No. vacas	Peso corporal (kg)	Porcentaje del total	No. vacas	Peso corporal (kg)	Porcentaje del total	No. vacas	Peso corporal (kg)	Porcentaje del total
Lactantes									
Preñadas	0	-	-	0	-	-	4	355	1
Vacías	82	252	25	157	293	45	65	306	21
Secas									
Preñadas	137	268	41	36	321	11	171	329	56
Vacías	111	233	34	150	290	43	58	297	19
De ordeño									
Preñadas	0	-	-	4	391	1	5	406	1.5
Vacías	0	-	-	0	-	-	5	398	1.5
X̄									
Preñadas	137	275.3	41	40	328	12	180	332	59
Vacías	193	241.1	59	307	291.5	88	128	306	41

Seis hatos de 50 vacas cada uno pastan en seis praderas de sabana de aproximadamente 380 ha cada una. Los hatos 1, 3 y 5 permanecen en la sabana durante todo el año, mientras que los hatos 2, 4 y 6 tienen acceso a praderas de pastos mejorados (150 ha) durante la parición y el comienzo de la lactancia (3-4 meses). Los hatos 1 y 2 se aparean continuamente, los hatos 3 y 4 durante cuatro meses, de junio hasta septiembre, y los hatos 5 y 6 se aparean tres meses desde mayo hasta julio. En informes anuales anteriores se ofrecieron otros detalles de manejo. El año pasado se describieron los problemas encontrados cuando se produjo la pérdida de pasturas cultivadas (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Estas pasturas se recuperaron durante la última parte de 1979 y lograron buena producción en 1980.

En la Figura 2, en la cual se ha ajustado el peso de las vacas según su estado fisiológico, se observa claramente el efecto positivo de la suplementación con pastos mejorados en los hatos 2, 4 y 6 durante 1978 y nuevamente en 1980, a medida que se recuperaban las praderas cultivadas. Debido al fracaso de las praderas sembradas a principios de 1979, las vacas de tales hatos tuvieron una tasa de parición algo más baja (64%) en 1980, en comparación con los que pastaban en la sabana (69%).

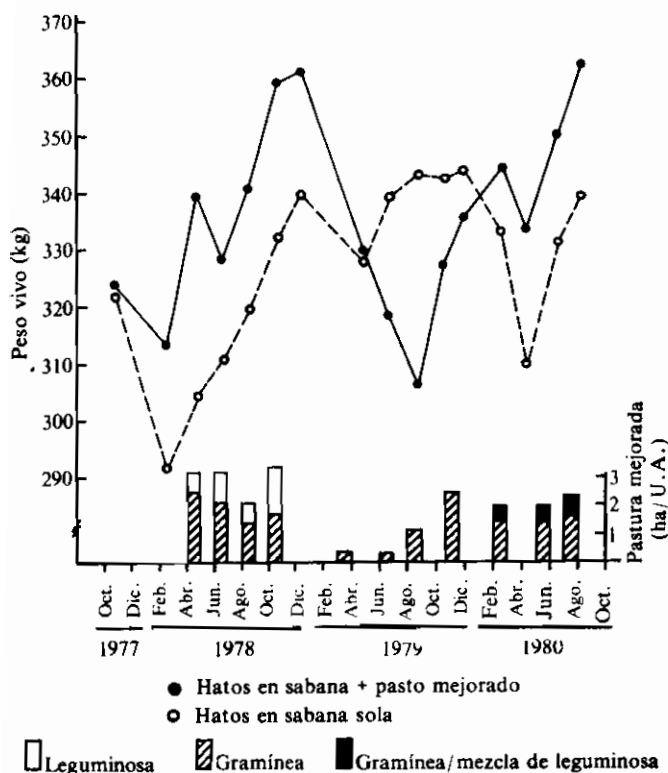


Figura 2. Cambios en el peso corporal de vacas (ajustados a la condición de "vacías-lactantes") en el proyecto de Sistemas de Manejo de Hatos de Cría, en Carimagua.

Los resultados que se presentan en el Cuadro 3 señalan que las vacas lactantes con acceso a las pasturas sembradas tuvieron, como promedio del comportamiento de 1978 y 1979, una probabilidad considerablemente mayor de concebir que aquéllas que permanecieron en la sabana.

Es obvio que para aumentar la eficiencia de la reproducción (es decir, disminuir el intervalo de parición), es necesario que un mayor número de vacas conciba durante la lactancia.

Cuadro 3. Porcentaje de vacas en varios estados fisiológicos durante la última parte de la estación lluviosa (promedio 1978-1979) en el proyecto de Sistemas de Manejo de Hatos de Cría en Carimagua.

Estado fisiológico	Vacas en pastoreo	
	Sólo sabana (%)	Sabana + pasto cultivado (%)
Seca, vacía	6.8	6.5
Lactancia temprana, vacía	16.6	14.6
Lactancia tardía, vacía	21.7	20.1
Seca, preñez temprana	24.2	20.2
Seca, preñez tardía	20.0	15.6
Lactante, preñada	10.7	22.9

Cuadro 4. Comportamiento reproductivo durante 1979 y 1980 de las vacas del proyecto de Sistemas de Manejo de Hatos de Cría, en Carimagua.

Hatos	Tratamiento de pastura	No. de vacas (promedio)	No. de nacimientos (total)	Tasa promedio de parición (%)
1	Sólo sabana	51	76	75
3		62	68	65
5		51	62	61
2	Sabana más pastos cultivados	50	81	81
4		51	69	68
6		50.5	76	75

Durante 1979, la tasa de parición de los hatos 2, 4 y 6 fue considerablemente superior a la de los hatos 1, 3 y 5 (84% vs. 65%). Por lo tanto, para alcanzar una tasa de parición similar durante el mismo año, una proporción más alta de vacas lactantes en los hatos 2, 4 y 6 tuvo que concebir nuevamente. Las tasas promedio de parición en 1979 y en 1980 se presentan en el Cuadro 4.

La conclusión preliminar con respecto a la adopción de períodos de apareamiento limitados es que parece aconsejable en un sistema de pastoreo en sabana sola. Sin embargo, si se dispone de pasturas mejoradas durante la lactancia temprana, un período de apareamiento de tres meses a comienzos de la estación lluviosa sería suficiente.

Son objetivos específicos de la sección de Economía: a) analizar las limitaciones técnicas y económicas de la producción ganadera tanto a nivel de finca como a nivel regional en el área de interés del Programa de Pastos Tropicales; b) identificar los principales sistemas de producción ganadera y su demanda potencial de pasturas mejoradas adecuadas a sus características ambientales y socioeconómicas; y c) evaluar el impacto potencial de la adopción de tecnología en la producción de carne y leche y en los precios, así como los beneficios esperados para consumidores y productores, por estratos de ingreso.

La investigación durante 1980 se concentró en tres áreas: Se estudiaron los precios relativos de insumo-producto en Brasil, Colombia y Venezuela para determinar las diferencias en el tipo de tecnología que requiere cada país. Se estimó la rentabilidad esperada de la inversión en pasturas mejoradas que se utilizan estratégicamente en operaciones de cría en los Llanos colombianos. Finalmente, se analizaron estudios de casos en fincas seleccionadas en Colombia y Brasil (estudio ETES) con el objeto de caracterizar los sistemas de explotación existentes en la región.

Precios Relativos de los Insumos en Brasil, Colombia y Venezuela

De acuerdo con la información obtenida en la Fase I del Proyecto ETES en Brasil, Colombia y Venezuela, se detectaron diferencias notorias entre los sistemas de producción ganadera de estas regiones. Tales diferencias no solamente se refieren a los factores técnicos y físicos, sino también al marco socioeconómico que sirve de apoyo a las actividades de producción. Debido a las políticas crediticias agrícolas, existen grandes diferencias en la disponibilidad de ciertos insumos clave.

Los principales instrumentos de política son el subsidio directo a los productores y el crédito con interés bajo (ver los informes sobre ETES-Brasil y ETES-Colombia más adelante en este capítulo). Es posible resumir las diferencias existentes entre los países mediante la relación del producto principal del sub-sector con los insumos de mayor uso en forma de precios relativos (precios de insumos con relación al precio de la carne de res) (Cuadro 1).

En lo que respecta a los fertilizantes, Venezuela tiene una ventaja notable en precios en comparación con Brasil y Colombia, mientras que entre estos dos países no hay diferencias significativas en estos renglones. Venezuela y

Brasil tienen mejores precios relativos para el combustible que Colombia. El transporte en Brasil y Colombia cuesta tres veces más que en Venezuela. Las alambradas y maquinaria tienen casi el mismo precio relativo en los tres países.

