

**CIAT**

**Programa  
de Ganado  
de Carne**



**1978**

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede principal ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. La subse de Quilichao, situada cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tiene una extensión de 184 hectáreas y es propiedad de FES (Fundación para la Educación Superior), la cual arrienda el terreno al CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Los donantes en 1979 son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (AID), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comunidad Económica Europea (CEE) y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, el Japón, Noruega, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, del Canadá (CIID), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

**02S1G-78**  
**Octubre 1979**

# **Programa de Ganado de Carne**

## **Informe de 1978**

Esta publicación es una separata de la sección  
del Programa de Ganado de Carne, Informe  
Anual del CIAT 1978

**Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**  
**Apartado Aéreo 6713**  
**Cali, Colombia S.A.**

## PERSONAL DEL PROGRAMA DE GANADO DE CARNE

### Oficina del Director General

#### Científicos Principales

John L. Nickel, *PhD, Director General*  
Alexander Grobman, *PhD, Director General*  
*Asociado, Cooperación Internacional*  
\*Kenneth O. Rachie, *PhD, Director General*  
*Asociado, Investigación*

#### Personal Asociado

Cecilia Acosta, *Asistente Administrativa*

### Programa de de Ganado de Carne

#### Científicos Principales

Pedro A. Sánchez, *PhD, Edafólogo*  
*(Coordinador)*  
Eduardo R. Aycardi, *PhD, Especialista en*  
*Salud Animal*  
Walter Couto, *PhD, Edafólogo,*  
*Desarrollo de Praderas*  
*(con sede en Brasilia, Brasil)*  
William E. Fenster, *PhD, Especialista en*  
*Fertilidad de Suelos*  
*(Proyecto Fósforo del IFDC)*  
John E. Ferguson, *PhD, Agrónomo,*  
*Producción de Semillas*  
Bela Grof, *PhD, Agrónomo en Leguminosas*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Jake Halliday, *PhD, Microbiólogo en Suelos*  
C. Allan Jones, *PhD, Agrónomo en Gramíneas*  
Ingo Kleinheisterkamp, *DAgr, Zootecnista, Mane-*  
*jo Animal*  
Luis Alfredo León, *PhD, Químico de Suelos*  
*(Proyecto Fósforo del IFDC)*

C. Patrick Moore, *PhD, Zootecnista*  
*(con sede en Brasilia, Brasil)*  
Gustavo A. Nores, *PhD, Economista Agrícola*  
Osvaldo Paladines, *PhD, Zootecnista/*  
*Nutricionista*  
José G. Salinas, *PhD, Nutricionista en Suelos*  
\*Kenneth D. Sayre, *PhD, Fitomejorador*  
Rainer Schultze-Kraft, *DAgr, Agrónomo en*  
*Leguminosas*  
\*James M. Spain, *PhD, Edafólogo, Desarrollo de*  
*Praderas (asignado en Carimagua, Colombia)*  
Luis E. Tergas, *PhD, Agrónomo,*  
*Adiestramiento y Pruebas Regionales*  
Derrick Thomas, *PhD, Agrónomo en Pastos*  
*(con sede en Brasilia, Brasil)*

#### Científicos Visitantes

Thomas T. Cochrane, *PhD, Especialista en*  
*Evaluación de Recursos de Tierras*  
E. Mark Hutton, *DAgrSc, Fitomejorador*  
Nobuyoshi Maeno, *DAgr, Agrónomo en*  
*Leguminosas*

#### Científicos Posdoctorales

Mario Calderón, *PhD, Entomología*  
Jillian M. Lenné, *PhD, Fitopatología*  
Eugenia de Rubinstein, *PhD, Economía Agrícola*

#### Especialistas Visitantes

Rolf Minhorst, *MS, Manejo Animal*  
*(asignado en Brasilia, Brasil)*  
Peter Kammer, *MS, Manejo Animal*  
*(asignado en Maturín, Venezuela)*

#### Investigadores Asociados

Edgar Burbano, *MS, Producción de Semilla*

\* Se retiró en 1978

Carlos Castilla, *MS, Desarrollo de Praderas*  
Rubén Darío Estrada, *MS, Economía Agrícola*  
\*\*Clemencia Gómez, *MS, Adiestramiento/*  
*Pruebas Regionales*  
\*Victor H. Guzmán, *MS, Salud Animal*  
Libardo Rivas, *MS, Economía Agrícola*  
Fabio Nelson Zuluaga, *MS, Salud Animal*

#### **Investigadores Asociados Visitantes**

Fabio Calvo, *Ing. Agr., Desarrollo de Praderas*  
Guido Delgadillo, *MS, Suelos/Nutrición Vegetal*  
Jorge Luis Díaz, *MS, Utilización de Pastos*  
William F. Gómez, *DMV, Utilización de Pastos*  
Hendrik Jansen, *MS, Agronomía de Leguminosas*  
\*Herbert Jenrich, *MS, Utilización de Pastos*  
Joel Levine, *MS, Economía Agrícola*  
\*Javier Marín, *BS, Proyecto Fósforo*  
Frank Müller, *MS, Agronomía de Leguminosas*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Luis Fernando Sánchez, *MS, Evaluación de*  
*Recursos de Tierras*

#### **Investigadores Asistentes**

Amparo V. de Alvarez, *Ing. Agr., Fitopatología*  
\*Miguel A. Ayarza, *Ing. Agr., Edafología*  
Daniel Javier Belalcázar, *Ing. Agr., Introducción*  
*de Plantas*  
Francisco Bonilla, *Ing. Agr., Producción de*  
*Semillas*  
Raul Botero, *DMV, Manejo Animal*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Arnulfo Carabaly, *Ing. Agr., Agronomía de*  
*Gramíneas*  
Manuel Coronado, *Ing. Agr., Mejoramiento de*  
*Leguminosas*  
José Misael Cortés, *DMV, Salud Animal*  
Patricia Chacón, *Bióloga, Entomología*  
Luis A. Duque, *Ing. Agr., Proyecto Fósforo*  
Martha Lucía Escandón, *Ing. Agr., Mejoramiento*  
*de Leguminosas*  
\*Jaime Escobar, *Zootecnista, Utilización de Pastos*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*

Luis E. Forero, *Biólogo, Introducción de Plantas*  
Luis H. Franco, *Ing. Agr., Desarrollo de Praderas*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Duván García, *Ing. Agri., Producción de Semillas*  
Hernán Giraldo, *Ing. Agr., Agronomía de*  
*Leguminosas*  
Ramón Gualdrón, *Ing. Agr., Edafología*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Fabio Gutiérrez, *Ing. Agr., Microbiología de*  
*Suelos*  
Uriel Gutiérrez, *Economía Agrícola*  
\*\*Silvio Guzmán, *DMV,*  
*Adiestramiento/Pruebas Regionales*  
Phanor Hoyos, *Zootecnista,*  
*Manejo de Praderas*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
\*Jorge Leal, *Zootecnista, Manejo de*  
*Praderas*  
\*Orlando Lozano, *DMV, Manejo Animal*  
Henry Llanos, *Ing. Agr., Química de Suelos*  
Carlos Humberto Molano, *Ing. Agr., Agronomía*  
*de Pastos (asignado en Carimagua, Colombia)*  
Rodrigo F. Mutis, *Zootecnista, Manejo Animal*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
\*Martha Stella Peña, *Química, Manejo de Praderas*  
\*Bernardo Rivera, *DMV, Salud Animal*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*  
Manuel Sánchez, *Ing. Agr., Agronomía de*  
*Leguminosas (asignado en Carimagua,*  
*Colombia)*  
Roberto Sánchez, *Ing. Agr., Suelos/*  
*Nutrición Vegetal*  
José Ignacio Sanz, *Ing. Agr.,*  
*Adiestramiento/Pruebas Regionales*  
Luis Miguel Uribe, *Zootecnista, Utilización*  
*de Pastos*  
Gustavo Adolfo Urrea, *Ing. Agr.,*  
*Adiestramiento/Pruebas Regionales*  
Bernardo Velosa, *Ing. Agr., Mejoramiento de*  
*Leguminosas*  
Fernán Alberto Varela, *Ing. Agr., Entomología*  
*(asignado en Carimagua, Colombia)*

\* Se retiró en 1978

\*\* Pertenece a la Unidad de Adiestramiento y Conferencias

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	<b>B-1</b>
Germoplasma	B-1
Componentes de la Tecnología	B-2
Estudio del Area de Actuación	B-3
<b>ESTUDIO DEL AREA DE ACTUACION</b>	<b>B-5</b>
Clima	B-6
Paisaje	B-8
Vegetación	B-10
Suelos	B-10
Referencias Bibliográficas	B-12
<b>INTRODUCCION DE PLANTAS</b>	<b>B-12</b>
Colección e Introducción de Germoplasma Forrajero	B-12
Multiplicación Inicial y Mantenimiento del Germoplasma	B-12
Evaluación Preliminar del Germoplasma	B-14
Herbario de Referencia	B-16
<b>MEJORAMIENTO DE FORRAJES</b>	<b>B-18</b>
<i>Stylosanthes capitata</i>	B-18
<i>Centrosema pubescens</i>	B-18
<i>Leucaena</i>	B-19
<i>Desmodium ovalifolium</i>	B-19
<i>Panicum maximum</i>	B-19
<b>AGRONOMIA DE LEGUMINOSAS</b>	<b>B-20</b>
<i>Zornia latifolia</i>	B-20
<i>Desmodium ovalifolium</i>	B-22
<i>Stylosanthes capitata</i>	B-24
<i>Stylosanthes guianensis</i>	B-27
El Híbrido 438 de <i>Centrosema</i>	B-27
Leguminosas para Pastoreo	B-31
Nuevas Actividades	B-33
Clasificación del Germoplasma	B-33
<b>AGRONOMIA DE GRAMINEAS</b>	<b>B-34</b>
Tolerancia a la Sequía	B-34
Respuesta a la Defoliación	B-38
Respuesta a la Fertilidad	B-39

Calidad Nutricional	B-40
Mejoramiento en la Metodología	B-41
Clasificación de las Accesiones de Gramíneas	B-45
<b>PRODUCCION DE SEMILLA</b>	<b>B-47</b>
Multiplicación de Semillas	B-47
Tecnología de la Producción de Semilla	B-49
<b>FITOPATOLOGIA</b>	<b>B-55</b>
Antracnosis	B-56
Añublo	B-57
El Nemátodo del Nudo Radical	B-57
Mancha Foliar Causada por <i>Campylopus</i>	B-65
Mancha Foliar Causada por <i>Cercospora</i>	B-67
Roya	B-67
Oidio	B-67
Otros Hongos Potencialmente Importantes	B-67
<b>ENTOMOLOGIA</b>	<b>B-68</b>
Estudios Sobre Ciclos de Vida	B-68
Control Biológico	B-68
Resistencia de la Planta Hospedante	B-71
Dinámica de Población	B-71
Caracterización de los Efectos de Ataques de Antracnosis/Barrenador del Tallo	B-71
Evaluaciones de Campo	B-73
Bases para la Resistencia de la Planta Hospedante	B-74
<b>MICROBIOLOGIA DE SUELOS</b>	<b>B-76</b>
Colección de <i>Rhizobium</i>	B-76
Selección de Cepas	B-77
Tolerancia de <i>Rhizobium</i> a la Acidez	B-83
Recomendaciones para la Inoculación	B-85
<b>FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION DE LA PLANTA</b>	<b>B-86</b>
Requerimientos de Nitrógeno de las Gramíneas Forrajeras	B-86
Requerimientos de Fósforo de las Gramíneas Forrajeras	B-88
El Proyecto Fósforo	B-91
Calibración de los Análisis de Suelo	B-92
Experimentos con Cal/Fósforo	B-92
Experimento sobre Incubación de Fósforo	B-94
Mezclas de Roca Fosfatada y Superfosfato Triple	B-94
Efectos a Largo Plazo de Diferentes Rocas Fosfatadas	B-95
Tamaño de los gránulos de las Rocas Fosfatadas	B-97
Desarrollo de una Red de Investigación sobre Fósforo	B-98
Estimación Sistemática de los Requerimientos Nutricionales	B-100

<b>DESARROLLO DE PASTOS</b>	<b>B-104</b>
Cultivos como Precursores en el Establecimiento de Pastos	<b>B-104</b>
Desarrollo de Pastos en los Llanos	<b>B-108</b>
Establecimiento de Pastos	<b>B-109</b>
Mantenimiento y Manejo de Pastos	<b>B-111</b>
Desarrollo de Pastos en el Cerrado	<b>B-115</b>
Factores Nutricionales Limitantes	<b>B-116</b>
Requerimientos de la Planta Durante el Establecimiento	<b>B-116</b>
Métodos de Establecimiento	<b>B-117</b>
Renovación de Praderas	<b>B-117</b>
Otros Experimentos	<b>B-118</b>
<b>UTILIZACION DE PASTOS</b>	<b>B-119</b>
Valor Nutricional de <i>Andropogon gayanus</i>	<b>B-119</b>
Valor Nutricional de Especies de <i>Desmodium</i>	<b>B-119</b>
Manejo del Pastoreo en Asociaciones de Leguminosas/Gramíneas	<b>B-123</b>
Potencial de Producción Animal de Praderas de Gramíneas Puras	<b>B-126</b>
Potencial de Producción Animal en las Praderas de Gramíneas/Leguminosas	<b>B-130</b>
Ensayos de Producción Animal en Brasilia	<b>B-131</b>
<b>MANEJO ANIMAL</b>	<b>B-133</b>
Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne	<b>B-133</b>
Sistemas de Manejo de Hatos de Cría	<b>B-145</b>
Hato Experimental	<b>B-151</b>
<b>SALUD ANIMAL</b>	<b>B-153</b>
Estudios a Nivel Macro	<b>B-153</b>
Estudios Intermedios	<b>B-155</b>
Estudios a Nivel Micro	<b>B-160</b>
<b>ECONOMIA</b>	<b>B-167</b>
Costos del Establecimiento de Pastos	<b>B-168</b>
Parámetros Seleccionados de los Sistemas de Hatos	<b>B-170</b>
Simulación del Uso Estratégico de Praderas a Base de Leguminosas	<b>B-172</b>
Distribución de los Beneficios de una Mayor Producción de Ganado de Carne entre los Consumidores	<b>B-176</b>
<b>ADIESTRAMIENTO Y PRUEBAS REGIONALES</b>	<b>B-182</b>
Adiestramiento	<b>B-182</b>
Pruebas Regionales	<b>B-183</b>
Conferencias	<b>B-186</b>
<b>PUBLICACIONES</b>	<b>B-187</b>



# Programa de Ganado de Carne

El Programa de Ganado de Carne del CIAT, en 1978, entró en una etapa de operación total, con actividades de investigación de campo en CIAT-Quilichao, en el Centro Nacional de Investigaciones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Carimagua, en el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brasilia, Brasil, y una red de 14 pruebas regionales establecidas por toda el Area de Actuación del Programa. Siguiendo los objetivos y el plan de trabajo esbozado en el Informe Anual del CIAT de 1977, los principales logros obtenidos en 1978 se pueden resumir en términos de desarrollo de germoplasma y de componentes de tecnología mejorada y el establecimiento de una etapa en la cual se inician las actividades de transferencia de tecnología.

## Germoplasma

La planta forrajera *Andropogon gayanus* CIAT 621 ha mostrado tener un comportamiento sobresaliente como gramínea tropical altamente productiva para las regiones de Oxisoles y Ultisoles. Esta gramínea ha entrado a la etapa que corresponde a la Categoría 5 (prelanzamiento), la cual incluye la fase de producción de semilla en gran escala. Sus principales características son: 1) crece excelentemente y produce abundante materia seca en los suelos ácidos e

infértiles, con el mínimo de aplicación de insumos; 2) tiene una tolerancia excepcional a las condiciones de sequía, quema y altos niveles de saturación de Al; 3) presenta bajos requerimientos de P y N; 4) hasta el momento no ha sido atacada por ninguna enfermedad o insecto; 5) produce semilla fácilmente; 6) es compatible con leguminosas; 7) se adapta bien a los sistemas de establecimiento de pastos a bajo costo; 8) presenta una calidad nutricional aceptable y un alto consumo debido a que es muy apetecida por el ganado; 9) da altos niveles de producción animal durante el primer año. Aún no se conoce bien su tolerancia al ataque de ciertas plagas, como las especies de salivita o mión y tampoco, su capacidad de producción animal durante la estación seca ni la posibilidad de que se establezca como maleza en campos de cultivo. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT han acordado lanzar esta forrajera para su producción comercial, a comienzos de 1980, como "Pasto Carimagua cv. 621" siempre y cuando los factores que todavía no se conocen bien se aclaren y que no aparezcan factores negativos de importancia, durante los experimentos de 1979.

Siete accesiones de tres especies de leguminosas forrajeras — *Zornia latifolia* (CIAT 728), *Desmodium ovalifolium* (CIAT 350) y *Stylosanthes capitata* (CIAT 1019, 1078, 1097, 1315 y 1405) — con-

tinúan siendo promisorias para su lanzamiento potencial y han entrado a los ensayos de producción animal a nivel de la Categoría 4. En este momento, no es posible establecer cuál de estas especies es superior. Todas han mostrado tener buena persistencia durante su segundo año en las pruebas de pastoreo; se adaptan a los suelos ácidos e infértiles; tienen buenos mecanismos de autopropagación; no presentan ataques mayores de insectos o enfermedades y presentan un buen potencial de fijación de nitrógeno.

Además, *Z. latifolia* tiene un contenido muy alto de proteína y crece vigorosamente durante la estación seca. *D. ovalifolium* es suficientemente agresiva para formar buenas mezclas con *Brachiaria decumbens* pero es susceptible al ataque de nemátodos y aún no se ha probado su potencial de producción de semilla en latitudes bajas. Algunas accesiones de *S. capitata* presentan tres mecanismos de persistencia: producción abundante de plántulas, rebrotes de los nudos de la corona (como los que produce la planta de alfalfa) y rebrotes de las yemas axilares y terminales.

Estas tres leguminosas fueron tolerantes a la quema, lo cual constituye un punto a favor de su persistencia, en el caso de una quema accidental o de la necesidad de hacer una quema periódica de forraje demasiado maduro que queda en las praderas al final de la época de lluvias.

El proceso de evaluación de germoplasma continúa seleccionando un gran número de accesiones de leguminosas y gramíneas, por medio de las evaluaciones en las etapas sucesivas correspondientes a las Categorías 1, 2, 3 y 4 que se llevan a cabo en CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia. Dos especies de leguminosas arbustivas para pastoreo han mostrado ser promisorias bajo las condiciones de los

suelos ácidos: *Desmodium gyroides* 3001 y varias líneas de *Leucaena leucocephala* resultantes de la selección o el mejoramiento genético por tolerancia a la acidez del suelo, junto con rizobios adaptados tolerantes a la acidez. También, varios tipos de *Stylosanthes guianensis*, de floración tardía, provenientes de los Cerrados, muestran ser promisorios por su tolerancia a la antracnosis.

## Componentes de la Tecnología

Varias Secciones del Programa están desarrollando componentes de la tecnología para hacer que la infertilidad de los suelos ácidos (y la obtención de plantas adaptadas a ellos) sea una ventaja y no una desventaja. Los sistemas de siembra a baja densidad favorecen el ahorro de semilla, de fertilizante y de maquinaria, y permiten el establecimiento de praderas listas para el pastoreo, en un año. La baja fertilidad del suelo inhibe el crecimiento de las malezas durante el período de establecimiento de las praderas, bien sea por semilla o por crecimiento de estolones. Las rocas fosfatadas de baja reactividad, las cuales son bastante abundantes en América tropical, son eficientemente utilizadas ya que la acidez del suelo disuelve rápidamente las rocas y el resultante material fosfatado es aprovechado por las especies forrajeras que toleran los altos niveles de Al.