La cantidad de mano de obra pagada con el equivalente en carne de res es aproximadamente un 60% menor en Venezuela que en Brasil y Colombia. La falta de trabajadores en Venezuela constituye un problema no solamente para la ganadería sino también para las labores de cultivo no mecanizables.

Los precios relativos de la tierra son cuatro veces más bajos en los Llanos colombianos que en Brasil y Venezuela. Los costos de establecimiento de las pasturas cultivadas no se pueden comparar fácilmente porque no todos los países usan los mismos tipos de pastos en las fincas del proyecto. En lo que respecta a *Brachiaria decumbens*, que se encuentra en las fincas ETES de Brasil y Colombia, Brasil puede establecer casi el doble de praderas por la misma cantidad de carne de res que Colombia.

Cuadro 1. Precios relativos de productos e insumos en Brasil, Colombia y Venezuela, noviembre de 1980.

Precio de la carne con relación a ¹	Brasil		Venezuela	Colombia	
	Mato Grosso	Goiás	Maturin	Villavicencio	Llanos
Fertilizantes (ton/ton)					
Superfosfato triple	1.86	2.02	17.24	2.17	1.79
Urea	2.12	2.12	14.13	2.43	1.99
Cal (ton/ton)	26.00	30.40	34.39	26.90	12.48
Combustible (ton/1000 gal)	2.37	2.32	11.68	0.96	0.78
Alambrada (ton/km)	1.49	1.27	1.70	1.26	1.05
Maquinaria					
Tractor (10 ton/tractor)	0.66	0.69	0.65	0.58	0.52
Arado (ton/arado)	0.58	0.60	0.69	0.47	0.41
Rastrillado (ton/rastrillo)	0.29	0.37	0.34	0.31	0.27
Mano de obra (ton/hombre-día)					
Trabajador permanente	0.34	0.27	0.18	0.30	0.27
Tierra (ton/ha)					
Sabana natural	10.50	7.20	6.20	2.30 ²	40.70
Transporte (ton/cabeza/km)	8.56	10.70	29.50	8.87	7.90
Costo de establecimiento de pastos (ton/ha)					
<i>Brachiaria decumbens</i>	11.60	9.80	-	-	5.20
<i>Panicum maximum</i>	8.80	8.00	-	-	5.00
<i>Hyparrhenia rufa</i>	6.80	6.70	-	-	-
<i>Digitaria decumbens</i>	-	-	5.20	-	-
<i>Digitaria swazilandensis</i>	-	-	3.40	-	-
<i>Andropogon gayanus</i>	-	-	-	-	3.20

¹ Cantidad de cada insumo adquirible con el ingreso por venta de una tonelada de carne en pie.

² Precio de la tierra tipo pie de monte, no sabana.

Subsidios y Políticas de Apoyo

Aunque Venezuela tiene una ventaja relativa en los precios de la mayoría de los artículos en comparación con los otros dos países, y Brasil aventaja también a Colombia, estas relaciones pueden cambiar si se toman en cuenta las políticas de créditos y subsidios (Cuadro 2).

Los subsidios indirectos mediante bajas tasas de interés favorecen a Brasil y a Venezuela con relación a Colombia. Las condiciones de los precios en el mercado, con las cuales se calcularon los precios relativos, se alteran si los productores tienen a su disposición capital barato para comprar insumos. En Venezuela existen subsidios directos a los precios además de los subsidios indirectos mediante el crédito. De esta manera, para los insumos más importantes el subsidio directo de precios al

productor fluctúa entre 25 y 55%, según el artículo. Se mantiene la relación entre los tres países con respecto a las políticas de apoyo al productor, como se dijo, debido a los precios relativos, pero se acentúa mediante los efectos del subsidio.

Cuadro 2. Intereses del crédito agrícola y tasas de inflación (oficiales) en tres países, 1979.

País	Interés promedio crédito (%)	Tasa de inflación (%)
Brasil	15	56 ¹
Colombia	20	24
Venezuela	6	15

¹ Para la primera mitad de 1980, la tasa de inflación de Brasil ya había alcanzado el 80%.

Fuente: International Financial Statistics, septiembre, 1980.

Cambios en los Precios Relativos a Nivel de Finca entre 1979 y 1980

Los fertilizantes en Colombia y Brasil se encarecieron en términos de la carne de res durante 1980. En Venezuela se presentó una tendencia opuesta (Cuadro 3), y así, su ventaja con relación a este renglón aumentó después de un año.

Durante el período 1979-1980, los aumentos en los precios de la maquinaria fueron mayores que los aumentos en los precios de la carne de res en Venezuela y Brasil, mientras que en Colombia los aumentos relativos de los precios para los dos renglones fueron los mismos. Sin embargo, los agricultores de Venezuela y Brasil tienen

una clara ventaja debido al crédito a tasas de interés reales negativas.

Se observó una reducción del precio del ganado con relación a los precios de la tierra en Venezuela y en Brasil. En Colombia la relación de precios ganado-tierra no cambió. Los precios relativos del superfosfato triple y de la úrea fueron similares en Colombia y Brasil durante el período de dos años, mientras que los agricultores de Venezuela obtuvieron una cantidad mucho mayor de estos artículos por la misma cantidad de carne de res en 1980.

Cuadro 3. Precios relativos de insumos para ganado de carne en áreas de interés en Brasil, Colombia y Venezuela, 1979-1980.

Insumos	Brasil		Venezuela		Colombia			
	Goias		Maturin		Villavicencio		Llanos ¹	
	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980
Fertilizantes (ton x ton)								
Superfosfato triple	3.91	2.02	14.37	17.24	2.58	2.17	2.13	1.79
Urea	4.07	2.12	11.50	14.13	2.62	2.43	2.15	1.99
Maquinaria								
Tractor (10 ton tractor)	1.13	0.69	0.80	0.65	0.57	0.58	0.52	0.52
Mano de obra (10 kg hombre-día)								
Trabajador permanente	2.60	2.70	1.50	1.80	3.40	3.00	3.00	2.70
Tierra (100 kg ha)								
Sabana natural	1.53	0.72	1.00	0.62	0.24	0.23	4.08	4.07

¹ Llanos: a 200 km de Villavicencio.

Estrategia de Bajos Insumos

El empleo de insumos para el establecimiento de praderas cultivadas es alto en Venezuela y Brasil y relativamente bajo en Colombia. Esto se debe a los menores precios de los insumos, a la interacción entre los cultivos y las pasturas y a mayor disponibilidad de crédito subsidiado en los dos primeros países. Aunque se están presentando algunos cambios en Brasil a medida que se suspende el crédito para el establecimiento directo de pastos, la disponibilidad del mismo para cultivos e inversiones todavía está en aumento y se le puede utilizar para el establecimiento de pasturas después del arroz de secano. En lo que se refiere al mantenimiento de pastos y a

su persistencia, las perspectivas son diferentes. Los efectos residuales de la fertilización de cultivos no duran mucho tiempo, y no existe actualmente una línea crediticia para el "mantenimiento de pasturas".

Un período de observación más prolongado revelaría si existe una tendencia del precio relativo de los fertilizantes en Brasil a acercarse al nivel de Colombia. Los problemas energéticos y de importaciones que enfrenta Brasil podrían acentuar este proceso. Por lo tanto, el desarrollo de pasturas persistentes con baja intensidad en el uso de insumos reviste importancia económica para los tres países a largo plazo.

Retorno a la Inversión en Pastos Mejorados en Colombia

En el Informe Anual de 1978 se presentaron los resultados de un ejercicio de simulación sobre la utilización estratégica de pasturas a base de leguminosas en fincas de cría. El objetivo entonces era encontrar respuestas a las preguntas: ¿Será rentable la pastura a base de leguminosa a nivel de finca?, ¿Cuántos años deberá persistir la pastura para que sea rentable?, ¿Cómo afectan los costos de establecimiento y mantenimiento la rentabilidad de esta pastura?

Como los costos de los fertilizantes, así como los precios del ganado, han registrado un aumento considerable durante los últimos 2 a 3 años, el asunto consistía en saber si todavía se podrían aplicar en 1980 los resultados obtenidos a los precios de 1976, o si, por el contrario, la rentabilidad esperada de las pasturas mejoradas había cambiado en realidad.

Cuadro 4. Estimativo de costos de fertilizantes para el establecimiento y mantenimiento de una pradera mejorada en los Llanos colombianos (a precios de 1976 y 1980).

Nivel de insumo	Costos (US\$/ha) para:				
	Establecimiento			Mantenimiento	
	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)	1980 (A)	1980 (B)
Alto	94	164	209	63	110
Medio	64	109	155	34	58
Bajo	41	60	78	17	29

¹ Las diferencias de costos en 1980 reflejan la utilización de (A) escoria básica o roca fosfórica Huila como fuentes de P, mientras que (B) indica el uso de superfosfato triple como fuente de P.

Cuadro 5. Estimativos del costo de establecimiento de pastos en los Llanos colombianos, 1976 y 1980.

Nivel de insumo	Costos (US\$/ha) para ¹								Costo total		
	Fertilizante			Labranza		Semilla			1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)
	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)	1976	1980	1976	1980				
Alto	94	164	209	30	41	34	53	158	258	303	
Medio	64	109	155	30	41	34	53	128	203	249	
Bajo	41	60	78	30	41	26	26	97	127	145	

¹ Las diferencias de costos en 1980 reflejan el uso de (A) escoria básica o roca fosfórica Huila como fuentes de P; B) significa P de superfosfato triple.

Con el objeto de efectuar un análisis de sensibilidad, se consideraron los costos de tres niveles de aplicación de fertilizantes requeridos para el establecimiento y mantenimiento (Cuadro 4). El nivel "medio" es la recomendación actual del Programa sobre fertilización para una pastura a base de leguminosa compuesta por especies adaptadas a la región de Carimagua.

Resulta evidente que los costos de la fertilización a nivel de finca han aumentado (aunque parte de ese aumento desde 1976 se debe a aumentos en los niveles de fertilización recomendados). De mayor importancia, sin embargo, es la diferencia entre las dos fuentes fosforadas. Esto se aplica especialmente al caso colombiano, donde la escoria básica se produce en cantidades limitadas y su disponibilidad está disminuyendo en el mercado. Esto sugiere la necesidad de continuar las evaluaciones y exploraciones de roca fosfórica y de otras fuentes baratas de P, tanto en investigaciones como en cuanto a su disponibilidad comercial. Se debería tomar en cuenta la eficacia agronómica relativa de la roca fosfórica durante el primer año, aunque ésta es generalmente alta en los suelos muy ácidos (véase CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979).

En el Cuadro 5 se resumen los costos totales de establecimiento de pasturas, por componentes principales bajo tres niveles de fertilización, con dos estimativos (alto y bajo) para el costo de la semilla. A nivel de la recomendación actual de fertilización (media), los costos totales han aumentado cerca de 60% desde 1976, y casi se han duplicado cuando se usa superfosfato triple como fuente de P.

Resulta alentadora la comparación de las tasas de retorno al incremento de capital y al manejo, obtenidas en 1978 (a precios de 1976), con las obtenidas en 1980 (Cuadro 6) y con el retorno promedio obtenido en el sistema de pastura nativa (entre un 6 y un 9%). Aunque los precios de los fertilizantes han aumentado sustancialmente desde 1976, los precios del ganado también han aumentado, compensando escasamente el efecto de los primeros. Sin embargo, si se establecen pasturas con superfosfato triple como fuente de P y/o aumentan los precios de otros nutrimentos con relación al precio del ganado, disminuye notoriamente la tasa de retorno al capital.

Cuadro 6. Retorno al incremento de capital y al manejo en el establecimiento de pastos mejorados en los Llanos colombianos, a costo de insumos de 1976 y 1980¹.

Nivel de insumos para establecimiento	Tasa de retorno incremental ² según persistencia de la pastura					
	Seis años			Doce años		
	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)
Alto	15.3	14.3	7.9	17.8	18.5	12.7
Medio	17.3	18.2	11.2	19.5	21.6	14.3
Bajo	20.9	22.4	15.2	22.2	24.4	17.7

¹ Ver el Cuadro 4 para los costos de establecimiento.

² Las diferencias porcentuales en 1980 reflejan el uso de (A) escoria básica o roca fosfórica Huila como fuentes de P; (B) superfosfato triple como fuente de P.

El retorno a la inversión en pastos es a ún más sensible a los costos de mantenimiento de las praderas; el Cuadro 7 ilustra este punto. Se simularon tres pasturas alternativas con diferentes requerimientos de mantenimiento (alto, medio y bajo) pero con producción animal similar en las tres. Los resultados demostraron que los beneficios por la inversión en pasturas son altamente sensibles a los costos de mantenimiento de las mismas. Por lo tanto, debería ampliarse la investigación sobre requerimientos de mantenimiento de pasturas a base de leguminosas bajo pastoreo con el fin de determinar el requerimiento mínimo necesario para obtener pasturas persistentes y productivas.

La alta sensibilidad del retorno a la inversión a los costos de la fertilización de mantenimiento puede explicar por qué se fertilizan muy rara vez o nunca las pasturas de los sistemas de producción de carne en América Latina tropical.

Cuadro 7. Retorno al incremento de capital y al manejo en pastos mejorados establecidos a un costo medio, en los Llanos colombianos y mantenidos con fertilizantes a costos vigentes en 1976 y 1980¹.

Nivel de insumos en el manejo	Tasa de retorno incremental ² según persistencia de la pastura					
	Seis años			Doce años		
	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)	1976 (A)	1980 (A)	1980 (B)
Alto	12.8	13.7	3.9	14.2	14.6	7.3
Mediano	17.3	18.2	11.2	19.5	21.6	14.3
Bajo	20.5	22.8	16.7	23.7	25.4	19.8

¹ Ver el Cuadro 4 para costos de mantenimiento.

² Las diferencias porcentuales en 1980 reflejan el uso de (A) escoria básica o roca fosfórica Huila como fuente de P; (B) superfosfato triple como fuente de P.

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

Colombia

En la primera parte del año 1980 se completó la fase de recolección de datos para el proyecto. Después de evaluar los principales parámetros de producción y de reproducción en los sistemas, se hizo un análisis económico de tales componentes. El año pasado se analizaron las estructuras económicas de 16 fincas ganaderas (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Ahora están disponibles los resultados del análisis en mención sobre la rentabilidad de las prácticas de manejo vigentes.

En contraste con los resultados preliminares de ETES-Brasil, la tasa interna de retorno (TIR) en Colombia disminuye a medida que aumentan las inversiones por animal ($TIR = 12.1 - 0.7 \text{ Inversión por Cabeza}$, $r^2 = 0.54$) (Fig. 1). Esta tendencia indica que la intensificación del capital no resulta rentable con las condiciones imperantes en las fincas. La tasa de subsidio es menor en Colombia que en Brasil y Venezuela, pero en este análisis se computaron las estadísticas con TIR sin tomar en cuenta los efectos del crédito subsidiado.

Los resultados del análisis de productividad para cada finca en términos de carne (kg/U.A./año) no mostraron alta correlación con la TIR ($TIR = 3.27 + 0.15 \text{ kg/U.A.}$, $r^2 = 0.11$). Sin embargo, las fincas con menos del 10% del área

en pasturas cultivadas poseen una TIR superior con mayor productividad por U.A. (Fig. 2). Por otra parte, las fincas con más del 10% del área en pasturas cultivadas forman un grupo claramente diferente: su TIR también tiende a aumentar con la mayor productividad por animal, pero a una tasa de retorno inferior a la del primer grupo (Fig. 2).

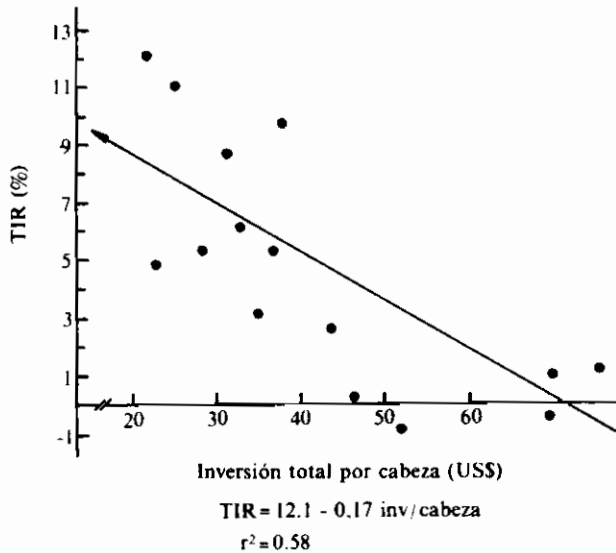


Figura 1. Inversión total por cabeza de ganado y tasa interna de retorno (TIR), en fincas del Proyecto ETES en Colombia.