En el laboratorio, se desarrolló un nuevo medio ácido para seleccionar cepas de *Rhizobium* por su tolerancia a la acidez del suelo. Esto facilita la selección de cepas por su persistencia en suelos ácidos puesto que el recubrimiento de las semillas e inóculo de *Rhizobium* con cal, solamente es efectivo para la primera generación de nódulos. Las próximas generaciones quedarán expuestas al medio ácido.

Otros desarrollos tecnológicos de importancia incluyen: el descubrimiento de que el tipo de tricomas y la aparición de secreciones en los tallos de *Stylosanthes* pueden explicar su tolerancia o susceptibilidad a los ataques del barrenador del tallo; el diseño de mecanismos simples para estimar la longitud de las raíces y el potencial hídrico de las hojas en gramíneas tropicales; el desarrollo de un removedor de la arista de *Andropogon*; la efectividad de los minigránulos de roca fosfatada para proporcionar mejores propiedades de manejo sin afectar su reactividad y la verificación de qué modelos de simulación descritos en el Informe Anual del CIAT de 1977, son confiables según se comprobó con la obtención de datos reales hecha en 1978. Además, mediante el análisis económico, se definió que la persistencia de una pradera de gramíneas/leguminosas es costeable cuando tiene una productividad de por lo menos 6 años.

Al reunir algunos componentes tecnológicos disponibles en un "paquete tecnológico" para su evaluación en un ensayo de sistemas de hatos de cría en Carimagua, se encontró que el uso estratégico de praderas de gramíneas/leguminosas que tengan una extensión equivalente al 10 por ciento del área total de pastoreo, aumentaba la producción de carne en un 250 por ciento, durante su primer año de operaciones y parece ser altamente rentable.

## Estudio del Area de Actuación

Aunque los resultados obtenidos de la investigación son muy alentadores, se requiere más tiempo para determinar si las nuevas praderas de gramíneas/leguminosas en asociación son lo suficientemente persistentes para ser realmente rentables. Mientras continúa la investigación, se han logrado avances en el conocimiento sobre

el Area de Actuación que ha demarcado el Programa de Carne del CIAT, tanto físicamente como en términos de producción potencial y en el desarrollo de relaciones colaborativas con las instituciones nacionales.

La interpretación de una gran cantidad de información climatológica, edáfica y de paisaje indica que la evapotranspiración potencial, durante la estación lluviosa, separa en forma efectiva la sabana de dos tipos de área de bosque. La interpretación del estudio del Area de Actuación indica que es necesario establecer en las áreas de selva dos sitios de evaluación diferentes para el germoplasma en las Categorías 2 y 3.

El estudio detallado de las fincas productoras de ganado de carne, en los Llanos y en el Cerrado (proyecto ETES), está proporcionando datos cuantitativos confiables sobre los sistemas reales de producción y también oportunidades excelentes para validar nueva tecnología de pastos a nivel de finca. Los estudios sobre salud animal muestran diferencias significativas en el grado de importancia de las enfermedades en diferentes partes del Area de Actuación. Las reuniones con colaboradores de varias instituciones nacionales de investigación y desarrollo agropecuario ayudaron a obtener información para producir un manual para la colección y evaluación de germoplasma forrajero y sirvieron para reunir gran parte del conocimiento que existe actualmente sobre las relaciones suelo/pasto/ganado en el Area de Actuación. Por primera vez, comenzó a funcionar en América Latina una red de investigación sobre forrajes tropicales.

En Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y Nicaragua se establecieron 14 pruebas regionales para evaluar la adap-

tabilidad del germoplasma promisorio. En diciembre de 1978 se establecerán 15 pruebas adicionales en Brasil y otras, en un futuro cercano, en América Central y en el área del Caribe. En el primer curso sobre forrajes, con duración de 6 meses, se

adiestraron 21 colaboradores de instituciones de investigación y desarrollo de Brasil, Colombia, Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela, Panamá, Nicaragua y Cuba. Se está programando un segundo curso para febrero de 1979.

## ESTUDIO DEL AREA DE ACTUACION

A mediados de 1977 se inició un estudio del Area de Actuación del Programa de Ganado de Carne, localizada en las regiones de Oxisoles y Ultisoles de América tropical, con el fin de clasificar los recursos de tierras en términos de clima, paisaje y suelo. Esta clasificación permitirá hacer una síntesis geográfica de la región sobre bases económicas, la cual servirá de base para diseñar la estrategia sobre transferencia de tecnología del Programa. En el Informe Anual del CIAT de 1977 se describió la metodología utilizada y los resultados iniciales obtenidos.

En 1978 se completó el análisis de los datos climatológicos y también, el reconocimiento aéreo y el trabajo de campo en América del Sur. Hasta el momento, se ha definido un total de 237 sistemas de tierra en las áreas en donde se ha completado el trabajo (Figura 1). Los datos comparativos, para cada sistema de tierra, se están archivando en un mecanismo de recuperación de información computadorizada, el cual también permite dibujar mapas con propósitos específicos.

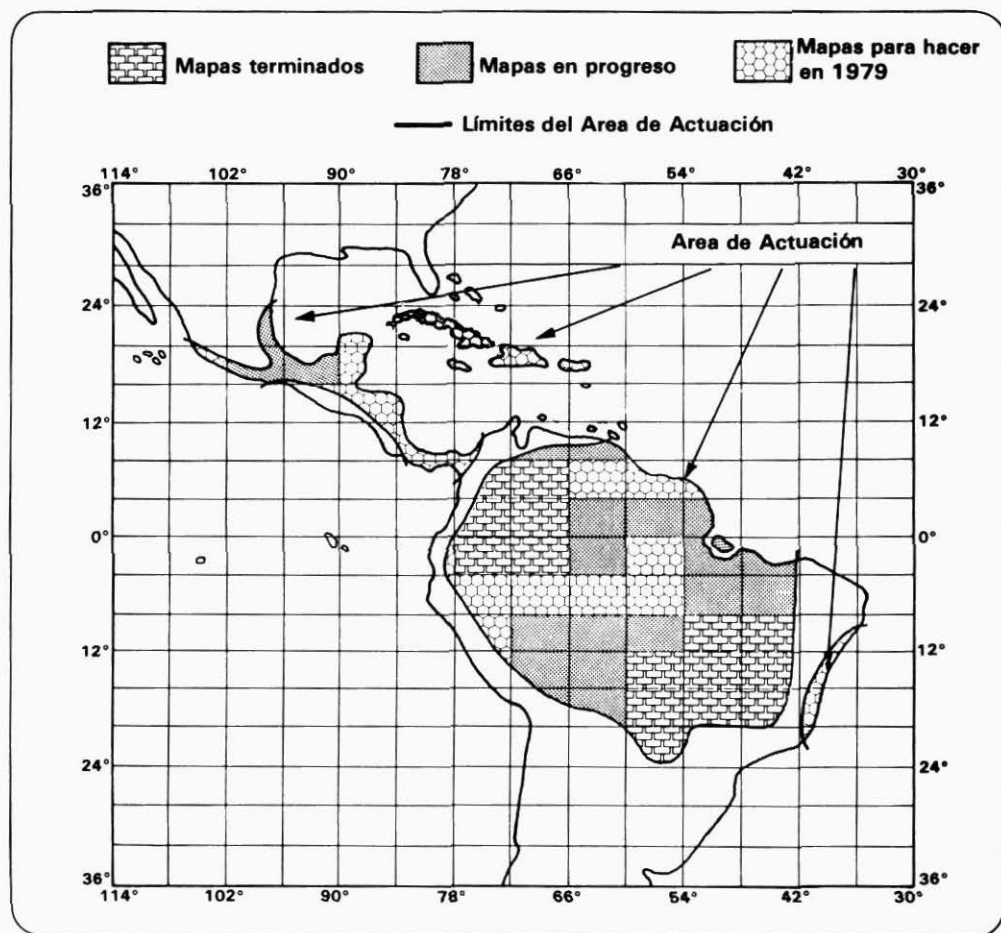


Figura 1. Estado actual del trazado de mapas correspondientes a los sistemas de tierra, para el Área de Actuación del Programa de Ganado de Carne del CIAT.

## Clima

Se organizaron y analizaron los datos climatológicos a largo plazo colectados en las estaciones meteorológicas ubicadas en el Area de Actuación. La Figura 2 muestra la localización aproximada de las estaciones y la Figura 3 muestra un ejemplo de la salida de datos de una de ellas, incluyendo una definición de los parámetros. El índice de disponibilidad de humedad (IDH) predice la probabilidad de las condiciones de sequía. Cuando el IDH es mayor de 0.34, es muy probable que se presente una sequía severa. Los valores del IDH entre

0.34 y 0.67 muestran sequía; un IDH entre 0.68 y 1.0, poca sequía y valores de IDH mayores de 1.00 indican que no hay condiciones de sequía.

Al terminar los análisis del balance hídrico, se decidió hacer un mapa y reunir los parámetros climatológicos. Los datos obtenidos de las sabanas centrales de Brasil muestran que la evapotranspiración potencial de la estación lluviosa (meses con un IDH mayor que 0.33) para esas sabanas era muy constante. Posteriormente, se hizo un mapa de las tierras bajas tropicales de

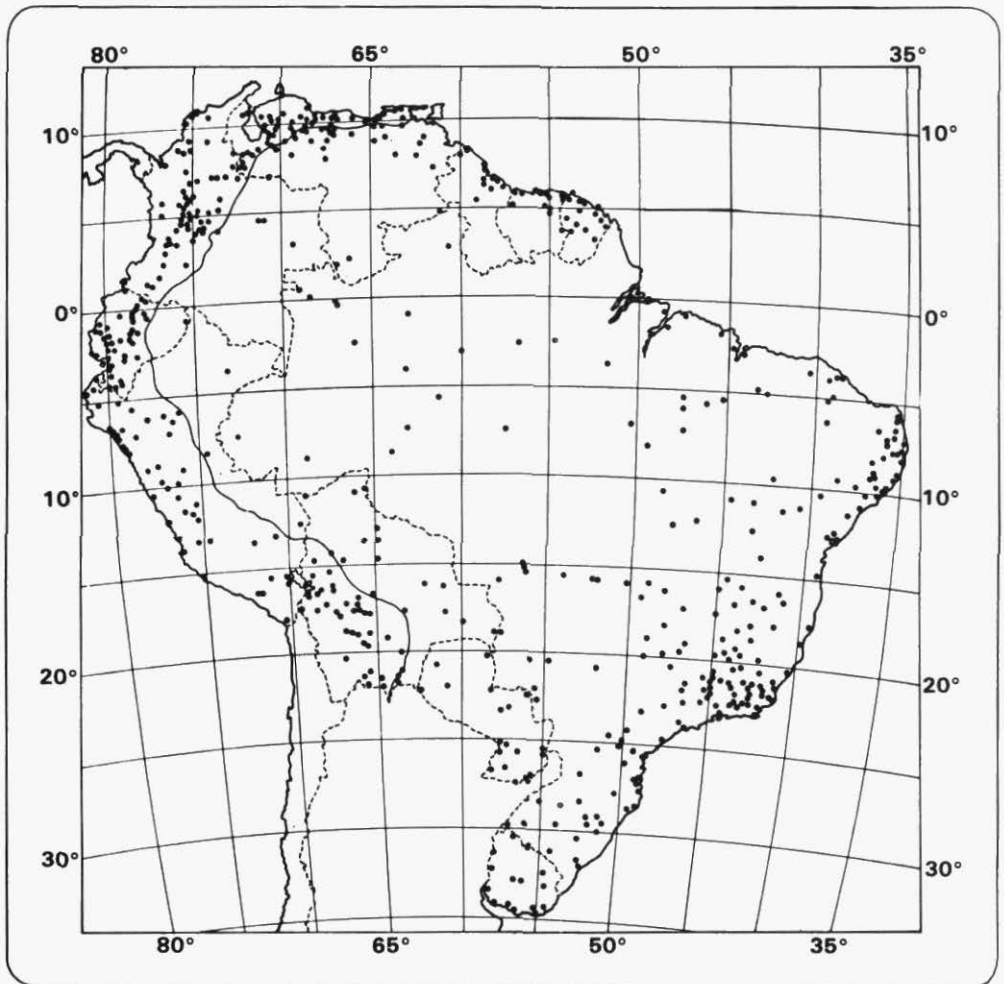


Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas en una parte de América del Sur.

FORMOSA		LAT 15 32		LON 47 18		912. METROS	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	
(1) TEMP MED	22.0	22.1	21.9	21.5	20.1	19.0	
(2) H.R. MED	84.	78.	77.	64.	52.	38.	
(3) PCT SOL	44.	52.	53.	66.	76.	87.	
(4) RS MED	494.	523.	492.	486.	459.	452.	
(5) PRECIP.	252.	204.	227.	93.	17.	3.	
(6) ET POT	141.	135.	140.	132.	125.	115.	
(7) DEF PREC	-111.	-69.	-87.	39.	108.	112.	
(8) DEP PREC	176.	138.	157.	51.	0.	0.	
(9) MAI	1.25	1.02	1.12	.38	.00	.00	
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
	18.9	20.7	22.8	22.9	21.9	21.6	21.3
	36.	41.	69.	78.	88.	91.	66.
	88.	85.	61.	51.	38.	33.	61.
	471.	522.	507.	510.	460.	430.	484.
	6.	3.	30.	127.	255.	343.	1560.
	123.	144.	143.	149.	127.	121.	1596.
	117.	141.	113.	22.	-128.	-221.	35.
	0.	0.	1.	78.	179.	248.	
	.00	.00	.01	.52	1.41	2.04	

- 1 Temperatura media en °C  
 2 Porcentaje de humedad relativa media.  
 3 Porcentaje promedio de luz solar posible.  
 4 Radiación solar media incidente (Langleys/día) estimada con base en el parámetro PCT SOL.  
 5 Precipitación media en mm.  
 6 Evapotranspiración potencial estimada por el método de Hargreaves, en mm.  
 7 Déficit de precipitación = ET POT - PRECIP (equilibrio hídrico) en mm.  
 8 Precipitación confiable en mm. = (PRECIP x 0.7) - 10.  
 9 Índice de disponibilidad de humedad =  $\frac{DEP\ PREC}{ET\ POT}$

Figura 3. Muestra de una hoja impresa de computador, con datos climatológicos, para una estación meteorológica representativa; este tipo de información es utilizado en la clasificación de sistemas de tierras, con definiciones de los parámetros utilizados.

América del Sur en el cual se demarcaron claramente cuatro regiones principales con evaporaciones totales para la estación lluviosa de: menores que 910 mm, 910-1060, 1061-1300 y mayores que 1300 mm; fue fácil demarcar estas cuatro clases pues ellas siguieron un patrón natural de agrupamiento de la evapotranspiración potencial (Figura 4). La clase 910-1060 presentó una media de 987 mm, una DE de 54 mm y un CV del 5.5 por ciento; la clase 1061-1300 mm presentó una media de 1178 mm, una DE de 71 mm y un CV del 6 por ciento. La región con menos de 910 mm abarca áreas con una estación seca de 6 meses y "caatinga" u otras formas de vegetación semiárida o árida. Estas áreas están, en gran parte, fuera del Area de Actuación aunque incluyen algunos Oxisoles y Ultisoles. Las áreas de 910-1060

mm corresponden claramente a las regiones de vegetación de sabana, tales como el Cerrado y los Llanos, con una estación seca de 4 a 6 meses. La franja de 1061-1300 mm abarca áreas bajo una vegetación estacional semisiempre verde la cual sufre de una estación seca de 4 meses. Las áreas con más de 1300 mm son las regiones de bosque húmedo tropical con una estación seca de menos de 3 meses. Es clara la similitud entre el mapa de la evapotranspiración potencial en la estación de lluvias (Figura 4) y el mapa de la duración de la estación seca (Figura 5). En consecuencia, este parámetro, además de brindar una ecuación sobre la energía utilizable para el crecimiento de las plantas, proporciona una amplia y primera aproximación de la duración de la sequía en el Area de Actuación. La evapo-

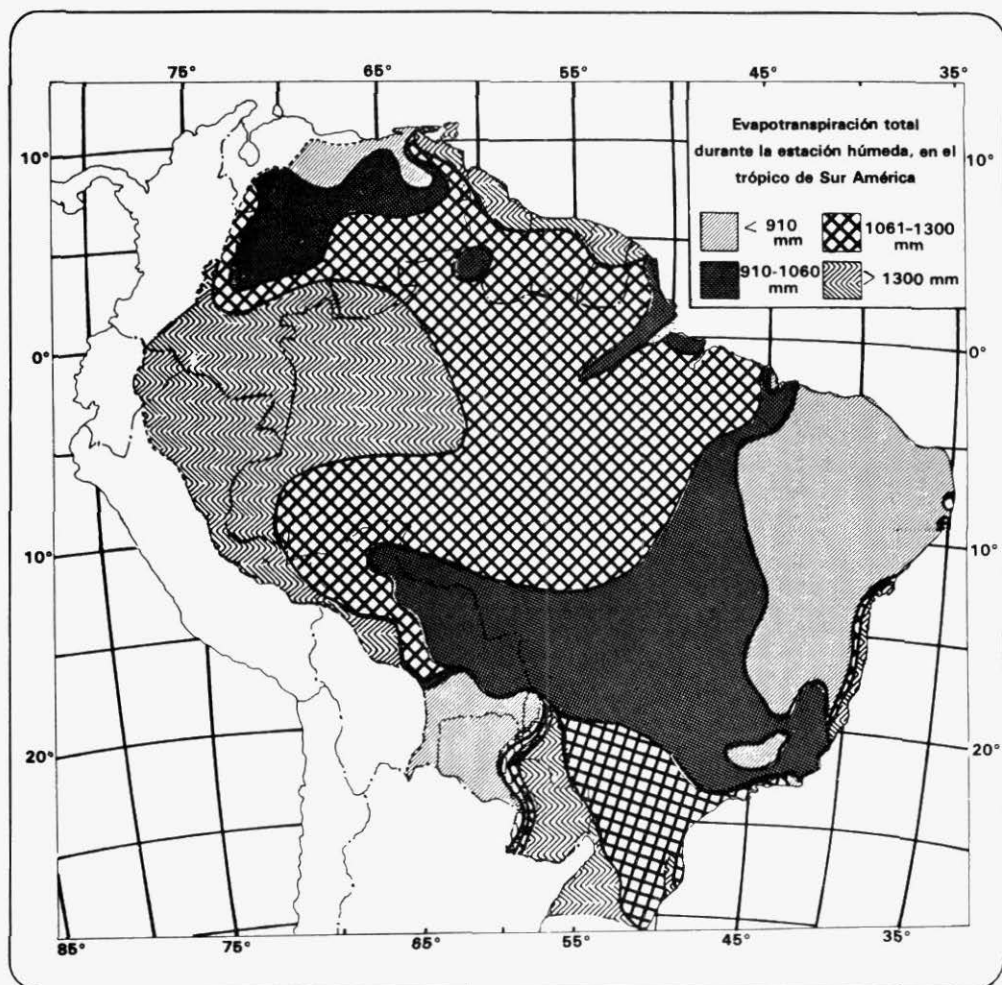


Figura 4. Evapotranspiración total, durante la estación húmeda, en el trópico de Sur América.