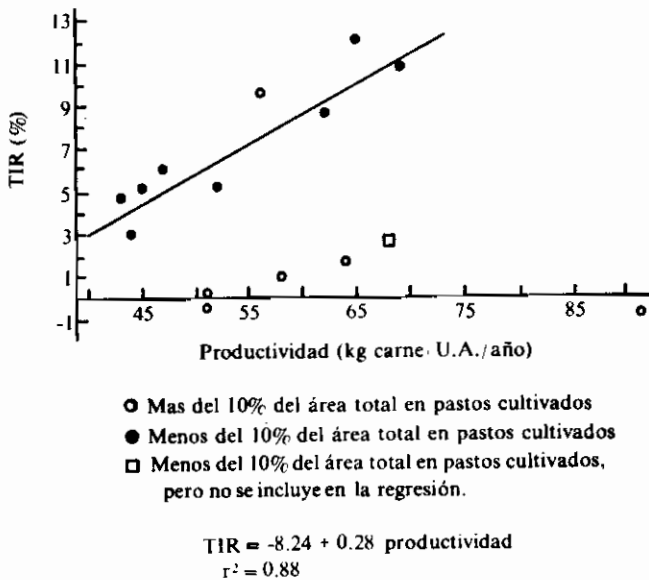


Figura 2. Productividad animal y tasa interna de retorno (TIR) de fincas con menos del 10% del área total en pastos cultivados (se excluyó una finca debido a costos muy altos por U.A.), en fincas del Proyecto ETES en Colombia.

Dos factores sugieren que hay carencia de tecnología y de distribución de recursos adecuados en las fincas colombianas: a) la relación negativa entre la inversión por cabeza y la TIR, y b) la inferior tasa de retorno en las fincas con más del 10% del área total en pasturas cultivadas en comparación con otras fincas. El papel de las pasturas en las fincas del primer grupo tiende a ser más de tipo especulativo que de mejoramiento tecnológico, ya que una finca con algunas pasturas cultivadas tiene mayor valor. Sin embargo, esto no implica necesariamente ni mejor manejo ni mayor productividad.

En los estudios de caso colombianos, por lo tanto, la utilización de pasturas de gramíneas cultivadas rara vez puede considerarse una tecnología apropiada. Se simulará el efecto de las pasturas cultivadas (gramíneas) y mejoradas (gramínea-leguminosa) como parte integral de un paquete tecnológico (que incluirá manejo, suplementación mineral y otros componentes) para lo cual se usarán los resultados de la fase ETES-I, los resultados experimentales obtenidos en la estación de Carimagua y los primeros datos provenientes de la validación de tecnologías a nivel de finca (ETES-II).

Brasil

El trabajo de investigación de ETES en Brasil se basa en 12 estudios de caso (ver capítulo anterior). Será posible hacer las evaluaciones finales a nivel de finca y los análisis correspondientes cuando se complete la recolección de datos a finales de 1980. Sin embargo, los datos obtenidos en dos años de producción permiten hacer una descripción de los aspectos económicos y estructurales más importantes a nivel de finca, especialmente aquellos que contrastan con la estructura de las fincas del proyecto colombiano (interacciones entre los cultivos anuales y las pasturas y el crédito agrícola), los cuales parecen importantes para la adopción de nuevas tecnologías.

Uso de la tierra. La proporción promedio de pastos cultivados en el área total de las fincas es de 25% en Mato Grosso y 36% en Goiás. El área promedio en cultivos anuales es de 5% y 6%, respectivamente (Fig. 3). Esta proporción relativamente alta de tierra bajo cultivo es de origen reciente y posee un carácter muy dinámico.

Los datos de cuatro años muestran un aumento de 2.2% en el área total de todas las fincas del proyecto, lo que sugiere una posibilidad restringida de compra de tierras en los alrededores de las fincas. La cantidad de pasturas naturales en los Cerrados disminuyó debido a la expansión de los cultivos anuales y de las pasturas cultivadas.

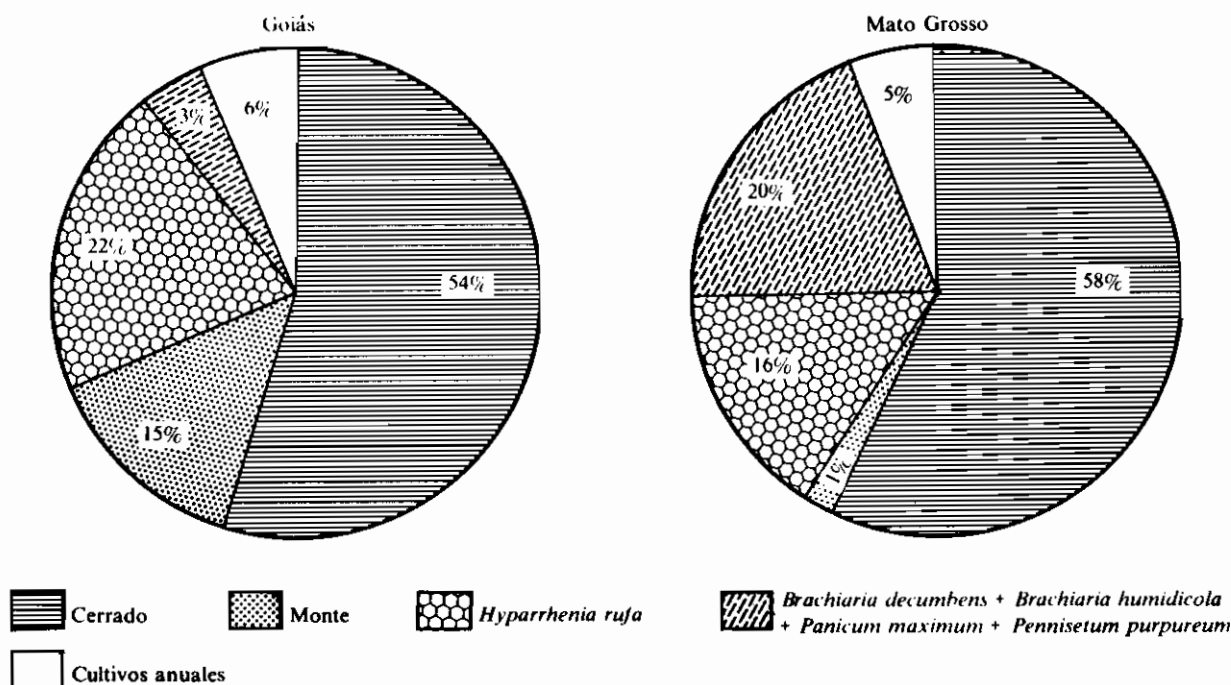


Figura 3. Patrones de uso de la tierra en fincas del Proyecto ETES en Brasil, 1980.

Las mayores tasas de aumento corresponden a diferentes especies de *Brachiaria* [*B. decumbens*, *B. ruziziensis* y *B. humidicola* (Cuadro 8)]. El área en pasturas cultivadas presentó un aumento lineal de aproximadamente 6500 ha en 1978 hasta 11.000 ha en 1981. El principal cultivo anual es el arroz de secano, el cual se

Cuadro 8. Cambios en área para diferentes tipos de uso de la tierra en las fincas del Proyecto ETES en Brasil, 1978-1979.

Uso de la tierra	Tasa de crecimiento (%)
Cerrado	-3.9
Monte	-5.0
<i>Hyparrhenia rufa</i> (total)	1.4
<i>Brachiaria decumbens</i>	38.5
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	52.0
<i>Brachiaria humidicola</i>	89.3
<i>Panicum maximum</i>	-20.3
Arroz de secano	-0.9
Maíz	3.9
Banano	22.6
Yuca	0.0
Area total	2.2

desempeña como cultivo de introducción para las pasturas cultivadas (principalmente *Brachiaria*), debido a su elevada contribución al financiamiento del desmonte mecanizado de los Cerrados.

Los patrones de utilización del Cerrado toman una de tres formas: a) utilización directa para la ganadería, b) ligero desmonte y siembra de *Hyparrhenia rufa*, y c) desmonte mecanizado del Cerrado para la siembra de cultivos anuales o especies forrajeras cultivadas. Se presentan algunas variantes de estos patrones de acuerdo con los años consecutivos de cultivo o con la persistencia de la pastura sembrada.