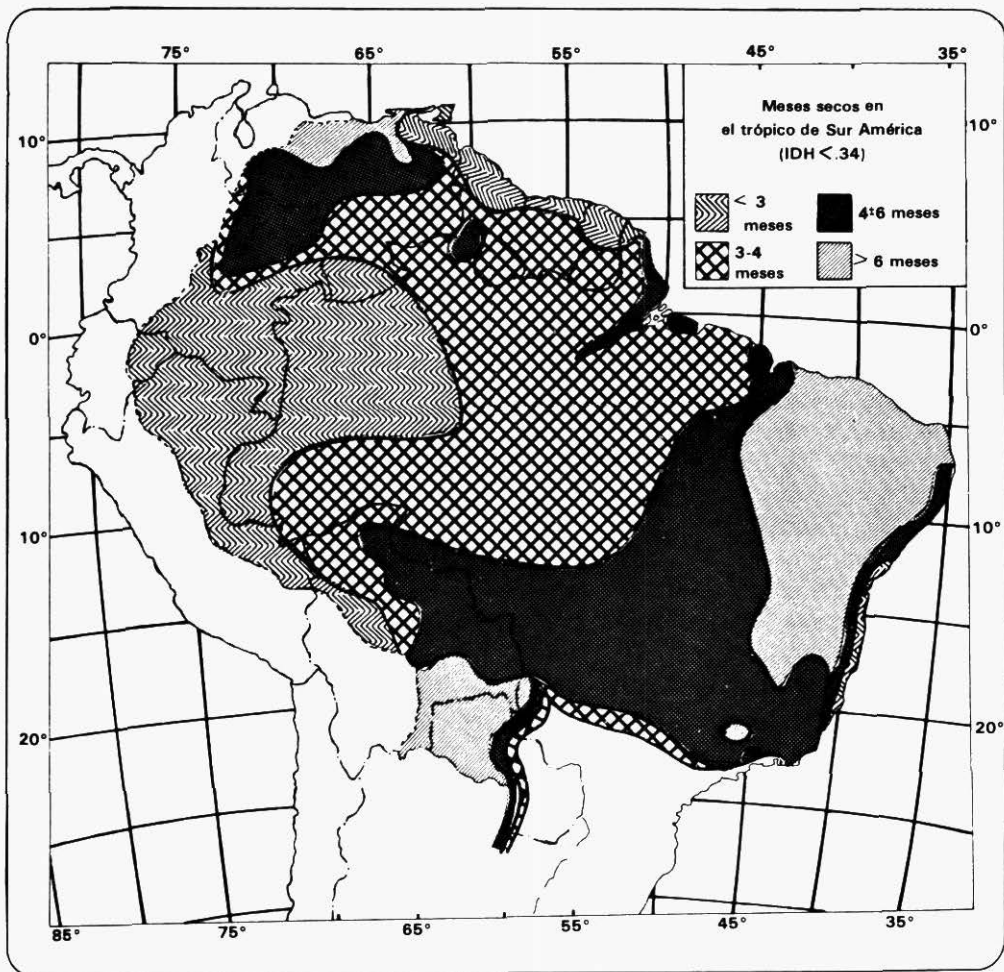
transpiración potencial durante la estación de lluvias definitivamente es un parámetro muy útil para clasificar el clima con base en el crecimiento de especies perennes, tales como los pastos.

### Paisaje

Se demostró que existen dos circunstancias totalmente diferentes para la producción de ganado de carne en las sabanas de Brasil. La primera se caracteriza por la presencia de tierras bien drenadas, principalmente Oxisoles, en donde el factor

limitante primordial es la falta de pastos durante la estación seca. La segunda se caracteriza por tierras mal drenadas, principalmente Ultisoles (Aquults), con una topografía plana. Estos suelos presentan un horizonte de textura pesada, el cual impide el drenaje bajo una capa de suelo superficial con textura más liviana. Al iniciarse la estación de lluvias, el horizonte superior se satura muy rápidamente de agua y esas tierras generalmente se inundan hasta el grado en que el ganado debe ser trasladado a tierras más altas. Con frecuencia la disponibilidad de tierras más





**Figura 5.** Meses secos (Índice de Disponibilidad de Humedad < .34), en el trópico de Sur América.

altas a distancias razonables es muy limitada y de ello resulta una escasez de pastos durante la estación de lluvias. Sin embargo, en la actualidad, tierras con estas características soportan una carga por unidad de área más alta que las tierras bien drenadas y son apreciadas por los ganaderos.

Hacia el occidente del centro de Brasil, el 52 por ciento o sea 126 millones de ha se clasificarían como sabanas bien drenadas (principalmente Oxisoles), el 8 por ciento ó 20 millones de ha, como sabanas estacionalmente inundables (prin-

cipalmente, Ultisoles) y las tierras restantes, como otras formaciones, incluyendo 21 millones de ha de sabanas de Entisoles (suelos arenosos).

En las tierras bajas del Oriente de Colombia el 20 por ciento ó 12 millones de ha se clasificarían como sabanas bien drenadas (Oxisoles), el 7 por ciento ó 4.5 millones de ha como sabanas estacionalmente inundables (Ultisoles) y el área restante, o sea, 46 millones de ha o el 73 por ciento, como otras formaciones, principalmente bosques.

La demarcación de sistemas de tierras, especialmente en Brasil central, ha mostrado contrastes entre mesetas planas, colinas y valles, y llanos de tierras bajas. Muchos sistemas están bien irrigados con corrientes perennes, las cuales disectan las tierras a intervalos regulares. Todos los sistemas presentan áreas de suelos contrastantes y éstos se han resumido y descrito separadamente como facetas de tierras dentro de sistemas de tierras. Esta variabilidad es muy importante a nivel de la agricultura práctica.

## Vegetación

La vegetación, en toda la región bajo estudio, varía desde los bosques desiguos, hasta las sabanas, los bosques estacionalmente semisiempre verdes y finalmente, hasta los bosques húmedos tropicales. Este gradiente sigue la amplia clasificación de la evapotranspiración potencial total de la estación de lluvias (Figura 4). Sin embargo, dentro de estas áreas, ocurren variaciones debido a las diferencias en las propiedades físico/químicas de los suelos. López y Cox, de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, han demostrado que las formas fisionómicas de los Cerrados del Brasil, descritas como "campo limpio" (praderas de pastos), "campo sujo" (praderas de pastos, ocasionalmente con arbustos), "campo cerrado" (sabana abierta), "cerrado" (intermedio) y "cerradão" (sabana cerrada con una cobertura forestal continua), siguen un gradiente de fertilidad. Por lo tanto, la controversia que se presenta en la literatura brasilera en lo relacionado con el origen de la vegetación del Cerrado se ha resuelto en forma efectiva: los Cerrados se pueden considerar como una zona climatológica, con una evapotranspiración potencial total constante durante la estación de lluvias que oscila entre 910 y 1060 mm, dentro de la

cual el gradiente de fertilidad determinará la forma fisiológica de la vegetación.

Es interesante observar que en las sabanas bien drenadas el ganado de carne pastorea activamente arbustos y árboles, especialmente durante la estación seca. Los investigadores brasileros han mostrado que, en los Cerrados, durante la estación seca, más del 60 por ciento del consumo de forrajes por los animales proviene del ramoneo de arbustos y árboles. La disponibilidad de forrajes ricos en proteína, durante la estación seca, es crítica en las tierras bien drenadas; por lo tanto, la atención que se le está dando a la selección de cultivares de gramíneas y leguminosas que puedan mantener la calidad del forraje bien entrada la estación seca, está bien fundamentada. Las especies forrajeras con enraizamiento profundo, tales como la gramínea *Andropogon gayanus* y la leguminosa *Stylosanthes capitata*, parecieron mantener la calidad de su forraje durante la estación seca cuando se introdujeron a estas áreas. La evaluación de la evapotranspiración total durante la estación de lluvias, en contraposición con la evapotranspiración total durante la estación seca, ayudará a localizar sitios en los cuales es posible establecer en forma realista, programas de selección de cultivares forrajeros adecuados para mejorar la alimentación del ganado. Es evidente que estos sitios deben estar ubicados en suelos representativos, desde el punto de vista físico y químico.

## Suelos

Las características físicas de los suelos han jugado un papel fundamental en la demarcación de sistemas de tierras, particularmente en lo que respecta a la pendiente, el drenaje y la capacidad de retención de agua. Como se anotó anteriormente, los suelos se han descrito

separadamente en las descripciones de las facetas de tierras dentro de un sistema de tierra dado. Se observó que la capacidad de retención de agua de muchos Oxisoles arcillosos se asemeja a la de los suelos arenosos.

Al evaluar las características de la fertilidad de los suelos, el procedimiento que se siguió fue el siguiente: 1) identificación de los problemas de toxicidad, particularmente por Al y Mn, y 2) identificación posterior de los problemas de deficiencias minerales.

En gran parte de la región estudiada, los niveles de Al intercambiable fueron altos. Particularmente en Brasil, se observó que los agricultores frecuentemente aplican cal en forma masiva y a costos muy altos, asumiendo que el Al es completamente neutralizado para superar los problemas de toxicidad. Sin embargo, los cultivos difieren en su tolerancia a los altos niveles de Al intercambiable, cuyo grado se puede expresar, con bastante aproximación, en términos de porcentaje de saturación de Al de la capacidad efectiva de intercambio catiónico. En consecuencia, para muchos cultivos no es necesario neutralizar todo el Al intercambiable sino solamente aplicar suficiente cal para disminuir el porcentaje de saturación de Al a niveles que no afecten la producción. Con base en lo anterior, se desarrolló una ecuación para estimar los requerimientos de cal a un nivel específico de saturación de Al:

$$\begin{aligned} &\text{meq de Ca/100 g de} \\ &\text{suelo requeridos para} = 1.5 [\text{Al} - \text{SAR} (\text{Al} + \text{Ca} + \text{Mg})/100] \\ &\text{el encalamiento} \end{aligned}$$

Los valores para los elementos de la porción derecha de la ecuación se expresan en términos de meq/100 g de suelo en el complejo original de intercambio del suelo sin cal. El elemento SAR corresponde al

porcentaje de saturación de Al requerido. Cuando el requerimiento de cal estimado utilizando el factor 1.5 es mayor que el equivalente químico de cal del Al intercambiable, se obtiene un dato más cercano al medido sustituyendo este factor por 2.

La ecuación se puede utilizar para estimar los requerimientos aproximados de cal a nivel de campo cambiando la expresión meq de Ca/100 g de suelo a toneladas de cal/ha y multiplicando el otro lado de la ecuación por la gravedad específica aparente del suelo. La utilización de la ecuación no requiere un análisis de suelo especial sino solamente una extracción con KCl 1N para la determinación del Al, Ca y Mg intercambiables. Al probarla con datos experimentales de Brasil, Colombia y Estados Unidos, el requerimiento de cal estimado por la ecuación mostró coeficientes de correlación por encima de 0.99\*\* al compararlo con datos reales. Su utilización puede conducir a un ahorro considerable de aplicaciones de cal, no sólo en la región de interés sino también en el resto del mundo. Es un desarrollo práctico de la filosofía del uso mínimo de insumos la cual caracteriza las investigaciones que lleva a cabo el CIAT.

Es posible que algunas áreas estén afectadas por problemas de toxicidad de Mn, pero se dispone de poca información relacionada con esta toxicidad.

La deficiencia más común, en toda la región bajo estudio, además del N, es indudablemente el P. Sin embargo, al observar las especies forrajeras que crecen en la región, con la aplicación de cantidades relativamente pequeñas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50 kg/ha o menos) aparentemente se obtiene una respuesta satisfactoria después de que se hayan superado los problemas de toxicidad de Al, preferentemente a través de la tolerancia de los cultivares.

Se ha informado sobre la deficiencia de Zn, pero sólo cuando se hacen aplicaciones excesivas de cal. Sin embargo, los niveles de Zn en los suelos frecuentemente son bajos, como también los de Mg, P y S. Los niveles de Mo y B pueden ser deficientes en algunos suelos para algunos cultivos. Con frecuencia, los niveles de Na intercambiable son muy bajos en las regiones de sabana y este hecho indica la necesidad de utilizar sal común para ayudar a mejorar la nutrición del ganado de carne en estas regiones.

Con el fin de facilitar la identificación de posibles condiciones de toxicidad y deficiencia, se siguió un procedimiento para hacer un análisis de regresión sobre los análisis químicos de 15 a 20 muestras de

suelo en aquellos casos en que se disponía de suficientes datos.

## Referencias Bibliográficas

Hasta la fecha, se han incorporado unas 4500 referencias bibliográficas y resúmenes de trabajos relacionados con el Área de Actuación a un sistema de tarjetas.

La terminación del estudio se ha programado para mediados de 1979, después de lo cual se harán esfuerzos adicionales para iniciar la interpretación de los datos colectados por los edafólogos, agrónomos, zootecnistas y economistas del Programa.

## INTRODUCCION DE PLANTAS

Durante 1978, esta Sección continuó enfocando sus esfuerzos hacia: 1) la estructuración del germoplasma mediante la colección directa de materiales en el campo y el intercambio con otras instituciones; 2) la multiplicación inicial y el mantenimiento del germoplasma; 3) la evaluación preliminar del germoplasma; y 4) la identificación y clasificación de germoplasma mediante un herbario de referencia.

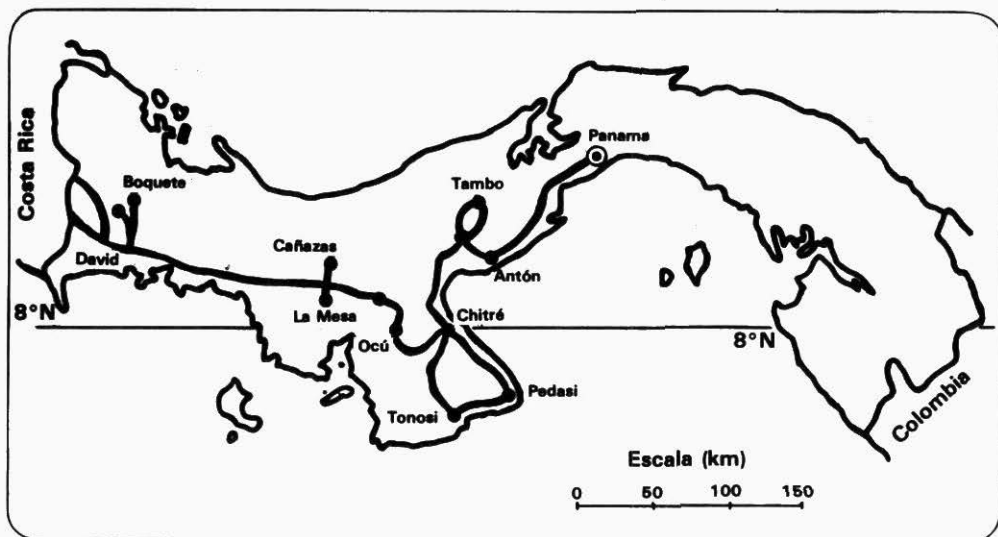
### Colección e Introducción de Germoplasma Forrajero

En 1978 se realizaron tres expediciones de colección de germoplasma: en Panamá, en colaboración con el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el Banco Nacional de Panamá (Figura 6); en Venezuela, en colaboración con el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONIAP) (Figura 7); y en Brasil, en colaboración con el Centro

Nacional de Recursos Genéticos de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (CENARGEN-EMBRAPA) (Figura 8). En estas expediciones sistemáticas y en varias colecciones ocasionales (principalmente, en Colombia) se obtuvo un total de 1458 accesiones. Además, se adquirieron 416 accesiones mediante el intercambio de germoplasma con otras instituciones (Cuadro 1). Con estas adiciones hechas durante el año, la colección de germoplasma de forrajes tropicales del CIAT —especializada en materiales originarios de regiones con suelos ácidos e infértiles de sabanas y selvas— aumentó a un total de 4781 accesiones (Cuadro 1).

### Multiplicación Inicial y Mantenimiento del Germoplasma

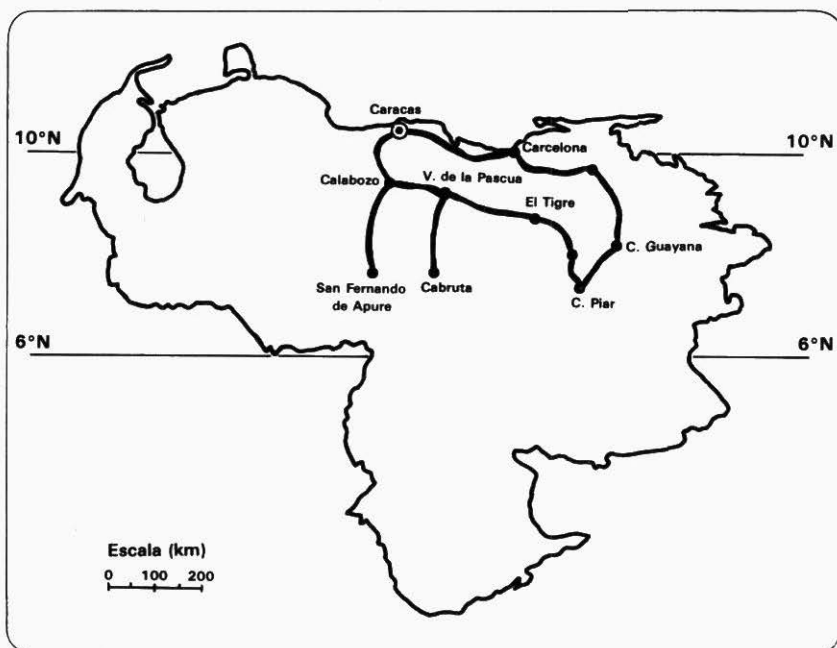
En 1978, gran parte del trabajo de esta Sección consistió en la multiplicación del germoplasma a fin de producir suficiente



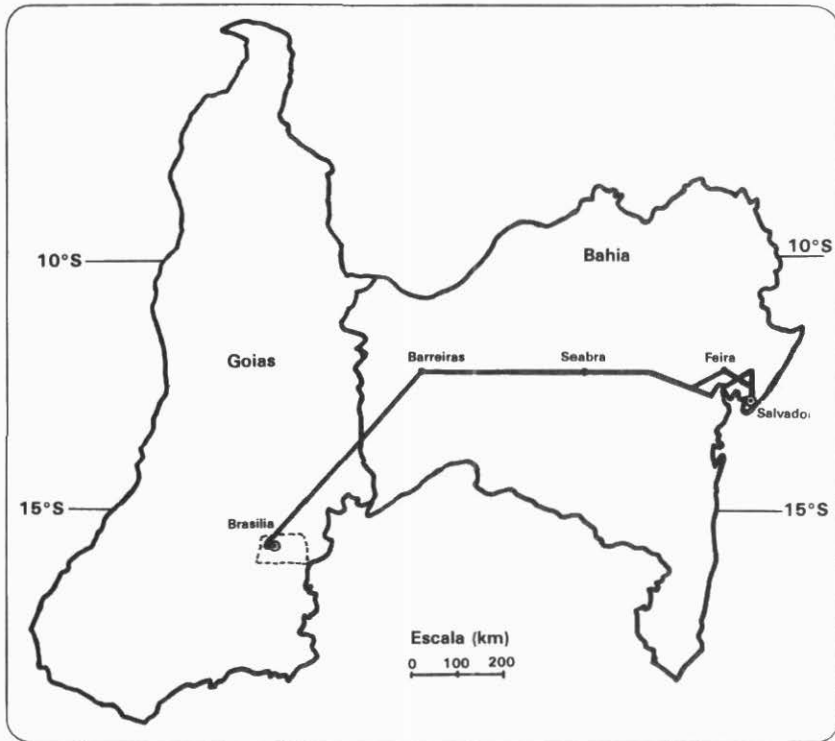
**Figura 6.** Rutas seguidas en los viajes de colección sistemática de germoplasma forrajero, en Panamá (CIAT/IDIAP/Banco Nacional de Panamá), enero de 1978.

semilla o material vegetativo para su preservación, evaluación preliminar y distribución. Se cosechó semilla de casi 2000 accesiones, bajo condiciones de

invernadero y de campo, en CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao; aún hay plantas en materos o en el campo (Cuadro 2).



**Figura 7.** Rutas seguidas en los viajes de colección sistemática de germoplasma forrajero, en Venezuela (CIAT/FONIAP), febrero de 1978.



**Figura 8.** Rutas seguidas en los viajes de colección sistemática de germoplasma forrajero, en Brasil (CIAT/CENARGEN-EMBRAPA), setiembre-octubre de 1978.

## Evaluación Preliminar del Germoplasma

Las evaluaciones preliminares del germoplasma en CIAT-Quilichao hechas durante el año, realizadas desde octubre de 1977, dieron los siguientes resultados:

- Entre 53 accesiones de *Zornia* spp. se seleccionaron 7, las cuales probaron ser más vigorosas o tan vigorosas como el testigo (CIAT 728) (Cuadro 3). Todos los siete ecotipos son nativos de los Llanos Orientales de Colombia y fueron colectados allí. El Comité de Germoplasma del Programa clasificó el material seleccionado en la Categoría 2.

- Se seleccionaron entre 13 accesiones de *Centrosema* spp. 3 que fueron

superiores al testigo (CIAT 438) (Cuadro 4). Dos de ellas son materiales genéticamente mejorados, introducidos de Brasil (*Centrosema pubescens* CIAT 5122 y CIAT 5124), obtenidos por el Dr. Aryno Serpa, Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual (UEPAE) en Itaguaí. El ecotipo más sobresaliente fue CIAT 5065, una accesión colectada en una expedición realizada en 1977 en los Llanos Orientales de Colombia.

- Dentro de un grupo de 26 accesiones de varias especies de *Aeschynomene*, se observó una amplia variación en lo que respecta al tipo de planta, longevidad, hábito de crecimiento, capacidad de producción foliar, resistencia a la sequía y adaptación al Ultisol (pH 4.0, en las parcelas de introducción) de CIAT-Quilichao. Las especies *Aeschynomene*

Cuadro 1.

**Introducción de germoplasma forrajero a través de colecciones directas e intercambio con otras instituciones, durante 1978, y número total de accesiones en el banco de germoplasma de forrajes, hasta noviembre 1, 1978.**

Géneros	Introducciones hechas durante 1978					Total	Total de accesiones en el banco
	Colecciones directas			Colecciones ocasionales	Inter-cambio		
	Panamá	Venezuela	Brasil				
<i>Stylosanthes</i>	39	57	190	43	53	382	1204
<i>Desmodium</i>	56	42	33	68	32	231	670
<i>Zornia</i>	21	29	76	27	22	175	316
<i>Aeschynomene</i>	32	36	46	30	16	160	255
<i>Macroptilium</i> / <i>Vigna</i>	21	24	14	44	42	145	401
<i>Centrosema</i>	21	37	23	18	38	137	325
<i>Galactia</i>	12	25	18	26	7	88	168
<i>Arachis</i>			1		2	3	48
Leguminosas misceláneas <sup>1</sup>	111	83	48	104	47	393	1110
Gramíneas				3	157	160	284
<b>Total</b>	<b>313</b>	<b>333</b>	<b>449</b>	<b>363</b>	<b>416</b>	<b>1874</b>	<b>4781</b>

<sup>1</sup> *Calopogonium*, *Pueraria*, *Teramnus*, *Glycine*, *Rhynchosia*, *Cassia*, *Crotalaria*, *Tephrosia*, *Eriosema*, *Clitoria*, *Indigofera*, *Leucaena* y otras.

Cuadro 2.

**Germoplasma forrajero, en la etapa de multiplicación inicial de semilla, para el mantenimiento de la colección y para estudio, durante 1978.**

Género	No. de accesiones
<i>Stylosanthes</i>	469
<i>Desmodium</i>	247
<i>Zornia</i>	178
<i>Aeschynomene</i>	107
<i>Macroptilium</i> / <i>Vigna</i>	176
<i>Centrosema</i>	125
<i>Galactia</i>	72
<i>Arachis</i>	47
Leguminosas misceláneas <sup>1</sup>	289
Gramíneas <sup>2</sup>	248
<b>Total</b>	<b>1958</b>

<sup>1</sup> *Calopogonium*, *Pueraria*, *Teramnus*, *Glycine*, *Rhynchosia*, *Cassia*, *Crotalaria*, *Tephrosia*, *Eriosema*, *Clitoria*, *Indigofera*, *Leucaena*, y otras.

<sup>2</sup> También, para evaluación preliminar.

*histris*, *A. brasiliana* y *A. paniculata*, las cuales hasta el momento son desconocidas en cuanto a su comportamiento agronómico, se identificaron como especies forrajeras potencialmente promisorias para las condiciones de los suelos ácidos. Se seleccionaron cuatro accesiones (CIAT 9665, 9666, 9681 y 9690) para su evaluación posterior en la Categoría 2.

• Después de un año de observaciones, ninguna de las 31 accesiones de varias especies de *Macroptilium* y *Vigna* presentaron buena adaptación a las condiciones de CIAT-Quilichao. La mayoría de las accesiones se comportaron como anuales y aquellas con un ciclo de vida más largo, fueron severamente afectadas por enfermedades fungosas y bacteriales. Además, durante 1978, se establecieron nuevas parcelas de evaluación preliminar con un total de 804 accesiones de 10

Cuadro 3.

**Evaluación preliminar de 54 accesiones de *Zornia* spp. por su vigor/productividad, según evaluaciones hechas mensualmente, en CIAT-Quilichao.**

CIAT No.	Origen	Establecimiento	Vigor promedio durante:			Observaciones
			1era estación seca	Rebrote	2da estación seca	
728	Meta, Col.	3.0	3.0	3.0	3.0	Testigo
9203	Meta, Col.	1.3	2.0	2.2	2.0	
9214	Meta, Col.	1.3	2.0	2.4	2.0	
9215	Meta, Col.	2.0	1.5	2.0	3.0	
9220	Meta, Col.	4.0	4.0	3.4	3.0	Seleccionada
9225	Meta, Col.	2.7	2.0	3.0	3.0	
9245	Meta, Col.	3.0	3.0	4.0	3.0	Seleccionada
9258	Meta, Col.	3.7	3.0	4.6	4.0	Seleccionada
9260	Meta, Col.	3.7	4.0	4.4	4.0	Seleccionada
9270	Meta, Col.	4.0	4.0	4.6	4.0	Seleccionada
9286	Meta, Col.	3.0	3.0	4.0	4.0	Seleccionada
9295	Meta, Col.	3.7	4.0	3.8	4.0	Seleccionada
9164	Vichada, Col.	1.3	2.0	2.0	1.0	
9179	Vichada, Col.	3.0	4.0	3.0	4.0	
9278	Vichada, Col.	1.3	2.0	2.0	2.0	
9190	Valle, Col.	3.7	3.0	2.2	2.0	
9518	Valle, Col.	2.3	2.0	1.6	1.0	
9559	Cauca, Col.	3.0	3.0	2.4	2.0	
9576	Cauca, Col.	3.3	4.0	3.4	2.0	
9577	Nariño, Col.	3.0	3.0	2.0	2.0	
9304	Tolima, Col.	4.0	3.0	2.2	2.0	
9307	Amazonas, Brasil	2.0	2.0	1.8	2.0	
9208	Amazonas, Brasil	2.0	1.5	1.0	1.0	
9309	Dist. Federal, Brasil	2.3	2.0	1.4	1.0	
9646	Goiás, Brasil	1.3	2.0	2.0	2.0	
5 acces.	Mato Grosso, Brasil	2.7-3.3 <sup>2</sup>	0	0	0	Ecotipos anuales
24 acces.	Mato Grosso, Brasil	1.3-2.7	1.0-3.0	1.2-2.8	1.0-2.0	

1 Puntajes (evaluaciones) de 0 a 5 hechas en comparación con la accesión testigo CIAT 728: 0 = plantas muertas; 1 = mucho menos vigor que el testigo; 2 = menos vigor; 3 = mismo vigor; 4 = más vigor y 5 = muchos más vigor que el testigo.

2 Rango entre el puntaje individual más bajo y el más alto.

géneros (Cuadro 5). En estos experimentos se dio énfasis especial a los géneros y especies que ya se habían identificado como promisorios para el Área de Actuación del Programa de Ganado de Carne.

## Herbario de Referencia

Se continuó el desarrollo de un herbario de referencia, colección cuyo número de especímenes aumentó a 491 muestras



Cuadro 4.

Evaluación preliminar de 14 accesiones de *Centrosema* spp., por su vigor/productividad, según evaluaciones mensuales hechas en CIAT-Quilichao.

CIAT No.	Origen	Establecimiento	Vigor promedio durante:			Observaciones
			1era estación seca	Rebrote	2da estación seca	
438	Híbrido	3.0	3.0	3.0	3.0	Testigo
5122	Híbrido	5.0	4.0	4.0	4.0	Seleccionada
5123	Híbrido	3.0	2.0	3.0	3.0	
5124	Híbrido	5.0	4.0	4.0	4.0	Seleccionada
5052	Vichada, Col.	3.7	4.0	3.0	2.0	
5063	Meta, Col.	2.7	3.0	2.5	2.0	
5065	Meta, Col.	4.0	4.0	4.5	5.0	Seleccionada
5105	Cauca, Col.	2.3	2.0	2.3	2.0	
5106	Cauca, Col.	2.7	3.0	3.0	2.0	
5130	Valle, Col.	2.7	2.0	2.0	2.0	
5125	Antioquia, Col.	3.3	3.0	2.8	2.0	
5109	Mato Grosso, Brasil	3.0	3.0	3.0	2.0	
5111	Mato Grosso, Brasil	1.7	1.0	0	0	
5114	Mato Grosso, Brasil	2.7	3.0	3.0	2.0	

1 Para los puntajes de evaluación del vigor, ver el pie de cuadro 1 del Cuadro 3.

Cuadro 5.

Germoplasma de leguminosas forrajeras sometidas a evaluaciones preliminares, en CIAT-Quilichao, durante 1978.

Especies	No. de accesiones
<i>Stylosanthes capitata</i>	87
<i>Stylosanthes bracteata</i>	20
<i>Zornia</i> spp.	231
<i>Desmodium</i> spp. (tipos erectos para pastoreo)	24
<i>Desmodium barbatum</i>	129
<i>Aeschynomene</i> spp.	36
<i>Centrosema</i> spp.	43
<i>Macroptilium</i> / <i>Vigna</i> spp.	62
<i>Calopogonium</i> spp.	82
<i>Galactia</i> spp.	79
<i>Pueraria phaseoloides</i>	11
<b>Total</b>	<b>804</b>

Cuadro 6.

Especímenes de plantas forrajeras tropicales, de vegetación de sabana, y de malezas, en el herbario de referencia del CIAT, hasta noviembre 1, 1978.

	No. de especímenes
<b>Germoplasma de forrajes del CIAT</b>	
Gramineae	51
Leguminosae	194
<b>Vegetación de sabana</b>	
Gramineae y Cyperaceae	35
Leguminosae	55
Otras familias	60
<b>Malezas</b>	<b>96</b>
<b>Total</b>	<b>491</b>

desecadas hasta octubre de 1978 (Cuadro 6). Una de las adquisiciones fue la colección de malezas previamente mantenida por la anterior Sección de Control de Malezas del CIAT.

Los planes para 1979 incluyen la disminución de las actividades de colección

en el campo y la concentración de esfuerzos en la caracterización y catalogación de las accesiones existentes. Se espera que las actividades de colección aumenten nuevamente en 1980, particularmente en Africa y Asia Sur Oriental.

## MEJORAMIENTO DE FORRAJES

El objetivo de la Sección de Mejoramiento de Forrajes es hacer cruzamientos para obtener combinaciones específicas de características deseables que no sean factibles de obtener mediante la exploración de plantas. En 1978, los cruzamientos iniciales se enfocaron hacia: 1) la recombinación de ciertas características deseables de *Stylosanthes capitata*; y 2) la introducción y fortalecimiento de la tolerancia a los suelos ácidos en *Centrosema*, *Leucaena* y *Panicum maximum*.

### Stylosanthes capitata

Se seleccionaron 12 ecotipos promisorios de *S. capitata* en colaboración con los agrónomos de leguminosas para su inclusión en un programa de cruzamientos de dialelos medios. Los ecotipos representan una variedad de características de vigor, madurez, producción de semilla y adaptación. El objetivo es combinar un alto rendimiento y producción de semilla, una buena habilidad para crecer durante la estación seca, una nodulación activa, una alta resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo y una buena adaptabilidad a los suelos con valores de pH entre 4.2 y 6.0. Es interesante observar que los ecotipos de Brasil Central no presentan tolerancia a los mayores pH, en tanto que los ecotipos de Venezuela utilizados en el programa son tolerantes.

Sólo unas pocas de las combinaciones dialélicas (aproximadamente 6 de 78) no se han obtenido aún mediante cruzamiento. Se están cultivando las plantas  $F_1$  y algunas ya están produciendo semilla  $F_2$ . Se espera que para febrero de 1979 haya disponibilidad de semilla  $F_2$  de todas las combinaciones dialélicas para sembrar poblaciones de estos materiales en CIAT-Quilichao. Las poblaciones de plantas de esta leguminosa serán luego mezcladas con *Andropogon gayanus* y las selecciones de las asociaciones establecidas se harán bajo el criterio de un pastoreo periódico.

### Centrosema pubescens

Se seleccionaron ocho ecotipos diferentes de *Centrosema* (uno de ellos resultó no ser *Centrosema pubescens*) con base en su vigor y tolerancia, en un experimento realizado en materos, con un Oxisol de Carimagua (pH 4.5, 90% de saturación de Al). Estos materiales se incluyeron en un programa de cruzamiento dialélico medio para combinar el vigor y la tolerancia al pastoreo (en asocio de una gramínea apropiada) y al ataque de insectos y enfermedades, con alta tolerancia a suelos muy ácidos, como también adaptabilidad a los suelos con un pH más alto. Con el propósito de superar el lento crecimiento temprano de *Centrosema*, la nodulación activa en etapas tempranas y la eficiente absorción de P serán criterios de selección de mucha importancia.

En 1978 se hizo una serie de cruzamientos; se espera disponer en febrero de 1979 de suficiente semilla F<sub>2</sub> para cultivar poblaciones de plantas en CIAT-Quilichao y evaluarlas con *A. gayanus*, bajo condiciones de pastoreo periódico.

## Leucaena

En un experimento en materos con un Oxisol de Carimagua se seleccionaron, por su vigor y tolerancia, poblaciones de progenies fértiles de varios retrocruzamientos entre *Leucaena leucocephala* (cv. Cunningham), con 104 cromosomas, y *Leucaena pulverulenta*, con 56 cromosomas. Como testigo se utilizó una serie de plantas que no presentaron tolerancia y se seleccionó una diversidad de plantas promisorias bien noduladas, con un desarrollo radical vigoroso. En un Oxisol de Carimagua también se cultivaron seis variedades de *L. leucocephala*.

Todas las plantas de *Leucaena* obtenidas de estos experimentos se están cultivando actualmente en CIAT-Palmira con el fin de adelantar estudios sobre obtención de forraje apto para el consumo (con niveles bajos de mimosina) y sobre producción de semilla, niveles de mimosina y número de cromosomas. La obtención de suficiente cantidad de semilla para seleccionar grandes poblaciones por su tolerancia a la acidez, en un sistema de cultivo en arena, es un objetivo que se persigue. Se espera que algunas de las plantas vigorosas de las selecciones preliminares obtenidas en el suelo de Carimagua presenten una combinación de alta producción de forraje apto para el consumo y alta tolerancia a los suelos ácidos. Las líneas seleccionadas de este material se cultivarán en CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia.

## Desmodium ovalifolium

Para que haya formación de semilla en *Desmodium ovalifolium* las flores deben

liberar repentinamente el estigma, lo cual ocurre simultáneamente con las anteras y por lo tanto, es posible que sus poblaciones de plantas varíen en alguna medida. En el sistema de cultivo en arena se está adelantando una selección preliminar de una gran población de *D. ovalifolium* por su tolerancia a la acidez.

Se ha obtenido una serie de introducciones de *D. heterocarpon* para hacer estudios sobre cruzamientos. Puede ser posible incorporar una mayor resistencia a la sequía y una mejor producción de semilla en la accesión CIAT 350 de *D. ovalifolium*, la cual se asocia muy bien con *Brachiaria decumbens*. Mediante el mejoramiento genético se podría aumentar considerablemente el rango de adaptabilidad de esta valiosa leguminosa, cuya adaptación al Cerrado de Brasil sería de mucha importancia.

## Panicum maximum

En CIAT-Palmira se sembraron plantas sexuales propagadas de una selección hecha por el Dr. Wayne Hanna, Coastal Plain Research Station, Tifton, Georgia, Estados Unidos. Además, se dispone de varias poblaciones de plantas derivadas de semilla cruzada, proveniente de la misma estación. En el mismo bloque, se han establecido también plantas de cada una de las introducciones de *P. maximum* que hay disponibles en el CIAT.

Se están haciendo varios cruces, utilizando como donadores de pólen las introducciones de *P. maximum* que presentan una mejor apomixis (por ejemplo, Mukueni) y al material sexual, como hembras. Se está produciendo suficiente semilla cruzada y pronto se intentará la germinación de algunas de ellas. La semilla de *P. maximum* presenta

un período de latencia de varios meses pero es posible romperla mediante la germinación en platos de Petri con 0.2 por ciento de  $KNO_3$ . Se cultivarán poblaciones de plantas obtenidas de estos cruzamientos para luego: 1) seleccionar por tolerancia a las condiciones de acidez (bajo pH, alto Al, bajo Ca, bajo P) en el sistema de cultivo en arena; 2) seleccionar por tolerancia a la sequía y por su crecimiento durante la estación seca; y 3) seleccionar por resistencia a las enfermedades. Una vez que se identifique una planta apomíctica superior, esta característica quedará "fija" debido a la naturaleza de la apomixis. Después, se

podrá multiplicar y evaluar sin que haya retrasos.

En Carimagua y en colaboración con la Sección de Agronomía de Gramíneas se está evaluando una serie de selecciones de las poblaciones obtenidas de la semilla cruzada proveniente de la Coastal Plain Station, por su resistencia a la sequía y con otras características ventajosas. Se está investigando un método citológico para identificar rápidamente plantas sexuales y apomícticas, en poblaciones híbridas. Este método evitará la necesidad de hacer pruebas de progenie, las cuales requieren mucho tiempo.

## AGRONOMIA DE LEGUMINOSAS

En 1978 se continuaron las actividades de evaluación de ecotipos de germoplasma de leguminosas promisorias en Carimagua y en CIAT-Quilichao, y se iniciaron en Brasilia con el arribo de los Agrónomos de Forrajes al Centro del Cerrado.

Como resultado de la evaluación sistemática de accesiones en parcelas de introducción, durante 1976-77, en Carimagua, se seleccionaron 32 líneas para observar su comportamiento bajo condiciones de pastoreo (Cuadro 7). Las accesiones que habían presentado un comportamiento sobresaliente fueron cultivadas en extensiones mayores. Se estableció un total de 12 ha con las líneas seleccionadas, en asociaciones con dos gramíneas (*Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus*); el pastoreo se inició en diciembre de 1977 utilizando un sistema flexible de carga animal, con un promedio de 3.5 animales/ha.