Las pasturas sembradas se pueden establecer directamente después del desmonte del Cerrado o después de los cultivos anuales, especialmente arroz de secano. Con una tecnología apropiada y con rendimientos del arroz cercanos a los 1500 kg/ha, esta actividad de producción puede ser económicamente factible durante algunos años, antes de que el descenso de la fertilidad lleve a intensificar un uso de insumos a niveles no económicos. En cualquier caso, el sistema de rotación de cultivos finaliza con pastos, esto es, producción ganadera. Los costos del establecimiento de las pasturas cultivadas cambian considerablemente dependiendo de si se establecen directamente o siguiendo a los cultivos anuales. Cuando se cargaron los costos del desmonte del Cerrado y de la

remoción de tocones de árboles al arroz de secano, la disminución promedio de los costos de establecimiento de *Brachiaria* fue de 73% para las fincas de ETES.

Estructura de las inversiones. Los principales factores de inversión en las fincas son: la tierra, las praderas cultivadas, el ganado, la maquinaria y la infraestructura. El renglón predominante de inversión fue la tierra — 71% en Goiás y 59% en Mato Grosso — con poca variabilidad entre fincas (Cuadro 9). Aunque las fincas en Goiás son más pequeñas (promedio de 2277 ha) que en Mato Grosso (3003 ha), la inversión en tierra es mayor en Goiás, lo que se debe parcialmente a los precios más altos de la tierra.

En contraste con esta situación, el renglón de inversión más importante para las fincas colombianas es el ganado (43%) seguido por la tierra (39%). Si se expresa en términos de ganado, la tierra constituye un factor más barato en Colombia. Las inversiones en pasturas cultivadas, maquinaria e infraestructura presentan proporciones similares en los dos países (15 vs. 18%, Brasil y Colombia, respectivamente). Sin embargo, la inversión promedio en Brasil (US\$452,103) casi duplica a

la de Colombia (US\$233,667). Se encontró la misma relación con respecto a la inversión total por hectárea (US\$190/ha vs. US\$105/ha). Esto se debe en parte a un mayor acceso al capital, y su utilización más intensiva en Brasil que en Colombia.

Se puede utilizar la distribución de inversiones marginales para indicar la expansión de actividades de producción. El establecimiento de pasturas cultivadas (32%) es el renglón más importante, seguido por el desmonte del Cerrado para cultivos anuales o para el establecimiento directo de pasturas (31%). La magnitud del desmonte del Cerrado fue mayor en los primeros años de observación que en 1980, debido a las demoras administrativas regionales para facilitar el crédito. Los agricultores manifestaron no haber hecho inversiones en ganado en 1980.

Otro renglón de inversión ampliamente difundido fue la adquisición de otras fincas en regiones más distantes, la cual no se pudo cuantificar. Las inversiones en pasturas son influidas por la rentabilidad de los cultivos previos y el acceso al crédito subsidiado.

Cuadro 9. Inversiones totales por categoría en las fincas del Proyecto ETES en Brasil, 1980.

Estado y finca	Maquinaria e infraestructura		Ganado		Pastos cultivados		Tierra		Inversión total	
	Inversión (1000 US\$)	Proporción del total (%)	Inversión (1000 US\$)	Proporción del total (%)	Inversión (1000 US\$)	Proporción del total (%)	Inversión (1000 US\$)	Proporción del total (%)	(1000 US\$)	(US\$/ha)
Goiás										
01	56.1	9	80.2	13	93.7	16	391.2	62	621.2	293
02	10.5	6	32.2	17	7.7	4	135.5	73	185.8	218
03	10.0	6	30.8	19	16.0	10	107.8	65	164.6	224
04	40.9	6	93.0	14	17.2	3	519.4	77	670.5	187
05	45.1	6	84.6	13	24.0	3	553.4	78	707.2	175
06	50.9	9	57.1	9	15.4	3	477.1	79	600.6	161
08	11.9	7	52.3	28	3.3	2	116.3	63	183.8	214
\bar{x}	32.2	7	61.5	16	25.3	6	328.7	71	447.7	210
C.V. (%)	64	20	41	38	122	89	61	11	57	21
Mato Grosso										
10	111.9	13	173.5	20	109.5	12	480.0	55	875.1	133
20	17.0	8	62.4	31	9.3	5	114.5	56	203.2	207
30	32.3	5	112.5	18	41.6	6	464.0	71	650.4	148
50	48.5	12	73.0	19	59.6	15	210.0	54	391.0	196
80	21.0	13	33.4	19	19.8	11	97.8	57	172.0	168
\bar{x}	46.1	10	91.0	21	48.0	10	273.2	59	458.3	170
C.V. (%)	84	36	60	26	82	42	68	12	66	18

Estructura de costos para el establecimiento de pastos.

La estructura de costos para el establecimiento de pastos se analizó en las fincas con *B. decumbens* (Cuadro 10). En todos los tipos de establecimiento de pastos, la principal fuente de reducción de costos fue la siembra después del arroz de secano, ya que éste asume en parte el costo del desmonte del Cerrado. Esta es la forma más común de establecimiento de pastos (con la excepción de *H. rufa*). En el caso de la utilización intensiva de fertilizantes y de cal (Cuadro 10), estos renglones constituyen el 61% de los costos de establecimiento. En cinco casos que presentaban una utilización menos intensiva de fertilizantes y en los cuales no se corrigió el pH, este renglón representa sólo un 32% de los costos totales. En un caso observado, en el cual no se utilizaron fertilizantes, los costos se distribuyen equitativamente entre la preparación del terreno y la siembra.

Cuadro 10. Estructura de costos para el establecimiento de *Brachiaria decumbens* en fincas ETES en Brasil.

Costo	Distribución (%)					
	<i>B. decumbens</i> con CaCO ₃ ¹		<i>B. decumbens</i> sin CaCO ₃ ²		<i>B. decumbens</i> ³	
	Sola	Rotación	Sola	Rotación	Sola	Rotación
Preparación de la tierra	49	25	77	41	92	46
Fertilizantes	27	42	14	32	-	-
Semilla	7	14	7	27	8	54
Cal (CaCO ₃)	17	19	-	-	-	-

¹ Una finca ² Cinco fincas ³ Un caso, sin fertilizante.

No existe relación directa entre el uso intensivo de insumos y el acceso al crédito. Obviamente, la finca que presenta el mayor uso de insumos produce más (con capacidad de carga durante todo el año de 2 U.A./ha/año, en comparación con 1.0-0.5 U.A./ha/año en las otras fincas). No se puede medir separadamente el efecto del buen manejo de las pasturas. La sensibilidad a los aumentos del precio de los insumos y a los cambios en las políticas de crédito subsidiado es mayor, mientras más intensivo sea el uso de fertilizantes y de cal.

Crédito bancario. Contrariamente a lo que sucede en los Llanos colombianos, el sector agrícola y ganadero del Brasil posee varios programas crediticios regionales (POLOCENTRO, PROTERRA, PROAGRO, etc.). Los programas de crédito son específicos para los subsectores (agricultura o ganadería) y para las actividades

(capital de operaciones, crédito, inversión, mercadeo). De todas las fincas del proyecto sólo una no tiene actualmente crédito bancario. La cuantía del crédito para Mato Grosso es en promedio de 46.4% del valor de la propiedad de la finca, según el avalúo de la deuda bancaria en el curso de los próximos cinco años. En Goiás la proporción de la deuda en promedio era de 40.7% del valor de la propiedad. El aspecto más importante de este crédito rural consiste en el subsidio mediante bajas tasas de interés (15% en 1980). Utilizando datos promedio y una tasa de inflación del 80%, la proporción del subsidio para los créditos a un año se calculó en 40.29% de la cuantía total del crédito. Esta tasa de inflación del 80% está probablemente subestimada. Para créditos de inversión a ocho años (desmonte del Cerrado + establecimiento de pasturas) el subsidio real descontado alcanza al 81.36%. Los cálculos en una de las fincas señalan que el crédito subsidiado reduce efectivamente los costos anuales de establecimiento de praderas cultivadas de *B. decumbens* o de *B. humidicola* en un 65%.

El uso del crédito subsidiado para el sector agrario en el Brasil se ha extendido tanto en cuantía como en el número de clientes en los años recientes. Es así como para los estudios de caso de ETES, se puede suponer que el crédito subsidiado continuará siendo importante.