Los datos tomados durante 9 meses en esta área de pastoreo, como también en los experimentos de corte llevados a cabo paralelamente, confirman que *Zornia*

*latifolia* (CIAT 728), *Desmodium ovalifolium* (CIAT 350) y varias accesiones de *Stylosanthes capitata* (CIAT 1019, 1078, 1097, 1315 y 1405) son leguminosas muy promisorias para las condiciones de los Llanos Orientales de Colombia y regiones similares.

### *Zornia latifolia*

Entre cinco accesiones de *Zornia* spp., el ecotipo de floración tardía CIAT 728 (*Z. latifolia*) fue el más productivo en términos de producción de materia seca y de contenido de proteína (Cuadro 8). La superioridad de esta accesión no sólo fue evidente durante la fase del establecimiento sino también durante y después del pastoreo (Cuadro 9). El crecimiento activo, durante la estación seca, con una producción abundante de hojas nutricionalmente valiosas, es una de sus características más importantes (Figura 9). Ocasionalmente, los ataques causados por insectos y enfermedades ocasionan una defoliación severa pero las plantas se recuperan completamente en pocos días.

Cuadro 7.

Evaluación de accesiones de leguminosas en parcelas de introducción, en Carimagua.<sup>1</sup> (Resumen de líneas seleccionadas).

Especies	CIAT No. Origen	Adaptación a factores edáficos adversos	Comportamiento durante la estación seca	Autopropagación	Tolerancia a enfermedades	Tolerancia a plagas	Producción de semilla	Productividad	Evaluación general <sup>2</sup>
<i>Stylosantes</i>									
<i>humilis</i>	1222 Maranhão, Bras.	2	3	4	1	3	4	2	b
	1303 Maranhão, Bras.	2	1	4	1	3	4	2	b
<i>humata</i>	147 Guárico, Ven.	2	2	3	1	1	2	2	b
	1040 Magdalena, Col	2	3	4	3	3	2	4	b
<i>capitata</i>	1007 CPI, Bras.	2	3	3	4	4	2	3	b
	1019 Minas Gerais, Bras.	4	3	4	4	4	4	2	a
	1078 Bahía, Bras.	4	4	2	2	3	2	2	a
	1097 Bahía, Bras.	2	4	2	2	3	2	2	a
	1315 Maranhão, Bras.	2	3	4	2	2	4	2	a
	1318 Maranhão, Bras.	2	3	4	2	2	4	2	a
	1323 Maranhão, Bras.	2	3	4	4	2	4	2	a
	1325 Maranhão, Bras.	2	3	2	2	3	2	2	b
	1328 Maranhão, Bras.	2	3	4	2	2	2	2	a
	1338 Piauí, Bras.	2	3	4	2	2	4	2	a
	1339 Piauí, Bras.	2	3	4	4	2	4	2	a
	1342 Piauí, Bras.	2	2	4	2	2	4	2	a
	1405 Mato Grosso, Bras.	2	3	2	2	2	2	3	b
<i>bracteata</i>	1281 Dist. Fed., Bras.	2	3	2	2	2	4	3	b
sp.	1093 Bahía, Bras.	2	4	3	2	2	3	1	b
<i>Desmodium</i>									
<i>barbatum</i>	3040 Maranhão, Bras.	4	2	1	2	2	2	2	b
	3063 Cauca, Col.	4	2	1	2	2	2	2	b
<i>canum</i>	367 Desconocido	3	3	3	2	4	2	3	b
	388 Bahía, Bras.	3	2	3	2	4	2	3	b
	3005 Guyana Fran.	3	2	1	4	4	2	3	b
	3033 Maranhão, Bras.	2	2	3	2	2	2	3	b
	3042 Monagas, Ven.	3	2	4	2	4	3	1	b
<i>ovalifolium</i>	350 Malasia	2	2	4	4	4	1	4	a
<i>Zornia</i>									
<i>latifolia</i>	728 Meta, Col.	4	4	4	3	3	2	2	a
sp.	802 Brasil	4	1	4	2	4	2	3	b
	883 Goiás, Bras.	4	3	4	2	2	2	2	b
	897 Mato Grosso, Bras.	4	3	4	2	2	2	2	b
<i>Macroptilium</i> sp.	535 Barinas, Ven.	3	4	3	3	2	4	4	b

<sup>1</sup> Escala de evaluación: 4 = muy positivo al factor; 3 = positivo; 2 = intermedio; 1 = negativo.

<sup>2</sup> Evaluación global: a = muy promisorio; b = promisorio.

Cuadro 8.

**Rendimientos de materia seca, contenido de proteína (% de N x 6.25) y rendimientos de proteína de cinco accesiones de *Zornia*, en Carimagua 6 meses después de la siembra).**

CIAT No.	MS (kg/ha)	Proteína	
		(%)	(kg/ha)
728	4917	16.3	801.5
883	3564	10.9	388.5
897	3389	11.4	386.3
802 <sup>1</sup>	1883	9.2	173.2
814 <sup>1</sup>	617	9.8	60.5

<sup>1</sup> Ecotipos anuales.

## Desmodium ovalifolium

Después de un crecimiento inicial más bien lento, *D. ovalifolium* 350 tiene un gran potencial para producir materia seca durante la estación de lluvias y el inicio de la estación seca, superando en rendimiento a otras especies promisorias, como *S. capitata*. Sin embargo, más adelante en la estación seca, la producción de *D. ovalifolium* decae drásticamente debido a la defoliación (Figura 10). Esta falta de resistencia a la sequía muy severa limita su potencial a las áreas que tienen una estación seca no mayor de 3 a 4 meses. Sin embargo, el rebrote y la producción de materia seca nutritiva se inician in-

mediatamente después del comienzo de la estación lluviosa y el rebrote es más rápido que en el caso de *S. capitata* (Figura 11).

Debido a su hábito de crecimiento estolonífero, *D. ovalifolium* es lo suficientemente agresivo para su establecimiento en asociación con gramíneas postradas estoloníferas, como *Brachiaria decumbens*, cuya capacidad para desplazar leguminosas es bien conocida. La Figura 12 muestra que, bajo corte, es posible mantener mezclas estables de gramíneas/leguminosas con *B. decumbens* y *D. ovalifolium*. En mezclas con una gramínea que crece formando un copete ("copetudas"), como es el caso de *A. gayanus*, la persistencia de *D. ovalifolium* indica una buena tolerancia al sombrero. Sin embargo, bajo pastoreo y como consecuencia de una aparente mayor apetecibilidad de *A. gayanus* durante la estación de lluvias, *D. ovalifolium* tiende a dominar a la gramínea. Sin embargo, bajo condiciones de pastoreo se logró mantener una mezcla estable de gramíneas/leguminosas con *B. decumbens* (Cuadro 10).

Entre seis accesiones de *Desmodium* evaluadas en mezclas con *B. decumbens*, *B. humidicola*, *A. gayanus* y *Panicum maximum*, bajo las condiciones de CIAT-Quilichao, *D. ovalifolium* 350 fue la

Cuadro 9.

**Disponibilidad de forraje de cinco accesiones de *Zornia*, bajo pastoreo, en Carimagua.**

CIAT No.	Dic. 1977 (antes del primer pastoreo)	Set. 1978 (después del último pastoreo)	Oct. 1978 (después de un período de descanso de 4 semanas)
	Materia seca (kg/ha)		
728	4917	848	1990
883	3564	203	516
897	3388	425	723
802 <sup>1</sup>	1883	493	1493
814 <sup>1</sup>	617	-	-

<sup>1</sup> Ecotipos anuales.

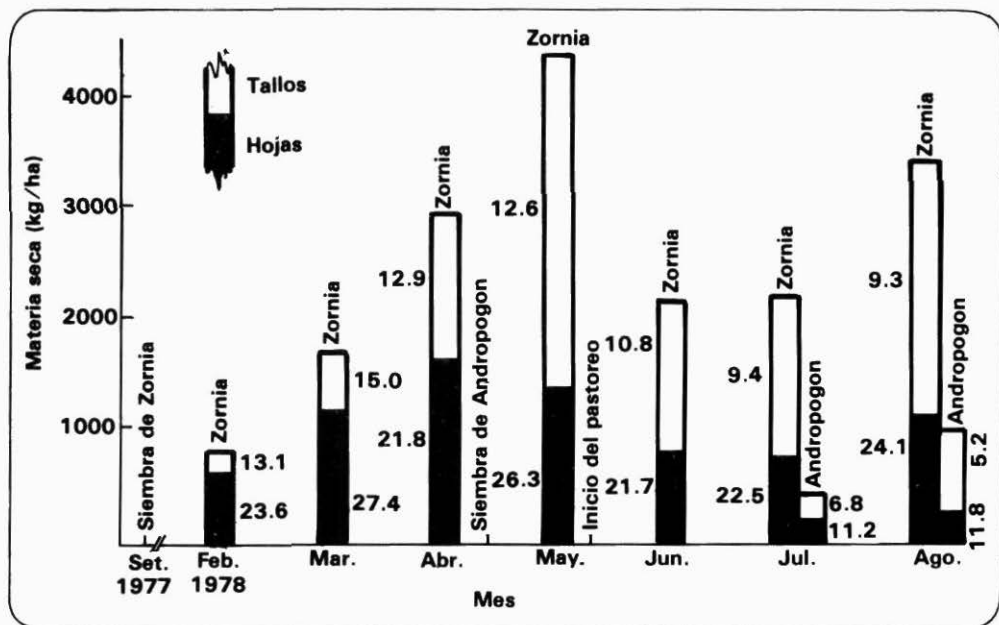


Figura 9. Rendimiento de materia seca de hojas y tallos de *Zornia latifolia* CIAT 728 en asociación con *Andropogon gayanus*, durante su establecimiento en Carimagua. (Las cifras junto a las barras representan los porcentajes de proteína.)

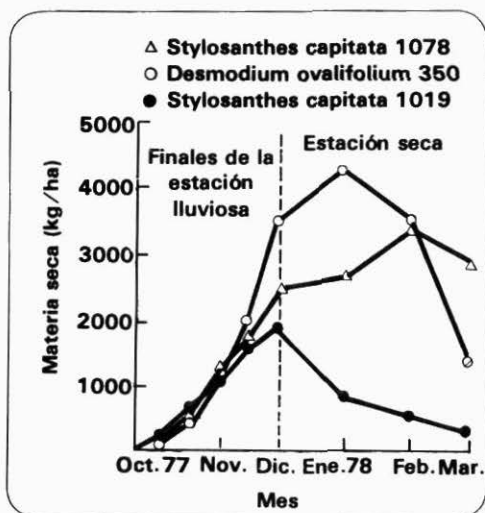


Figura 10. Producción de materia seca de tres accesiones de leguminosas seleccionadas, en siembras puras, durante ocho períodos de crecimiento secuenciales, después de un corte para estandarizar la población, al final de la estación lluviosa, en Carimagua.

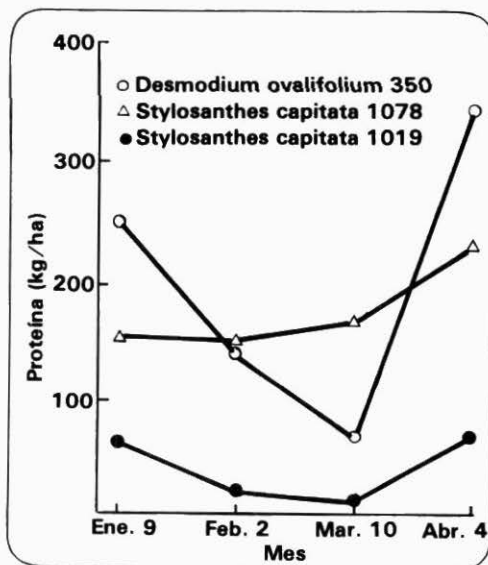


Figura 11. Cambios en el rendimiento de proteína, en inflorescencias/fructificaciones y hojas, de tres leguminosas seleccionadas, en siembras puras, durante la estación seca (enero-marzo) y al comienzo de la estación de lluvias (abril), en Carimagua.

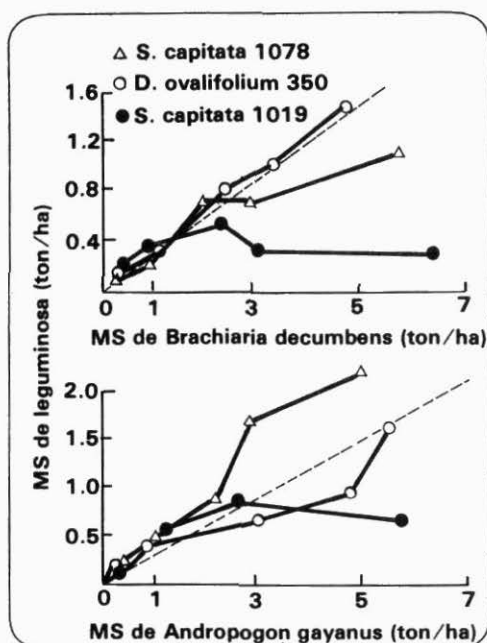


Figura 12. Relación entre tres accesiones de leguminosas seleccionadas y dos gramíneas (*Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus*), en siembras mixtas, en Carimagua.

leguminosa más productiva y persistente, principalmente en asociación con las accesiones postradas de *Brachiaria* spp. (Figuras 13 y 14). En mezclas con gramíneas copetudas (*Andropogon* y

*Panicum*), los rendimientos y la persistencia de la accesión CIAT 3063 de *D. barbatum* (una especie nativa del área de Quilichao) fueron aproximadamente iguales a los de *D. ovalifolium*. En todos los casos, la especie que dio el menor rendimiento fue *D. scorpiurus*, la cual desapareció totalmente de las mezclas.

### Stylosanthes capitata

Según las diferencias en la época de floración, los dos tipos de *S. capitata* previamente identificados (un ecotipo de floración temprana, proveniente de Brasil Central, y un ecotipo de floración tardía, proveniente de la región costanera de Bahía) presentaron un comportamiento diferente durante la estación seca (Figura 10). También, se identificaron ecotipos de floración intermedia.

El ecotipo de floración temprana CIAT 1019 deja de crecer al inicio de la estación seca y sus inflorescencias caen (las cuales, al final de la estación lluviosa, representan el 60-70 por ciento de la materia seca total); por el contrario, el ecotipo CIAT 1078, de floración tardía, continúa su crecimiento y sus hojas e inflorescencia representan una

Cuadro 10.

Forraje disponible de *Desmodium ovalifolium* 350 y de dos gramíneas asociadas (*Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens*), bajo pastoreo, en Carimagua.

Especies	Dic. 1977 (antes del primer pastoreo)	Ene. 1978 (después del primer pastoreo)	Mar. 1978 (finales de estación seca)	Set. 1978 (después del último pastoreo)
	Materia seca (kg/ha)			
<i>D. ovalifolium</i>	3639 (59) <sup>1</sup>	1854 (77)	680 (68)	2660 (74)
<i>A. gayanus</i>	2527	541	318	929
Total	6166	2395	998	3589
<i>D. ovalifolium</i>	2147 (28)	1107 (45)	853 (41)	2390 (56)
<i>B. decumbens</i>	5429	1332	1196	1845
Total	7576	2439	2049	4235

<sup>1</sup> Los números entre paréntesis corresponden al porcentaje de materia seca de las leguminosas en la vegetación forrajera establecida.



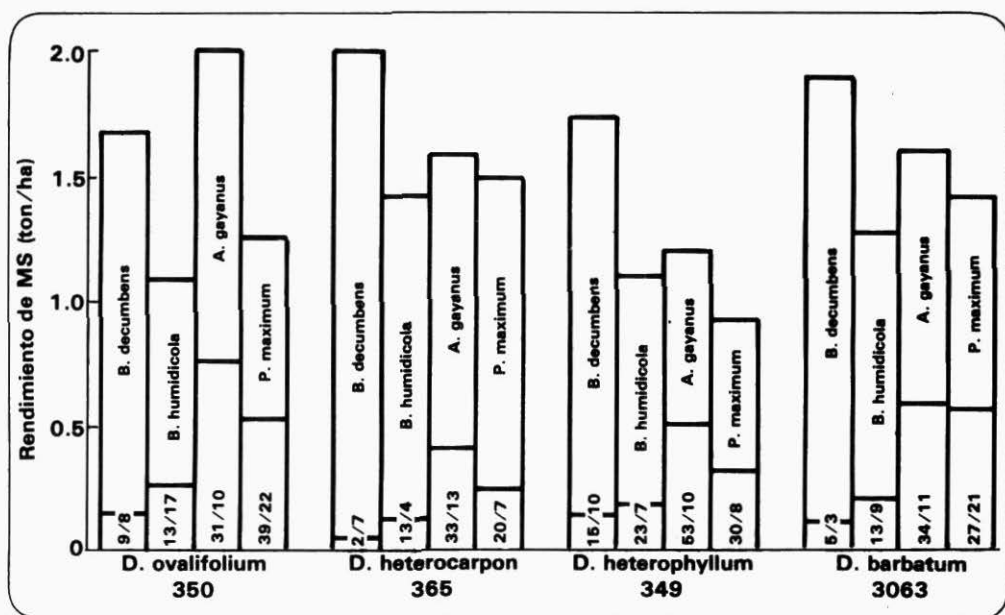


Figura 13. Rendimientos de materia seca (medias de cuatro cortes), de cuatro especies de *Desmodium*, en siembras mixtas con cuatro gramíneas, bajo un régimen de corte de 6 semanas, en CIAT-Quilichao. (Las cifras en la base de las barras corresponden al porcentaje de leguminosas en el primero y último cortes).

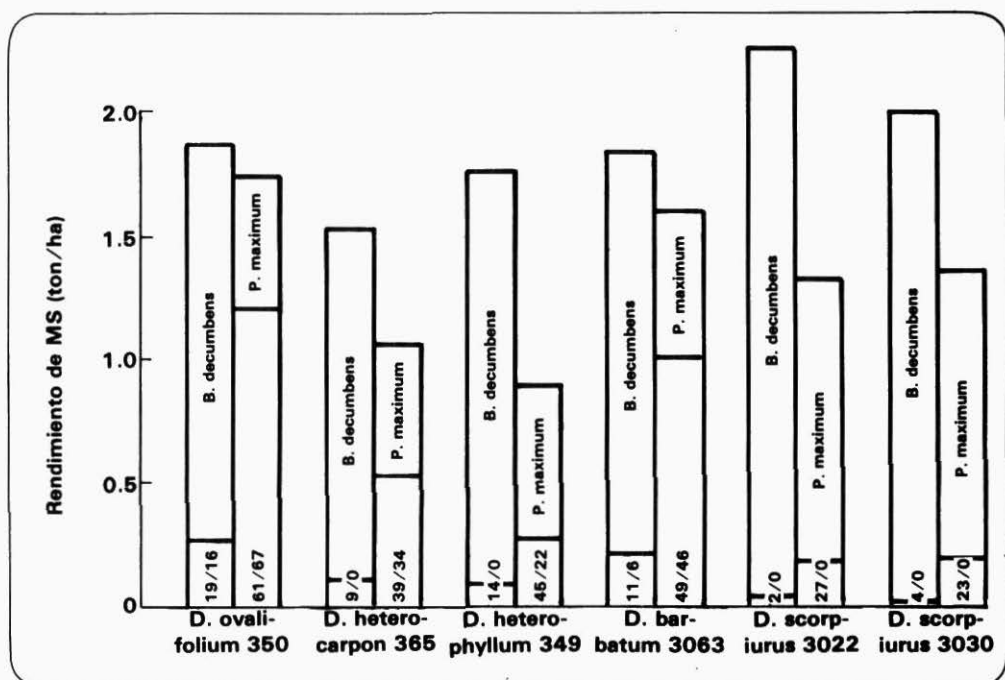


Figura 14. Rendimientos de materia seca (media de cuatro cortes) de seis accesiones de *Desmodium*, en siembras mixtas con *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*, bajo un régimen de corte de 6 semanas, en CIAT-Quilichao. (Las cifras en la base de las barras corresponden al porcentaje de leguminosas en el primer y último cortes).

fuente valiosa de proteína durante la estación seca (Figura 11).

Los experimentos de pastoreo indican que el alto potencial de producción de semilla de los tipos de *S. capitata*, de floración temprana e intermedia (CIAT 1019 y CIAT 1315, respectivamente), mediante la generación espontánea de grandes cantidades de plántulas, representa un importante mecanismo de autopropagación de estas accesiones (Cuadro 11), lo cual contribuye a establecer una mezcla estable de gramíneas/leguminosas. Aunque esta característica pareciera también presentarse en una asociación con *B. decumbens* (Figura 15), las conclusiones finales sólo se podrán obtener después de evaluar la persistencia de la nueva generación de plantas. Hasta la fecha, las observaciones indican que es factible mantener una mezcla estable con *A. gayanus*. Además de su alto potencial de producción de semilla, *S. capitata* tiene otra característica: debido a que las semillas tienen una cobertura dura, el ganado aparentemente no las puede digerir siendo dispersadas en los campos por medio de las heces (Figura 16).

Con base en estos datos, *Z. latifolia* CIAT 728, *D. ovalifolium* CIAT 350 y *S.*

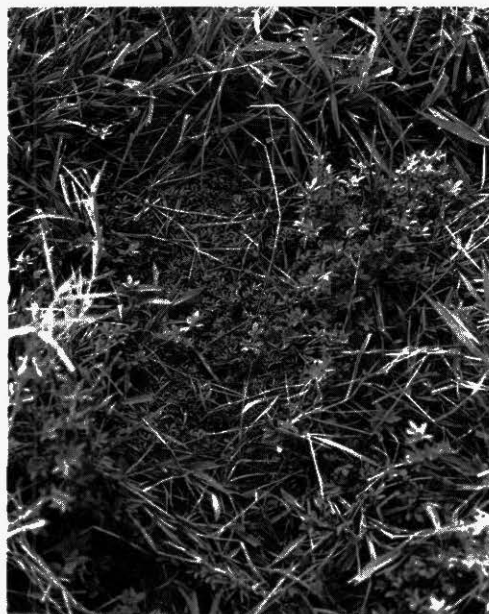


Figura 15. Autopropagación de *Stylosanthes capitata* por medio de plántulas, en una siembra mixta con *Brachiaria decumbens*, bajo pastoreo, en Carimagua.

*capitata* CIAT 1019, 1315, 1405, 1078 y 1097 (esta última es proveniente de Brasil, y tiene también floración temprana), se han incluido en la Categoría 4 (experimentos de producción animal) de la lista de germoplasma de leguminosas promisorias del Programa de Ganado de Carne (Cuadro 12).

Cuadro 11.

Autopropagación de tres ecotipos de *Stylosanthes capitata* asociados con dos gramíneas, bajo pastoreo, en Carimagua.

Accesión de <i>S. capitata</i>	En asociación con	Marzo 1978	Junio 1978	Set. 1978
		(plántulas/m <sup>2</sup> )		
1019 (temprana)	<i>Brachiaria</i>	2341	165	135
	<i>Andropogon</i>	1188	187	141
1315 (intermedia)	<i>Brachiaria</i>	266	116	68
	<i>Andropogon</i>	140	56	35
1078 (tardía)	<i>Brachiaria</i>	0	0	5
	<i>Andropogon</i>	0	0	8



**Figura 16.** Autopropagación de *Stylosanthes* por medio de las heces de los bovinos, en Carimagua.

Se iniciaron evaluaciones de nuevo germoplasma (material colectado o introducido en 1977), mediante el establecimiento de parcelas de introducción sembradas a baja densidad, con un total de 350 accesiones nuevas. Después de hacer observaciones iniciales sobre su adaptación al ambiente de Carimagua, estas accesiones se someterán posteriormente a la presión del pastoreo.

## **Stylosanthes guianensis**

Se continuaron los experimentos de evaluación de accesiones de *S. guianensis* en praderas mixtas, bajo corte y pastoreo, en CIAT-Quilichao y en El Limonar (cerca a Quilichao), con germoplasma que previamente se había identificado como potencialmente promisorio para las condiciones de Quilichao.

El ensayo de pastoreo con dos accesiones de *S. guianensis* (CIAT 136 y 184) en mezclas con *B. decumbens*, *A. gayanus*, *Hyparrhenia rufa* y *P. maximum*,

entró en su tercer año (segundo año bajo pastoreo) de evaluación. Como los primeros 2 años fueron extremadamente secos, la antracnosis no había sido problema. Sin embargo, en 1978, se presentó un brote severo de esta enfermedad. Además, a medida que las plantas de *S. guianensis* envejecieron, las infestaciones del barrenador del tallo aumentaron considerablemente. Como consecuencia de estos factores adversos, las plantas de ambas accesiones tendieron a desaparecer. Esta tendencia fue más marcada para CIAT 136 que para CIAT 184 y más acentuada en mezclas con *B. decumbens* y *A. gayanus* que con las otras dos gramíneas menos vigorosas (Figura 17). En consecuencia, se han discontinuado las evaluaciones de estas accesiones en sitios en donde la antracnosis y el barrenador del tallo son importantes. Conviene anotar que se requieren 2 años de pastoreo para determinar la persistencia de estas leguminosas.

Lógicamente, estos resultados produjeron la baja de *S. guianensis* en la lista de categorías promisorias del Programa pero tal descenso no significa que se haya descartado totalmente esta especie. Los trabajos futuros con esta leguminosa forrajera se concentrarán en los ecotipos de floración tardía y tallo delgado, los cuales han mostrado tener una buena tolerancia a la antracnosis y a la sequía (Informe Anual del CIAT, 1977, p. A-24). Según las evaluaciones preliminares, estos ecotipos de *S. guianensis* están mostrando también un comportamiento promisorio en el Centro del Cerrado.

## **El Híbrido 438 de Centrosema**

El experimento sobre pastoreo con *Centrosema*, el cual incluye cinco accesiones, entró en su segundo año bajo pastoreo en mezclas con *A. gayanus* en El Limonar. Con la excepción de la accesión

Cuadro 12.

Accesiones de leguminosas forrajeras del CIAT clasificadas como promisorias en las Categorías 4 y 3 (materiales para ensayos de producción animal y presión de pastoreo, respectivamente), hasta noviembre 1, 1978.

Categoría	Especies	CIAT No.	Criterios de selección (los espacios en blanco significan comportamiento desconocido)											
			Adaptación a Carimagua	Adaptación a Quilichao	Autopropagación	Tolerancia a enfermedades	Tolerancia a insectos	Potencial de fijación de N	Potencial de producción de semilla	Tolerancia a la escases de agua	Tolerancia al Al y bajo P	Calidad nutricional	Facilidad de manejo	Producción animal
4	<i>Zornia latifolia</i>	728	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
	<i>Desmodium ovalifolium</i>	350	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1019	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1078	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1097	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1315	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1405	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	(+) <sup>1</sup>	+	-	+	+	+	+	+	+	+		
3	Centrosema híbrido 17-33	438	-	+		+	+	+	+	+	+	+		+
	<i>Desmodium heterophyllum</i>	349	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
	<i>D. (= Codarocalyx) gyroides</i>	3001	(+)	+		+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes hamata</i>	147	(+)	+	+	-	-	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1318	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1323	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1325	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Stylosanthes capitata</i>	1342	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

<sup>1</sup> Adaptada a un nivel de fertilidad más alto.

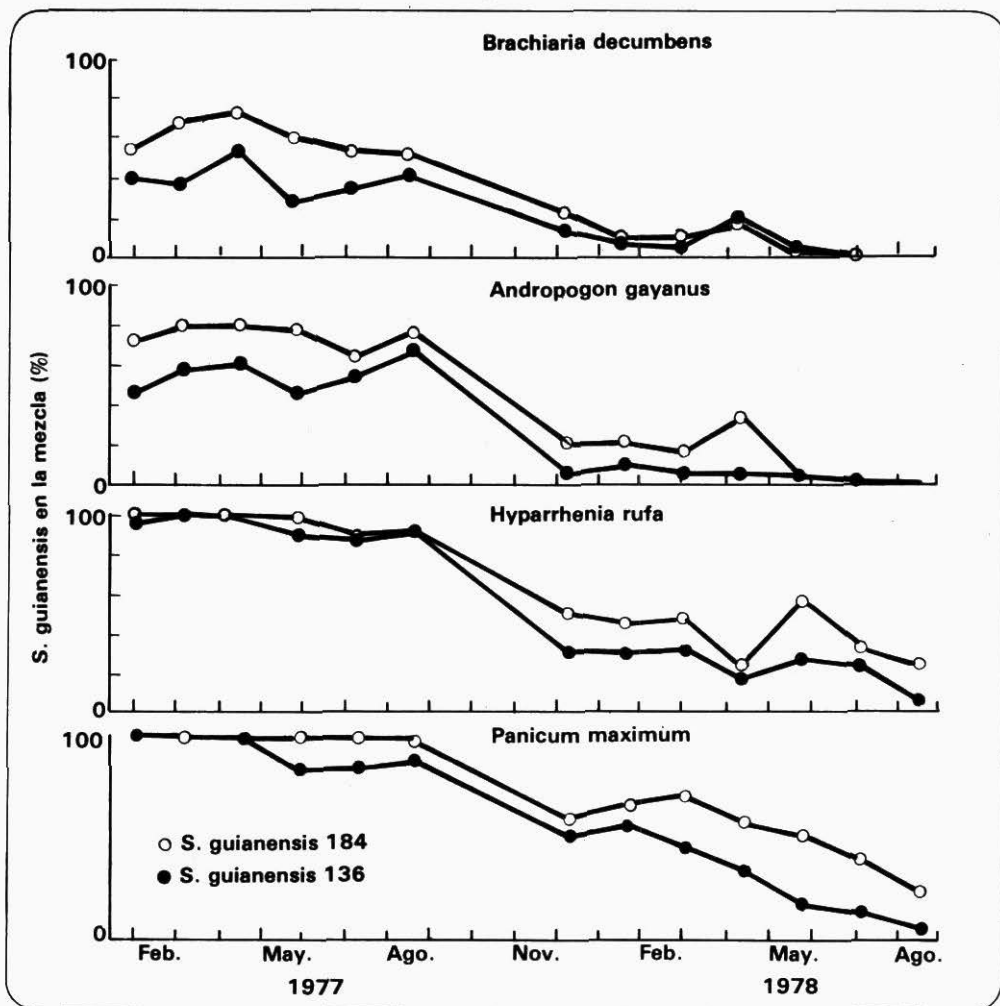


Figura 17. Composición botánica de dos accesiones de *Stylosanthes guianensis* spp., en asociación con cuatro gramíneas, durante los primeros 2 años bajo pastoreo, en El Limonar (en la cercanía de CIAT-Quilichao).

local CIAT 456, de bajo rendimiento, no se observaron diferencias entre las líneas evaluadas. Aunque el porcentaje de *Centrosema* disminuyó considerablemente durante el segundo año de pastoreo, las mezclas tendieron a estabilizarse a un nivel bajo del 10 por ciento en su composición botánica (Figura 18).

Un hallazgo interesante fue que *A. gayanus*, en asociación con *Centrosema*, presenta mayores contenidos de proteína que en asociación con *S. guianensis*

(Figura 19). También, se observó una tendencia similar en un experimento de corte en el cual *Centrosema* presentó un contenido de proteína considerablemente mayor que *Z. latifolia* y *D. ovalifolium* (Cuadro 13).

En otro experimento de corte, en el cual se compararon las productividades de tres líneas de *Centrosema* en asociación con *A. gayanus* y *P. maximum*, una mezcla de los híbridos 438 y 442 superó en rendimiento a las otras dos accesiones en cualquier asociación (Cuadro 14).

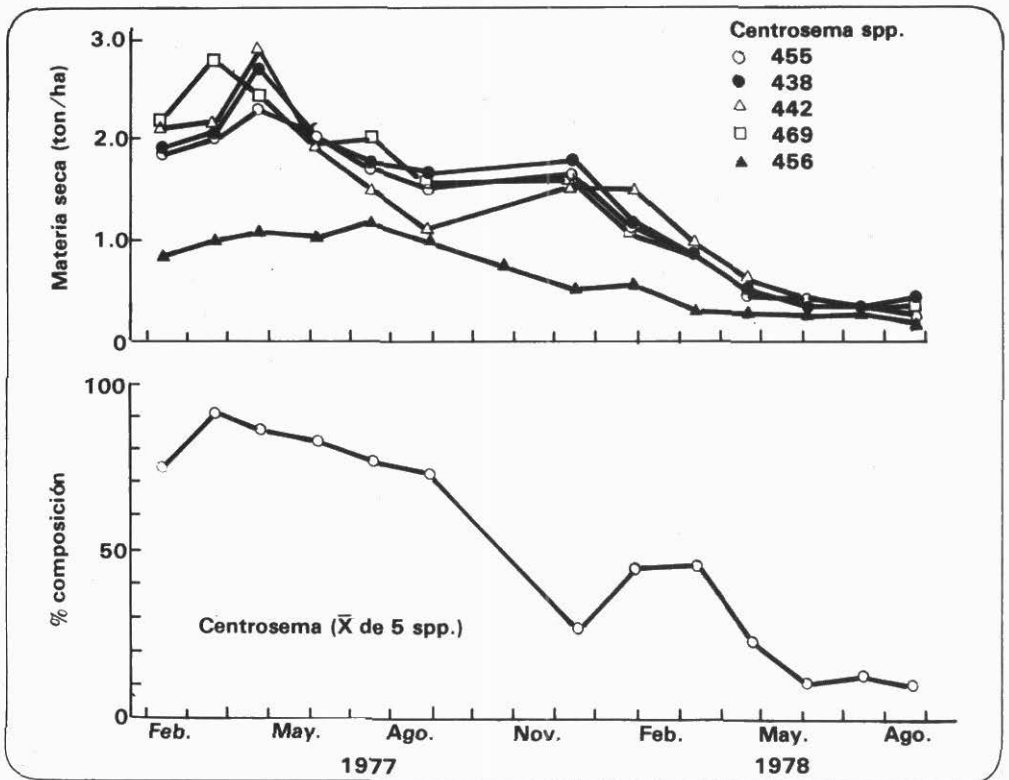


Figura 18. Rendimientos y composición botánica de cinco accesiones de *Centrosema* spp., cultivadas con *Andropogon gayanus* durante los primeros 2 años bajo pastoreo, en El Limonar (en la cercanía de CIAT-Quilichao).

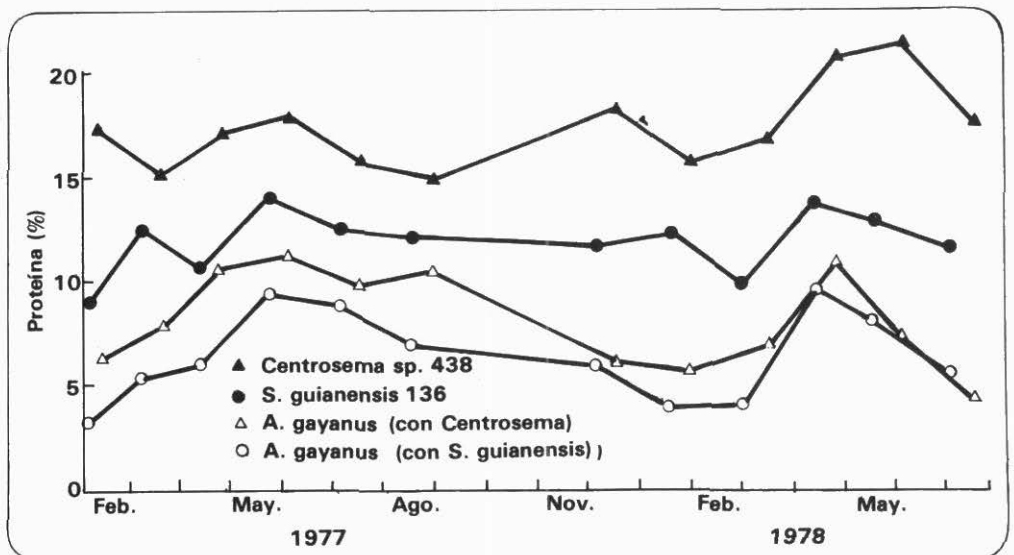


Figura 19. Contenido de proteína de *Centrosema* spp., *Stylosanthes guianensis* y *Andropogon gayanus* bajo pastoreo, en El Limonar (en la cercanía de CIAT-Quilichao).

Cuadro 13.

**Contenido de proteína (% N x 6.25), en tres leguminosas en asociación con *Andropogon gayanus*, en CIAT-Quilichao. (Medias de seis cortes.)**

Accesión	% de proteína del rebrote después de		
	4 semanas	6 semanas	8 semanas
<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	13.0	11.8	12.1
<i>Zornia latifolia</i> 728	13.0	15.5	18.8
<i>Centrosema</i> sp. 845	20.5	21.6	22.1
<i>Andropogon gayanus</i> 621			
en asociación con:			
<i>D. ovalifolium</i>	11.3	9.2	8.1
<i>Z. latifolia</i>	11.5	9.4	8.1
<i>Centrosema</i> sp.	12.5	9.6	10.5

## Leguminosas para Pastoreo

Las especies con hábito de crecimiento erecto, tales como *Desmodium* (= *Codarocalix*) *gyroides* 3001 y *Desmodium* sp. 3019 presentan un considerable potencial como plantas para el pastoreo. En un experimento de corte, establecido en CIAT-Quilichao, no se observaron efectos mayores del corte a diferentes alturas e intervalos de tiempo. En comparación con *Desmodium* sp. 3019, *D. gyroides* 3001 dio un rendimiento considerablemente mayor de materia seca pero con un contenido de

proteína sólo un poco mayor. Durante un período de 40 semanas, ambas especies produjeron niveles muy altos (1000-1500 kg) de proteína/ha (Figura 20).

La leguminosa arbustiva *Leucaena* tiene la capacidad potencial de producir altos rendimientos de materia seca y de proteína cruda, en forma muy superior a las mejores especies herbáceas. Sin embargo, las experiencias anteriores con esta planta han mostrado que, en suelos ácidos, presenta una productividad deficiente. En consecuencia, se requiere aplicar grandes

Cuadro 14.