Rentabilidad de las fincas de ETES. Utilizando los coeficientes técnicos disponibles y datos económicos para 1980, se hicieron proyecciones del desarrollo de los hatos, precios y flujos de caja para cada finca suponiendo coeficientes técnicos constantes según el modelo HAT-SIM computarizado. Es posible que los resultados sobre desarrollo del hato, flujo de caja, y tasa interna de retorno (TIR) cambien ligeramente con nuevos datos provenientes de la última visita de trabajo sobre producción animal en el transcurso del proyecto ETES (noviembre 1980). Sin embargo, las tendencias en cuatro visitas previas no cambiarán significativamente.

En contraste con los casos colombianos, el aumento de las inversiones en Brasil originó aumentos en la TIR (Fig. 4). Si se incluyen todas las fincas, la TIR como función del total de inversiones por cabeza de ganado (sin ganado ni tierra) muestra una tendencia positiva ($TIR = 5.05 + 0.18 \text{ Inv.}$, $r^2 = 0.58$). Entre los 12 estudios de caso, dos presentaron relaciones notoriamente diferentes entre las dos variables. Con muy pocas inversiones y altos parámetros de producción, la finca 03 tenía una de las más altas TIR (13.49%). Se puede explicar esto en parte por la calidad de los suelos (saturación por Al de 2.2% en comparación con 13.4% en todas las fincas de ETES).

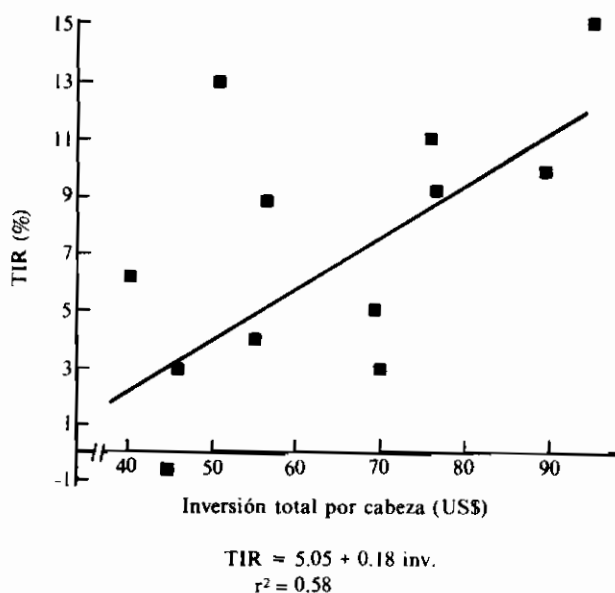


Figura 4. Inversión total por cabeza de ganado y tasa interna de retorno (TIR) para fincas del Proyecto ETES en Brasil.

La finca 03 no tenía cultivos, y debido a esa circunstancia no fue incorporada en la función. Como se esperaba que la presencia de cultivos influyera sobre la rentabilidad, se revisó la relación entre el porcentaje del área en arroz de secano y la TIR. Al incluir solamente las fincas con cultivos de arroz, se encontró una correlación positiva entre las dos variables ($TIR = 3.86 + 0.49 \text{ Cult.}$, $r^2 = 0.56$) (Fig. 5). Por tanto, la relación positiva entre las mayores inversiones y la TIR no se debe únicamente a la actividad ganadera.

Adopción de nuevas tecnologías. Hay dos posibilidades principales para ampliar la actividad ganadera en las fincas ETES: a) mediante la adquisición de nuevas tierras (Cerrado), y/o b) mediante el uso intensivo de la tierra (pastos cultivados).

Un aumento total del área de las fincas de sólo un 2.2% durante tres años de observación, y el estancamiento que se presentó el año pasado, señalan la escasa posibilidad de ampliar la actividad ganadera mediante la explotación del Cerrado en estas regiones. Además, de acuerdo con los estimativos realizados para cada finca, la explotación del Cerrado acarrea mayores costos anuales por U.A. que el uso de pastos cultivados con manejo adecuado.

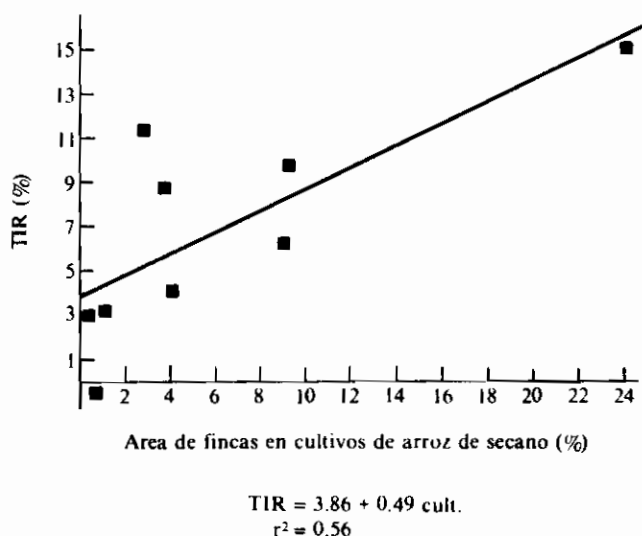


Figura 5. Porcentaje del área total de fincas cultivada con arroz de secano y tasa interna de retorno (TIR) en fincas del Proyecto ETES en Brasil.

Se ha logrado la intensificación del uso de la tierra en las fincas mediante la interacción entre los cultivos anuales (arroz de secano) y las pasturas cultivadas. De éstas sólo se incluyen las gramíneas. Este tipo de intensificación del uso de la tierra puede ser limitado por la disponibilidad de Cerrado para desmonte. Por otra parte, los aumentos en la relación de precios de insumo: producto demandarán no solamente incrementos en la productividad por unidad de superficie sino también aumentos esenciales en los parámetros de producción por U.A.

La utilización de pasturas cultivadas constituye una tecnología ampliamente difundida entre las fincas ETES y en las regiones del proyecto, aunque no se cultivan mezclas de gramínea-leguminosa. Debido a que el establecimiento de pasturas cultivadas es un proceso dinámico que tiene lugar en las fincas ETES, y el apoyo crediticio para tales actividades tiene probabilidad de continuar en los años venideros, se podría integrar fácilmente al proceso la introducción de nuevas tecnologías relacionadas con las mezclas gramínea-leguminosa y su manejo.

Durante 1980 esta sección continuó colaborando con el Programa en la creación de condiciones que faciliten la transferencia de tecnología a las instituciones nacionales. Esto se realizó principalmente mediante la coordinación de los aspectos técnicos de la capacitación y mediante la participación en los ensayos regionales en América Central y la región del Caribe para evaluar la adaptabilidad del germoplasma forrajero seleccionado para los ecosistemas del área de interés.

Capacitación

Sesenta y cinco profesionales recibieron capacitación durante 1980 en las varias secciones del Programa (Cuadro 1). El principal objetivo siguió siendo el desarrollo y fortalecimiento de una red de científicos y técnicos involucrados en el trabajo con especies forrajeras tropicales en el área de interés.

Cuadro 1. Países de origen de los profesionales capacitados en el Programa de Pastos Tropicales en 1980.¹

País	No. de profesionales	País	No. de profesionales
Argentina	4	Honduras	2
Bolivia	2	México	1
Brasil	6	Holanda	2
Colombia	10	Nicaragua	5
Costa Rica	2	Panamá	4
Cuba	8	Perú	5
República Dominicana	2	Estados Unidos	1
Ecuador	3	Venezuela	4
Rep. Federal de Alemania	4	Total	65

¹ Incluye aquellos que comenzaron su capacitación antes de 1980.

Veintiocho profesionales de 12 países de América Latina participaron en el Tercer Curso de Investigación en Producción y Utilización de Pastos Tropicales, efectuado durante el segundo semestre de 1980. Este curso sufrió algunas modificaciones para permitir mayor

participación de los asistentes en proyectos individuales de investigación en varias secciones del Programa, pero con énfasis en agronomía, fertilidad de suelos y nutrición animal. Los otros 37 participantes se vincularon como visitantes asociados en investigación e internos posgraduados en actividades relacionadas con proyectos realizados en colaboración con distintas universidades para el lleno de requisitos de maestría, doctorado, o grados equivalentes, o proyectos específicos de investigación.

Experimentos para fines de investigación. Se han establecido varios experimentos en CIAT-Quilichao para contribuir a la capacitación sobre metodología de investigación en evaluación de pasturas y para ofrecer a los participantes la oportunidad de realizar investigaciones y evaluar la información pertinente sobre problemas de producción y utilización de pastos en suelos ácidos e infértiles. Los resultados de estos experimentos se presentaron y discutieron con los participantes en el curso de su capacitación.