**Producción de materia seca de tres líneas de *Centrosema* en mezcla con *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*, en CIAT-Quilichao. (Medias de cinco cortes.)**

Mezcla	Rendimiento de materia seca (kg/ha)			
	Gramínea	Leguminosa	Total	% de leguminosa
<i>A. gayanus</i> + CIAT 438/442	1244	258	1502	17
<i>A. gayanus</i> + CIAT 845	1188	148	1336	11
<i>A. gayanus</i> + CIAT 413	1463	110	1573	7
<i>P. maximum</i> + CIAT 438/442	775	357	1132	31
<i>P. maximum</i> + CIAT 845	714	189	903	21
<i>P. maximum</i> + CIAT 413	813	212	1025	21

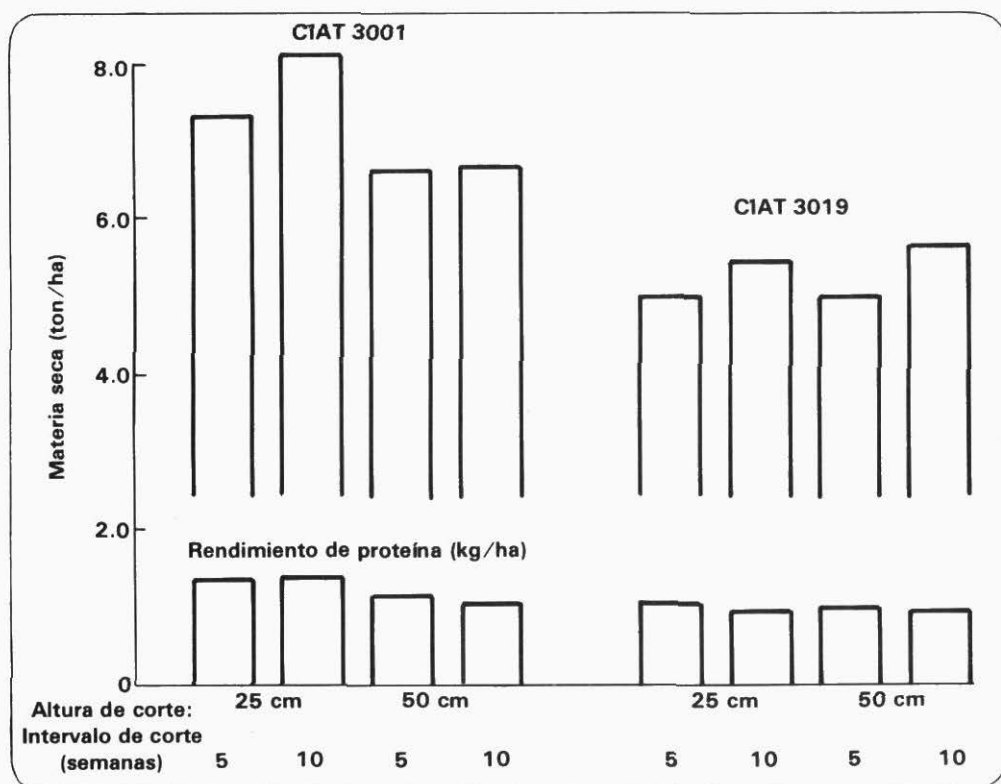


Figura 20. Rendimientos totales de materia seca y de proteína de dos especies de *Desmodium* para pastoreo, bajo diferentes regímenes de corte, durante un período de 40 semanas, en CIAT-Quilichao.

cantidades de cal para su establecimiento y mantenimiento. Tan pronto haya disponibilidad de semilla de poblaciones de *Leucaena leucocephala* x *L. pulverulenta* producida por la Sección de Fitomejoramiento de Forrajes, el Agrónomo del CIAT asignado al Centro del Cerrado, iniciará investigaciones para seleccionar líneas tolerantes a la acidez, que sean vigorosas y que tengan bajos niveles de mimosina. Seguramente, este nuevo material estará disponible para su evaluación en el Cerrado durante la estación de lluvias de 1979-80. Mientras tanto, se hará un intento por mejorar la productividad de los cultivares existentes utilizando una combinación de las técnicas de inoculación/revestimiento. Se inocularán tres cultivares importantes de *Leucaena* (Perú, Cunningham y Giant

Hawaii) con nuevas cepas de *Rhizobium* colectadas en suelos ácidos y recubiertas con roca fosfatada o cal. Las actuales cepas comerciales de *Rhizobium* NGR 8 y CB 81 se utilizarán como testigos. Los tratamientos más promisorios se utilizarán como testigos contra los cuales se evaluarán nuevas líneas de *Leucaena*.

En el futuro se ampliarán los estudios de bacteriología de leguminosas para incluir la evaluación de campo de nuevas cepas de *Rhizobium* en leguminosas herbáceas. Sin embargo, primero será necesario identificar las especies promisorias antes de intentar el aumento de la productividad, mediante técnicas de inoculación y revestimiento.



## Nuevas Actividades

A finales de 1978 se inició, en el Centro del Cerrado (proyecto colaborativo CIAT/CPAC-EMBRAPA), una evaluación sistemática de germoplasma en las Categorías 2, 3 y 4. En ensayos con tres repeticiones, se sembró un total de 352 accesiones de material de la Categoría 2 de *Stylosanthes*, *Aeschynomene*, *Calopogonium*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Galactia*, *Zornia*, *Pueraria*, *Desmodium*, *Teramnus*, *Vigna*, *Soemmeringia* y *Leucaena*. Se establecerán dos repeticiones (una bajo pastoreo) en mezcla con *A. gyanus* en un Latosol Rojo Oscuro (Oxisol) y una repetición en un Latosol Rojo Amarillo (también, un Oxisol). Estos dos tipos de suelo representan el 58 por ciento de los suelos del Cerrado. Durante la estación de lluvias, en 1979-80, se iniciará un programa similar con gramíneas, cuando el CIAT haya ampliado su colección de ecotipos de *Panicum* y *Andropogon*.

Se evaluaron bajo condiciones de pastoreo 14 leguminosas altamente promisorias las cuales han presentado buen comportamiento como materiales en la Categoría 3. Estas incluyen una línea de *S. guianensis* resistente a la antracnosis, cuatro líneas de *S. capitata* y *S. bracteata*, dos líneas de *Centrosema*, *D. ovalifolium* y *Z. latifolia*. En donde sea posible, se utilizarán como testigos variedades comerciales brasileras. Estas actividades marcan la iniciación de la tercera localidad básica de investigación del Programa de Ganado de Carne en la evaluación del germoplasma en el Centro del Cerrado.

Los nuevos experimentos, establecidos durante 1978 en CIAT-Quilichao, incluyen un proyecto de evaluación de *Macroptilium atropurpureum*, seleccionado para la tolerancia a los suelos ácidos en Australia y sembrado con *A. gyanus*.

## Clasificación del Germoplasma

El esquema de clasificación del germoplasma, desarrollado por el Comité de Germoplasma del Programa de Ganado de Carne, siguió, en esencia, los criterios de selección establecidos en 1977 (Informe Anual del CIAT, 1977, p. A-16), con dos modificaciones: 1) la eliminación del criterio de selección "Adaptación a Suelos de Fertilidad Media" y "Adaptación a Suelos de Fertilidad Alta" y 2) la adición de un nuevo criterio, "Autopropagación" (AP). Con base en las experiencias obtenidas de la evaluación de germoplasma bajo pastoreo, se consideró que esta característica de la planta es importante para valorar la capacidad de las leguminosas forrajeras para sobrevivir y/o extenderse, bajo condiciones de pastoreo, en mezclas con gramíneas. La autopropagación puede ocurrir mediante el crecimiento estolonífero agresivo o el hábito de producir semilla libremente, junto con la germinación rápida de las semillas que caen al suelo o de las semillas que pasan por el tracto digestivo de los animales.

Con los datos esperados de las pruebas regionales del Programa y de los trabajos realizados en Brasilia, será necesario hacer cambios significativos en el esquema de clasificación para tener en cuenta las diferencias ambientales entre las diferentes localidades. Los planes para 1979 incluyen la cuantificación y subdivisión de varios criterios.

En el Cuadro 12 se presenta el estado actual del germoplasma promisorio incluido en las dos categorías más avanzadas (Categoría 3 — ensayos de presión de pastoreo — y Categoría 4 — ensayos de producción animal). Los espacios en blanco en los criterios de selección para el germoplasma de la Categoría 4 (en la cual se incluye a *Pueraria phaseoloides* como

un testigo comercial) se refieren principalmente a "Calidad Nutricional" y "Potencial de Fijación de Nitrógeno", los cuales se deben cuantificar. Sin embargo, las ganancias de peso vivo significativas, durante los diversos experimentos de pastoreo y en observaciones de campo sobre nodulación, indican que estos factores no son limitantes. Si el germoplasma de la Categoría 4 continúa mostrando buena persistencia, durante los actuales experimentos de pastoreo descritos en la Sección de Utilización de Pastos, en un futuro próximo se considerará su inclusión en el germoplasma de

la Categoría 5 — cultivares de prelanzamiento.

En este momento no es posible predecir cuáles accesiones de las tres especies más promisorias — *Z. latifolia*, *D. ovalifolium* y *S. capitata* — serán las mejores bajo condiciones ambientales específicas. Se espera que el trabajo planeado para 1979, en las tres principales localidades de investigación y por toda el Area de Actuación en las pruebas regionales, proporcionen buena parte de la información requerida antes de iniciar el proceso de transferencia de tecnología.

## AGRONOMIA DE GRAMINEAS

Las principales actividades de investigación de la Sección de Agronomía de Gramíneas, durante 1978, fueron: 1) determinar la tolerancia a la sequía, la respuesta a la defoliación, la respuesta a la fertilidad y la calidad nutricional de accesiones promisorias seleccionadas; 2) clasificar las accesiones de gramíneas, según su nivel relativo de consideración como promisorias; y 3) desarrollar técnicas para facilitar las futuras actividades de investigación. Los criterios para la clasificación de las accesiones de gramíneas se presentan en el Cuadro 17 (ver página B-45). El Cuadro 18 (ver página B-46) muestra las clasificaciones actuales con base en los resultados de 1978 reportados en esta sección.

### Tolerancia a la Sequía

En CIAT-Quilichao se estudió la tolerancia a la sequía de 17 accesiones en las Categorías 3 y 4. La Figura 21 muestra la producción de materia seca de las 12 accesiones más importantes, cuyos datos corresponden al promedio de ocho tratamientos de fertilidad tomados al final de la estación lluviosa de abril-junio, y al

principio y al final de la estación seca de junio-setiembre. Generalmente, las especies erectas fueron más productivas que las especies postradas a principios de la estación seca, probablemente debido a la menor utilización de agua como consecuencia de sus índices promedios de área foliar (IAF) más bajos. Los IAF promedio fueron más bajos puesto que el corte más drástico de las hojas redujo los IAF de las especies erectas (ver la Figura 27).

La Figura 22 muestra que, aunque el suelo se encontraba a capacidad de campo (CC), después de fuertes lluvias (mayo 11) a finales del primer período de crecimiento (junio 15) *Brachiaria decumbens* 606 había reducido el contenido de agua de los 2 m superiores del perfil del suelo en 62 mm y *Andropogon gayanus* 621, en 44 mm. Para finales del segundo período de crecimiento (agosto 2), *B. decumbens* había disminuido el contenido de agua del perfil en un total de 141 mm y *A. gayanus* en un total de 101 mm. Para setiembre 7, la diferencia en el contenido de agua del perfil del suelo se calculó en 33 mm, 187 mm por debajo de la CC para *B. decumbens* y 154 mm por debajo de la CC para *A. gayanus*.

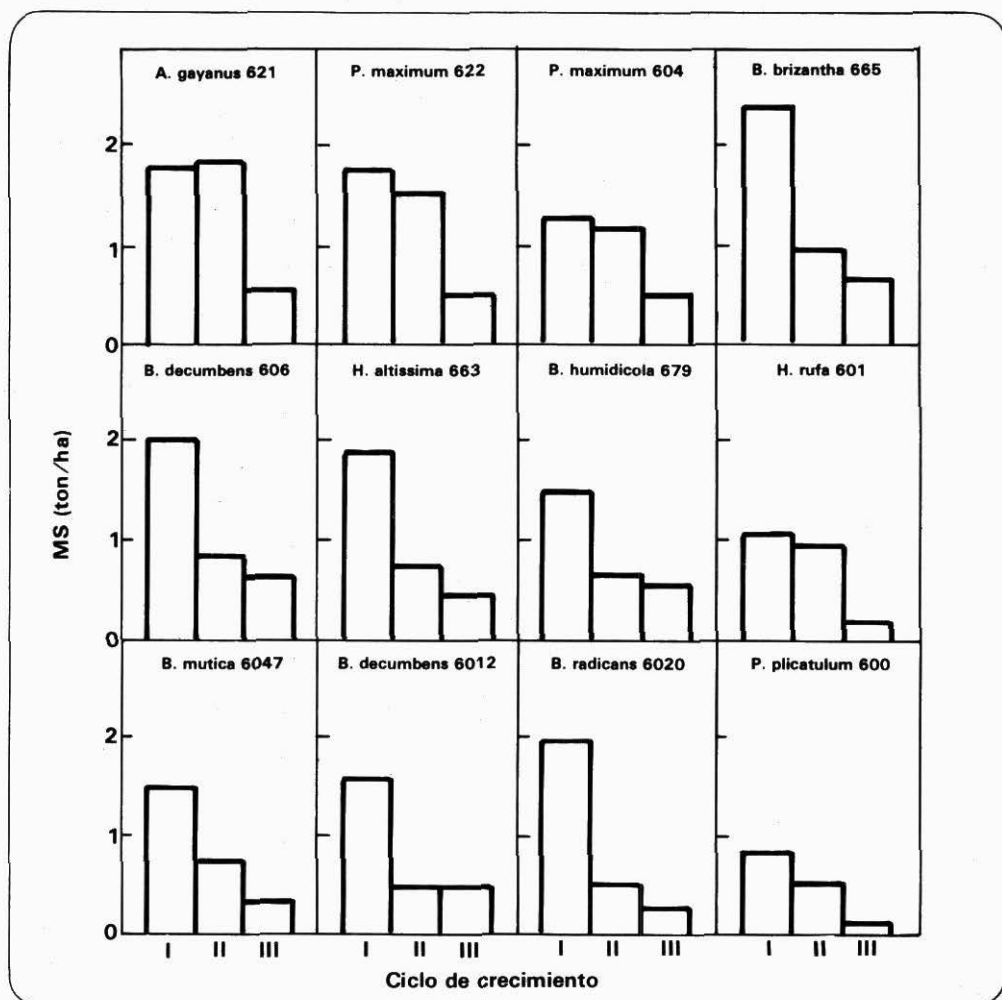


Figura 21. Rendimiento promedio de materia seca (MS) de 12 accesiones de gramíneas, en ocho tratamientos de fertilidad y corte, a intervalos de 6 semanas en tres ciclos de crecimiento: a finales de la estación de lluvias de abril-junio de 1978 (I); a principios (II) y finales (III) de la estación seca de junio-setiembre, 1978, en CIAT-Quilichao.

El Cuadro 15 presenta valores típicos de potencial hídrico de la planta y resistencia a la difusión de las hojas en la superficie abaxial en *A. gayanus* 621, *B. decumbens* 606, *Panicum maximum* 604 e *Hyparrhenia rufa* 601 durante la estación seca, de junio-agosto, en CIAT-Quilichao. Aunque las diferencias no fueron siempre significativas, tanto en CIAT-Quilichao como en Carimagua, *A. gayanus* y *P. maximum* normalmente mantuvieron un mayor potencial hídrico de la planta en

comparación con *H. rufa* y *B. decumbens*. En contraste, *A. gayanus* y *B. decumbens* tendieron a mantener bajos valores de resistencia a la difusión, en relación con las otras dos especies.

Estos datos sugieren que las cuatro especies no cierran sus estomas al mismo nivel del potencial hídrico de la planta. Este fenómeno se muestra con más detalle en la Figura 23. La resistencia a la difusión de la superficie abaxial de las hojas parece

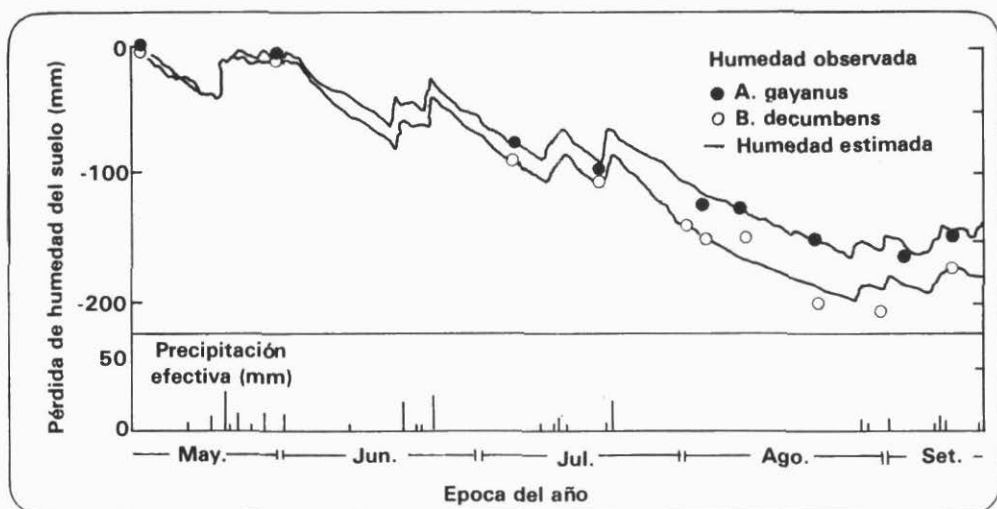


Figura 22. Contenido de humedad observado y estimado para el perfil del suelo, en CIAT-Quilichao. (El contenido de humedad del perfil del suelo se encontraba en capacidad de campo, al momento de tomar la primera muestra en mayo.)

ser más sensible al potencial hídrico en *P. maximum*, planta en la cual los estomas siempre se cierran antes de que el potencial hídrico alcance valores de -20 bares. La resistencia a la difusión en *B. decumbens* es, aparentemente, la menos sensible a un bajo potencial hídrico foliar puesto que se observaron potenciales hídricos foliares abaxiales relativamente bajos aún cuando

el potencial hídrico de la planta se aproximó a -30 bares. *A. gayanus* y *H. rufa* le siguieron en sus sensibilidades al potencial hídrico de la planta.

El Cuadro 16 muestra la densidad de enraizamiento y también su relación con el IAF en las cuatro especies forrajeras anteriormente mencionadas. Aunque no se

Cuadro 15.

Potencial hídrico de la planta y resistencia a la difusión foliar, en cuatro especies de gramíneas, en dos fechas, durante la estación seca de junio-setiembre, 1978, en CIAT-Quilichao.