El año pasado se informó sobre los resultados de los rendimientos de MS el primer año de varias gramíneas forrajeras sometidas a tres niveles de fertilidad del suelo (CIAT Inf. Anual Prog. Past. Trop. 1979). Pasado el segundo año, todas las especies, con excepción de *Digitaria decumbens*, todavía presentaban buena adaptación a las condiciones establecidas. Entre las gramíneas de cubrimiento limitado, *Paspalum notatum* tuvo los rendimientos más altos este año en todos los niveles de fertilidad. *B. decumbens* 606 sobresalió entre las estoloníferas semi-erectas, y *A. gayanus* 621 presentó el mejor comportamiento a todos los niveles entre las gramíneas macolladoras de porte alto.

Se demostró que la digestibilidad *in vitro* de MS de especies forrajeras seleccionadas aumentaba en respuesta a la fertilidad del suelo (Cuadro 2). No hubo, sin embargo, cambios significativos en la composición de los hidratos de carbono estructurales que pudieran explicar los cambios en la digestibilidad.

Cuadro 2. Composición promedio de hidratos de carbono estructurales y lignina en especies forrajeras tropicales seleccionadas con relación a tres niveles de fertilidad, en CIAT-Quilichao, 1979-80.

Grupo de forrajes	Niveles de fertilidad del suelo ²	DMSIV ³ (%)	CC ⁴ (%)	CPC ⁴ (%)			
				Total	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
Gramíneas ¹	I	37.8	24.4	76.0	38.5	30.1	7.0
	II	41.7	21.7	78.2	44.0	34.1	7.9
	III	46.8	22.9	77.0	34.2	35.7	7.0
	Promedio	42.1	23.0	77.0	38.9	33.3	7.3
Leguminosas ¹	I	35.6	32.4	67.5	33.7	20.2	13.5
	II	39.4	33.9	66.0	31.5	18.6	15.9
	III	50.6	32.4	67.5	30.5	22.8	14.2
	Promedio	41.8	32.9	67.2	31.9	20.5	14.5

¹ Gramíneas: *Digitaria decumbens*, *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*.

Leguminosas *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes capitata*, *Desmodium ovalifolium*, *Zornia latifolia*.

² Niveles de fertilidad: I = control; II = 150, 100, 44 kg/ha, respectivamente, de cal, N y P; III = 2000, 200, 88, 42 kg/ha, respectivamente, de cal, N, P, K mas S, B y Cu.

³ Digestibilidad de MS *in vitro*

⁴ CC = contenido celular; CPC = constituyentes pared celular.

Cuadro 3. Aumentos de peso en pie del ganado en pastos tropicales mejorados en ensayos de pastoreo establecidos para fines de capacitación, 1979-80.

Localidad y tratamientos	Duración (días)	Tasa de carga (animal/ha)	Aumento diario (g/animal/día)	Aumento total (kg/animal)	Aumento promedio (kg/ha/día)
CIAT-Quilichao					
<i>Hemarthria altissima</i>	186	6.00	535	99.5	3.20
<i>Andropogon gayanus</i>	188	4.00	622	116.9	2.49
<i>Andropogon gayanus</i> + mezcla leguminosas	160	3.50 ¹	400	64.0	1.40
Finca El Limonar					
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	212	1.25	557	118.0	0.69
<i>Brachiaria decumbens</i>	212	2.40	595	126.0	1.42
<i>Brachiaria humidicola</i>	417	2.40 ²	516	215.0	1.44
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Centrosema</i>	167	2.90 ³	652	109.0	2.15
<i>Andropogon gayanus</i> + mezcla leguminosas	417	2.87 ⁴	652	272.0	2.12
Finca El Congo					
<i>Andropogon gayanus</i>	182	4.00	498	91.0	2.00
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>	181	4.00	506	84.0	1.85
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Stylosanthes capitata</i>	182	4.00	471	58.0	1.27
Finca La Real					
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>	112	4.00	544	61.0	2.17

¹ Promedio: 2.7 animales/ha durante 73 días, luego 4.3 animales/ha

² Promedio: 2.0 animales/ha durante 187 días, luego 2.8 animales/ha

³ Promedio: 2.5 animales/ha durante 33 días, luego 3.3 animales/ha

⁴ Promedio: 2.5 animales/ha durante 187 días, luego 3.25 animales/ha.

Dos ecotipos de *Pennisetum purpureum*, King Grass y Merker, presentaron una adaptación notable a las condiciones de suelos ácidos en CIAT-Quilichao durante el primer año. Estos ecotipos fueron altamente produc-

tivos y sus rendimientos de MS se mantuvieron por encima de 40 ton/ha. Se podrían utilizar como suplemento alimenticio durante la estación seca, especialmente por parte de los minifundistas en sus parcelas.

Se han establecido ensayos de pastoreo en praderas mejoradas en cuatro fincas cercanas a CIAT-Quilichao. Sus características edáficas indican condiciones de acidez y escasa fertilidad semejantes a las de la estación de investigación donde se seleccionaron las especies para

adaptación. El resumen de los resultados de estos ensayos en el Cuadro 3 indica la productividad potencial de las pasturas mejoradas, especialmente las asociaciones gramínea-leguminosa, en las condiciones bajo las cuales se establecieron estos experimentos.

Publicaciones del Programa y del Personal Científico

- Angelone, A.; Toledo, J.M.; Burns, J.C.** 1980a. *Herbage measurement in situ by electronics. 1. The multiple-probe type capacitance meter: a brief review.* Grass and Forage Science 35:25-33.
- Angelone, A.; Toledo, J.M.; Burns, J.C.** 1980b. *Herbage measurement in situ by electronics. 2. Theory and design of an earth-plate capacitance meter for forage dry matter estimation.* Grass and Forage Science 35:95-104.
- Aycardi, E.R.; Myers, D.M.; Torres, B.** 1980. *A new Leptospiral serovar in the Tarassovi serogroup from Colombia.* Zbl. Vet. B. 27 (5): 425-428.
- Aycardi, E. R.; Torres, B; Guzmán, V. H.; Cortés, M.** 1980. *Leptospirosis in Colombia. Isolation of Leptospira hardjo from beef cattle grazing tropical savannas.* Rev. Lat-amer. Microbiol. 22 (2):73-77.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical.** 1980. *Boletín Informativo sobre Pastos Tropicales.* Enero-Junio 1980. Cali, Colombia. 14 p. Serie 01SG-3.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical.** 1980. *Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales, 1979.* Cali, Colombia. 186p. Serie 02STP1-79.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical.** 1980. *Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales.* Cali, Colombia. v. 2, 415 Resúmenes. Serie 08SG-2.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical.** 1980. *Tropical Pastures Program, Annual Report 1979.* Cali, Colombia. 156p. Serie 02ETP1-79.
- Cochrane, T.T.; Salinas, J.G.; Sánchez, P.A.** 1980. *An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminum tolerance.* Tropical Agriculture 57 (2):133-140.
- Gómez de Enciso, C.; Tergas, L.E.** 1980. *Selectividad de herbicidas en el establecimiento de leguminosas forrajeras seleccionadas para suelos ácidos.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 16p. Documento presentado en el Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, 5o., Guayaquil, Ecuador.
- Hutton, E.M.** 1980. *Breeding Leucaena for acid tropical soils.* Leucaena Newsletter 1:7.
- Lascano, C.** 1980. *Conceptos sobre la regulación del consumo de forrajes en rumiantes.* In Santos, N.J., ed. Encuentro Nacional de Zootecnistas, 2o., Cali Colombia. Memorias. pp. 97-109.
- Lenné, J. M.** 1980. *Camptomeris leaf spot on Leucaena spp. in Colombia.* Plant Disease 64 (4):414-415.
- Lenné, J.M.** 1980. *Diseases of Leucaena in Central and South America.* Leucaena Newsletter 1:8.
- Lenné, J.M.; Turner, J.W.; Cameron, D.F.** 1980. *Resistance to diseases and pests of tropical pasture plants.* Tropical Grasslands 14 (3):146-152.
- Salinas, J.G.** 1980. *Adaptación de plantas a toxicidades de aluminio y manganeso en suelos ácidos.* In Silva, F. ed. Fertilidad de suelos; diagnóstico y control. Bogotá, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. pp. 399-420.
- Salinas, J.G.** 1980. *Requerimientos nutricionales en pastos tropicales.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 87 p. Documento presentado en el Curso sobre Investigación en la Eficiencia de Fertilizantes en los Trópicos (FERITT). IFDC-CIAI
- Salinas, J. G.; Delgadillo, G.** 1980. *Respuesta diferencial de ocho gramíneas forrajeras a estrés de Al y P en un Oxisol de Carimagua.* Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 28p. Documento presentado en el Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. 7o., Heredia, Costa Rica.

Salinas, J.G.; Pereira, F. 1980. *Evaluación general del potencial agropecuario de la amazonía boliviana*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 24p. Documento presentado en la Conferencia Internacional sobre Uso de Tierras e Investigación Agrícola en la Amazonía.

Sánchez, P.A.; Couto, W.; Buol, S. W. *The fertility capability soil classification system: Interpretation, applicability and modification*. Geoderma (en prensa).

Sanzonowicz, C.; Couto, W. 1980. *Níveis e fontes de fósforo para o estabelecimento e manutenção de Andropogon gayanus consorciado com Stylosanthes capitata num solo de cerrado*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. (Resumen). Documento presentado en el Congresso Brasileiro de Zootecnia y Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 17a., Fortaleza - CE, Brasil.

Sylvester-Bradley, R. 1980. *Isolation and cultivation of Rhizobium strains for tropical forage legumes using acid media*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 11 p. Documento presentado en RELAR, 10o., Maracay, Venezuela.

Sylvester-Bradley, R.; Oliveira, L.A. de; Bandeira, A.G. 1980. *Nitrogen fixation in Nasutitermes in Central Amazonia*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 9 p. Documento presentado en el Simposio Internacional sobre Insectos Sociales en los Trópicos, Cocoyoc, México.

Sylvester-Bradley, R.; Oliveira, L.A. de; Podestá, J.A. de; St. John, T.V. 1980. *Nodulation of legumes, nitrogenase activity of roots and occurrence of nitrogen-fixing Azospirillum spp. in representative soils of Central Amazonia*. Agro-Ecosystems 6:249-266.

Tergas, L.E.; Urrea, G.A. 1980. *Efectos de tres niveles de fertilidad sobre la producción de pastos tropicales en un Ultisol de Colombia*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 16 p. Documento presentado en el Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. 7o., Heredia, Costa Rica.

Toledo, J.M.; Burns, J.C.; Lucas, H.L. Jr.; Angelone, A. 1980. *Herbage measurement in situ by electronics. 3. Calibration, characterization and field meter: a prototype*. Grass and Forage Science 35:189-196.

Científicos principales

- * Gustavo A. Nores, PhD, Economista, Coordinador
- ** José M. Toledo, PhD, Agrónomo de Pastos, Coordinador
- Eduardo Aycardi, PhD, Veterinario, Especialista en Salud Animal
- Rosemary Bradley, PhD, Microbióloga Suelos
- Mario Calderón, PhD, Entomólogo
- Walter Couto, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (sede en Brasilia)
- John E. Ferguson, PhD, Agrónomo, Producción de Semillas
- Bela Grof, PhD, Agrónomo (residente en Carimagua)
- *** Ingo Kleinheisterkamp, DAgr., Zootecnista, Sistemas de Producción Pecuaria
- Jillian Lenné, PhD, Fitopatóloga
- C. Patrick Moore, PhD, Zootecnista, Utilización de Pastos (sede en Brasilia)
- José Salinas, PhD, Edafólogo, Suelos/Nutrición de Plantas
- Rainer Shultze-Kraft, DAgr., Agrónomo, Germoplasma
- James M. Spain, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (sede en Brasilia)
- Luis E. Tergas, PhD, Agrónomo, Transferencia de Tecnología/Adiestramiento
- Derrick Thomas, PhD, Agrónomo (sede en Brasilia)

Científicos visitantes

- E. Mark Hutton, D.Sc., Mejoramiento de Leguminosas
- Nobuyoshi Maeno, PhD, Agrónomo de Leguminosas, Utilización de Pastos

Especialistas visitantes

- Rolf Minhorst, MS, Proyecto ETES (sede en Brasilia)
- Cristoph Plessow, DAgr., Proyecto ETES (sede en Maturín, Venezuela)

Científicos posdoctorales

- Pedro J. Argel, PhD, Producción de Semillas
- Antonio Carrillo, DAgr. Proyecto ETES
- Carlos Lascano, PhD, Utilización de Pastos
- **** John W. Miles, PhD, Mejoramiento de Pastos
- Frank Muller, PhD, Sistemas de Producción Pecuaria (sede en Carimagua)
- *** Eugenia de Rubinstein, PhD, Economía
- *** James E. Sumberg, PhD, Mejoramiento de Leguminosas

Asociados de investigación visitantes

- Elke Bohnert, MS, Utilización de Pastos
- *** Jorge Luis Díaz, MS, Utilización de Pastos
- Gerhard Keller-Grein, MS, Germoplasma
- *** Hilda Caridad Machado, MS, Fitomejoramiento
- *** Karen Speidel, MS, Microbiología de Suelos
- Linus Wege, MS, Agronomía (sede en Carimagua)

Asociados de investigación

- Miguel Angel Ayarza, MS, Microbiología de Suelos
- Edgar Burbano, MS, Producción de Semillas (sede en Carimagua)
- Carlos Castilla, MS, Entrenamiento/ Agronomía/ Ensayos Regionales
- Rodolfo Estrada, MS, Economía
- Manuel A. Franco, Análisis de Sistemas
- *** Clemencia Gómez, MS, Transferencia de Tecnología
- ***** Alberto Ramírez, MS, Entrenamiento
- Libardo Rivas, MS, Economía
- Fabio Nelson Zuluaga, MS, Salud Animal (sede en Carimagua)

-
- * Hasta octubre 14, 1980
 - ** A partir de octubre 15, 1980; anteriormente a cargo de Agronomía/ Ensayos Regionales
 - *** Se retiró en 1980
 - **** Científico principal a partir de septiembre 1980
 - ***** Asignado por el Prog. de Adiestramiento

Asistentes de investigación

- Amparo de Alvarez, Agrónoma, Fitopatología
Guillermo Arango, Biólogo, Entomología
- * Javier Belalcázar, Agrónomo, Germoplasma
 - Gustavo Benavides, Agrónomo, Germoplasma
 - Gerfried Carlos Buch, Agrónomo,
Agronomía (sede en Carimagua)
 - Raúl Botero. DMV. Sistemas de Producción
Pecuaria (sede en Carimagua)
 - Arnulfo Carabaly, Agrónomo, Agronomía/
Ensayos Regionales
 - Rubén Dario Cabrales, Zootecnista, Sistemas de
Producción Pecuaria (sede en Carimagua)
 - Asdrúbal Cano, Economista, Economía
 - Manuel Coronado, Agrónomo, Mejoramiento
de Leguminosas
 - * Jorge Corredor, Agrónomo, Agronomía
(sede en Carimagua)
 - * Patricia Chacón, Bióloga, Entomología
 - Martha Lucía Escandón, Agrónoma, Agronomía,
Fitomejoramiento
 - Luis H. Franco, Agrónomo, Desarrollo de
Pasturas (sede en Carimagua)
 - Duván García, Agrónomo, Producción
de Semillas
 - Obed García, DMV, Salud Animal (sede
en Carimagua)
 - Hernán Giraldo, Agrónomo, Agronomía/
Ensayos Regionales
 - Ramón Gualdrón, Agrónomo, Nutrición Plantas/
Microbiología Suelos (sede en Carimagua)
 - * Silvio Guzmán. DMV, Transferencia
de Tecnología/ Entrenamiento
 - Phanor Hoyos, Zootecnista, Utilización de Pastos
 - Carlos Humberto Molano, Agrónomo,
Mejoramiento de Forrajes y Leguminosas
 - * Rodrigo F. Mutis, Zootecnista, Sistemas de
Producción Pecuaria (sede en Carimagua)
 - Edgar Quintero, Agrónomo, Entomología
(sede en Carimagua)
 - Bernardo Rivera. DMV, Salud Animal
 - Manuel Sánchez, Agrónomo,
Producción de Semillas
 - José Ignacio Sanz, Agrónomo, Nutrición
de Plantas
 - Celina Torres, Agrónoma, Fitopatología
 - Gustavo Urrea, Agrónomo, Fitopatología
 - * Luis Miguel Uribe, Agrónomo, Entrenamiento
 - Fernán Alberto Varela, Agrónomo, Entomología
 - Jaime Velásquez, Zootecnista, Utilización de
Pasturas (sede en Carimagua)
 - Bernardo Velosa, Agrónomo, Mejoramiento
de Forrajes

* Se retiró en 1980