Ecotipo		Ago. 3, 1978 <sup>1</sup>		Ago. 10, 1978 <sup>2</sup>	
		Potencial hídrico (bares)	Resistencia a la difusión (seg/cm)	Potencial hídrico (bares)	Resistencia a la difusión (seg/cm)
<i>Panicum maximum</i>	604	-13.42 a <sup>3</sup>	26.41 b	-10.38 ab	15.84 a
<i>Andropogon gayanus</i>	621	-15.50 a	13.45 a	- 9.51 a	12.36 a
<i>Hyparrhenia rufa</i>	601	-18.96 b	36.72 c	-13.13 b	37.45 b
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	-19.08 b	16.34 a	-12.43 ab	14.06 a

1 Experimento 1, 6 semanas de rebrote y IAF >1.5

2 Experimento 2, 3 semanas de rebrote, IAF < 1.0 excepto en *B. decumbens* (IAF >3).

3 Los promedios dentro de las columnas seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de P=0.05.

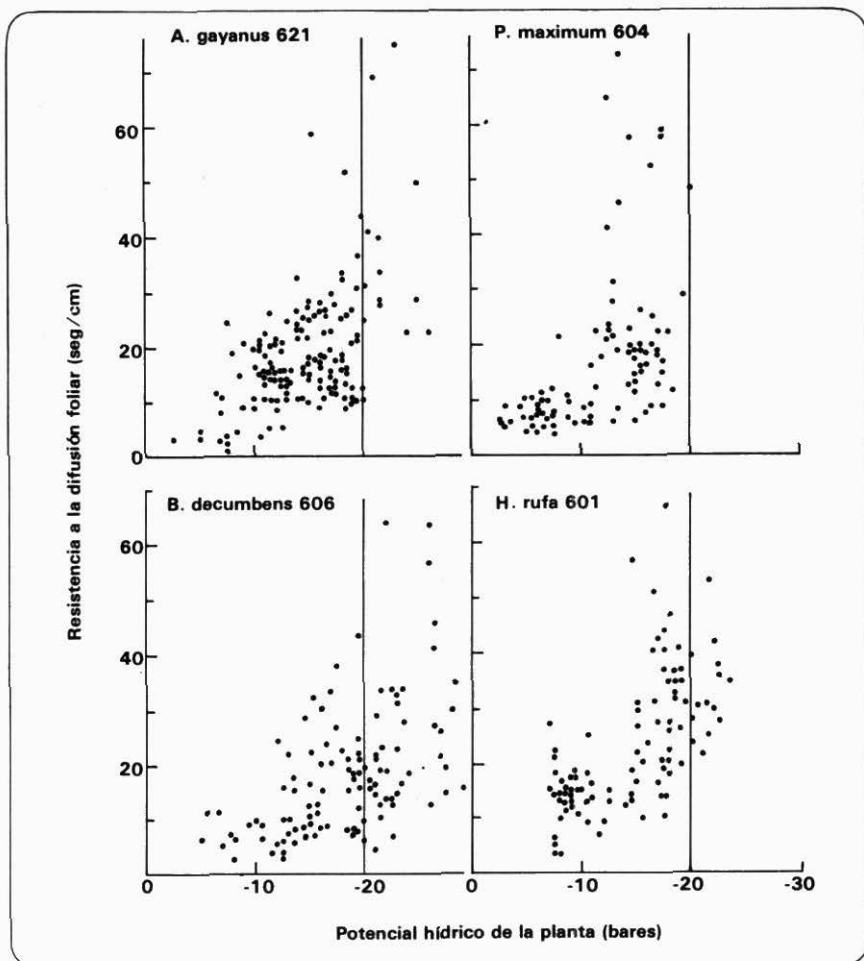


Figura 23. Relaciones entre el potencial hídrico de la planta y la resistencia a la difusión foliar de la superficie foliar abaxial, en cuatro especies de gramíneas, en CIAT-Quilichao. (Bares: medida de presión atmosférica.)

Cuadro 16.

Índice de área foliar (IAF) y densidad de raíces, a profundidades del suelo de 40-80 y 80-120 cm, para cuatro especies de gramíneas cultivadas en CIAT-Quilichao.

Ecotipo	IAF	Raíces		Raíces/IAF	
		40-80 (cm/cm <sup>3</sup> )	80-120 (cm/cm <sup>3</sup> )	40-80 (cm/cm <sup>3</sup> ) IAF	80-120 (cm/cm <sup>3</sup> ) IAF
<i>Panicum maximum</i>	604	1.5 a <sup>1</sup>	0.7 a	1.3 ab	0.61 a
<i>Andropogon gayanus</i>	621	2.2 a	0.3 a	2.5 a	0.36 ab
<i>Hyparrhenia rufa</i>	601	2.3 a	0.5 a	2.4 a	0.51 a
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	1.2 a	0.4 a	0.4 b	0.11 b

1 Los valores dentro de la misma columna, seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes a un nivel de P= 0.05.

observaron diferencias significativas en la densidad de enraizamiento por unidad de superficie, la densidad de enraizamiento por unidad de IAF en *B. decumbens* fue considerablemente inferior a la de las otras especies.

En resumen, los mayores rendimientos obtenidos con las especies erectas en comparación con las especies postradas, durante la primera parte de la estación seca (Figura 21), probablemente se debieron a su capacidad para conservar la humedad del suelo como consecuencia de sus menores IAF promedio (Figura 22). Para finales de la estación seca, esta ventaja parece haber desaparecido; *B. decumbens* 606 dio un rendimiento ligeramente mayor que *A. gayanus* 621 y *P. maximum* 604, y mucho mayor que *H. rufa* 601. Este fenómeno probablemente se debió a la capacidad de aquella forrajera para mantener abiertos los estomas bajo condiciones de sequía (Figura 23). Como *B. decumbens* 606 también presentó los menores valores medios de densidad de enraizamiento por unidad de IAF, la densidad de enraizamiento probablemente no es un factor determinante primordial de la tolerancia de las especies a la sequía.

## Respuesta a la Defoliación

Se evaluaron 12 accesiones para determinar el efecto de la altura de corte sobre el rebrote. La Figura 24 muestra sus respuestas a un sólo corte a 0, 5, 10 y 15 cm. Entre las especies postradas, *Brachiaria radicans* 6020, *Brachiaria mutica* 6047 y *Hemarthria altissima* 663 fueron las más susceptibles al corte a nivel del suelo o a 5 cm. Entre las especies erectas, *A. gayanus* 621 y *P. maximum* 604 fueron las más susceptibles.

Como la defoliación debido a la quema es común en las sabanas tropicales, es importante conocer la respuesta de las

accesiones promisorias a esta práctica. La Figura 25 muestra que *A. gayanus* 621 y ambas accesiones de *P. maximum* (604 y 622) fueron muy resistentes a la quema. A pesar de que las especies de *Brachiaria* se recuperaron de la quema, el proceso fue más lento que para las especies erectas; la quema no se puede recomendar como una práctica estandar para todo tipo de pasturas.

Ha habido gran discusión acerca de la importancia relativa que puedan tener los carbohidratos de reserva y el área foliar residual en la determinación del índice de rebrote de las gramíneas tropicales. Se ha demostrado que el rebrote en la oscuridad (potencial de rebrote) se correlaciona positivamente con la cantidad de carbohidratos de reserva en el rastrojo. No se encontró correlación entre el potencial de rebrote y el rebrote total o el índice promedio de rebrote relativo de 11 accesiones de gramíneas. Sin embargo, los datos en la Figura 26 muestran que en las tres accesiones erectas más productivas y en las tres accesiones postradas más productivas existía una correlación positiva entre la materia seca residual o el IAF residual y el rebrote. El rebrote en las especies erectas fue más sensible a la cantidad de material residual que el rebrote de las especies postradas. Se observaron relaciones negativas entre la materia seca residual o el área foliar residual y la tasa media de rebrote relativo. Estos datos ilustran la importancia de mantener suficiente materia seca residual y área foliar residual después del pastoreo, especialmente, en las gramíneas erectas. La Figura 27 muestra que después de una defoliación severa (corte a los 10 cm), dos accesiones erectas y dos postradas presentaron tasas relativas de crecimiento similares, pero, debido a que las accesiones erectas quedaron con una cantidad de materia seca residual mucho menor, sus tasas reales de rebrote fueron inferiores durante las primeras pocas semanas.

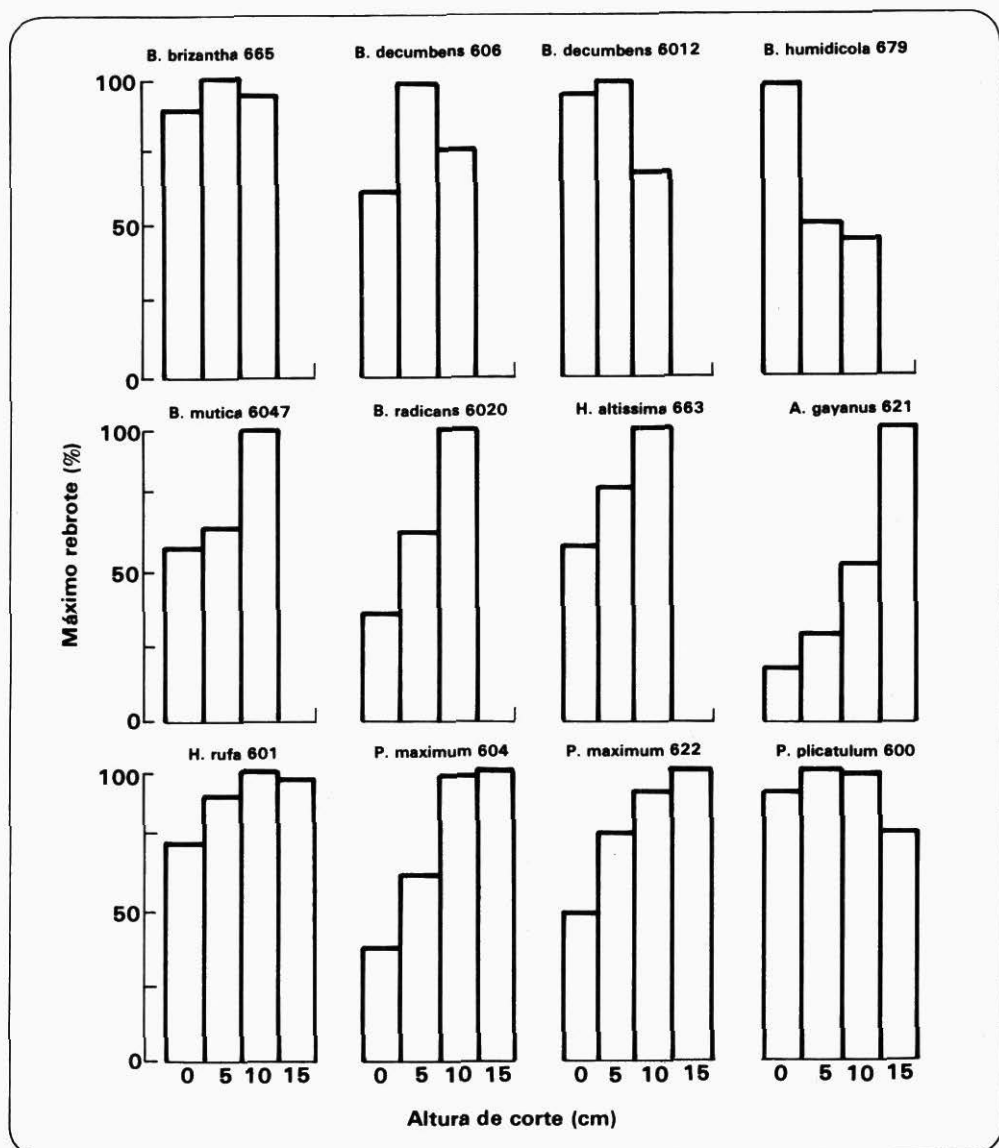


Figura 24. Respuesta de 12 accesiones de gramíneas a la altura de corte, en CIAT-Quilichao.

## Respuesta a la Fertilidad

El conocimiento de la respuesta a la fertilidad de accesiones de gramíneas es importante para determinar los mínimos niveles de fertilidad requeridos para producir un crecimiento adecuado. Las Figuras 28 y 29 muestran las curvas de respuesta en crecimiento durante la es-

tación de lluvias del primer año en accesiones seleccionadas *versus* diversos niveles de fertilidad de N y P en Carimagua. Las accesiones se han presentado en orden decreciente por su respuesta a la fertilidad. Con altas dosis de N, *Brachiaria brizantha* 665, *B. decumbens* 606, *Brachiaria humidicola* 679 y *A. gayanus* 621 produjeron más de 2.5 ton/ha

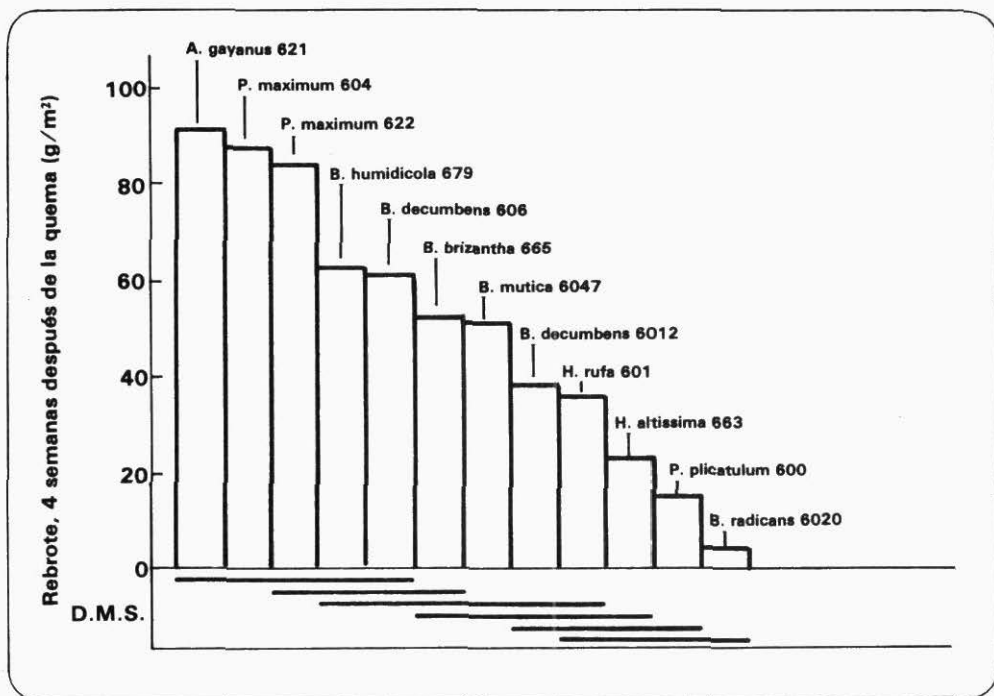


Figura 25. Respuesta de 12 accesiones de gramíneas a un tratamiento normal de quema, al comienzo de la estación seca, en CIAT-Quilichao.

de materia seca (MS) durante un período de 18 semanas sin la aplicación de un fertilizante fosfatado y produjeron más de 5 ton/ha de MS con la aplicación de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha.

En la mayoría de las regiones del Área de Actuación del Programa de Ganado de Carne, la aplicación rutinaria de un fertilizante nitrogenado no es económicamente factible. Por lo tanto, es importante identificar accesiones que presenten tasas de crecimiento adecuadas con el mínimo posible de N. La Figura 28 muestra que *B. brizantha* 665, *B. decumbens* 606, *A. gayanus* 621, *H. rufa* 601 y *P. maximum* 604 dieron un rendimiento de por lo menos 4 ton/ha de MS sin N, pero con un nivel de P adecuado. *A. gayanus* 621, *B. decumbens* 606 y *B. brizantha* 665 mostraron un mejor comportamiento bajo condiciones de baja fertilidad de N y P.

## Calidad Nutricional

La calidad nutricional de las gramíneas tropicales, frecuentemente, está limitada por la digestibilidad de la materia seca (MS) o por el contenido de proteína cruda (PC) del material consumido. La Figura 30 muestra la digestibilidad media de la MS, durante la estación de lluvias, en 12 accesiones. Vale la pena anotar que, aún al tomar muestras al azar de forraje agarrando puñados del mismo con propósito de eliminar el error asociado con la toma de muestras de plantas enteras, *A. gayanus* 621 y *B. humidicola* 679 presentan la digestibilidad de MS más baja.

Frecuentemente el contenido de N o de PC de las gramíneas que crecen en suelos con bajos niveles de N limita el crecimiento de los animales en el trópico. La Figura 31 muestra el contenido promedio de N en muestras tomadas al azar en un puñado de



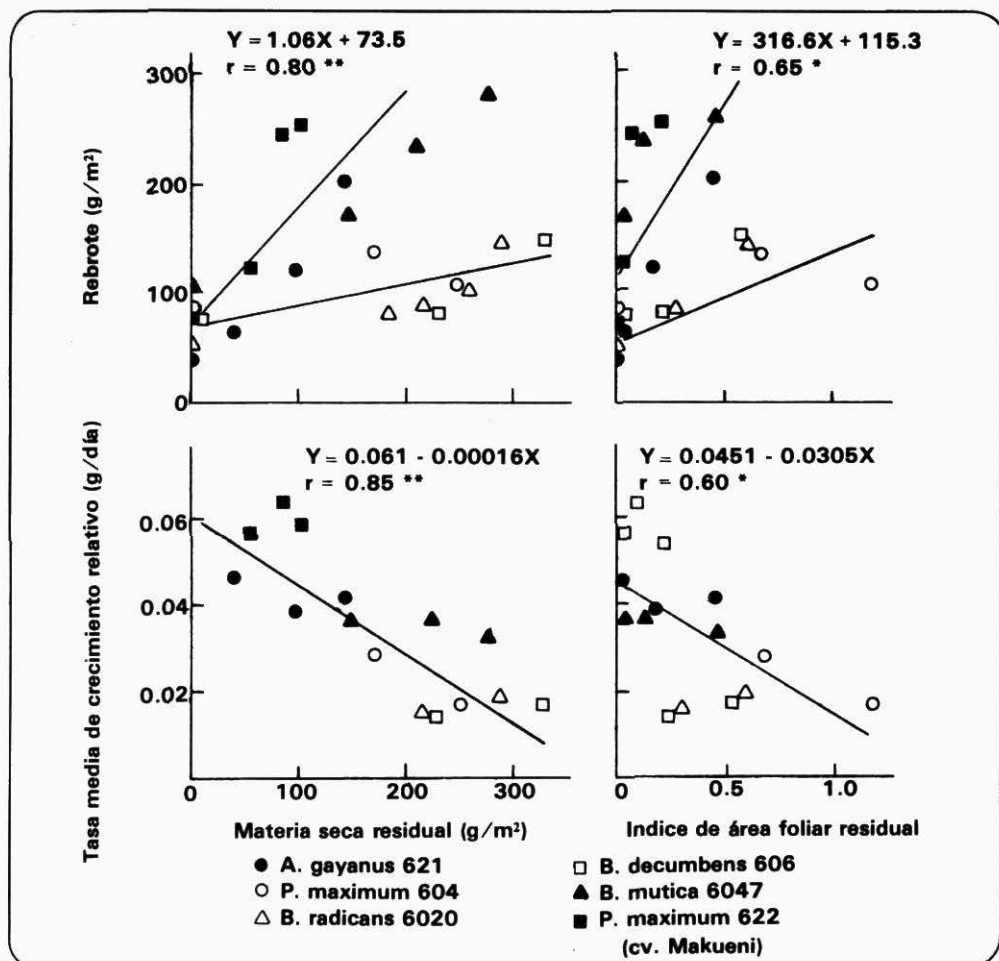


Figura 26. Efectos de la materia seca residual y del índice de área foliar residual en el rebrote y en la tasa media de crecimiento relativo, de seis accesiones de gramíneas.

rebrotos de 6 semanas, en forraje de 12 accesiones sembradas con bajos niveles de N. Aunque la digestibilidad de la MS de *A. gayanus* 621 es relativamente baja, presenta niveles relativamente altos de N. Aunque la digestibilidad de la MS de *H. altissima* 663 es la más alta, su contenido de N es bajo. *B. humidicola* presenta una baja digestibilidad en la MS y un bajo contenido de N.

### Mejoramiento en la Metodología

Otras actividades llevadas a cabo en 1978 incluyeron la adaptación de la prensa

hidráulica Campbell-Brewster (Figura 32) para estimar el potencial hídrico de las hojas en gramíneas tropicales. Este método es, aproximadamente, dos veces más rápido que la cámara de presión de Scholander y permite la medición simultánea hasta de cuatro tratamientos. Su facilidad de construcción y de manejo en el campo son algunas ventajas adicionales. El coeficiente de correlación entre las mediciones con la prensa hidráulica y la cámara de presión fue de 0.90.

La longitud de las raíces por unidad de volumen del suelo (densidad de enrai-

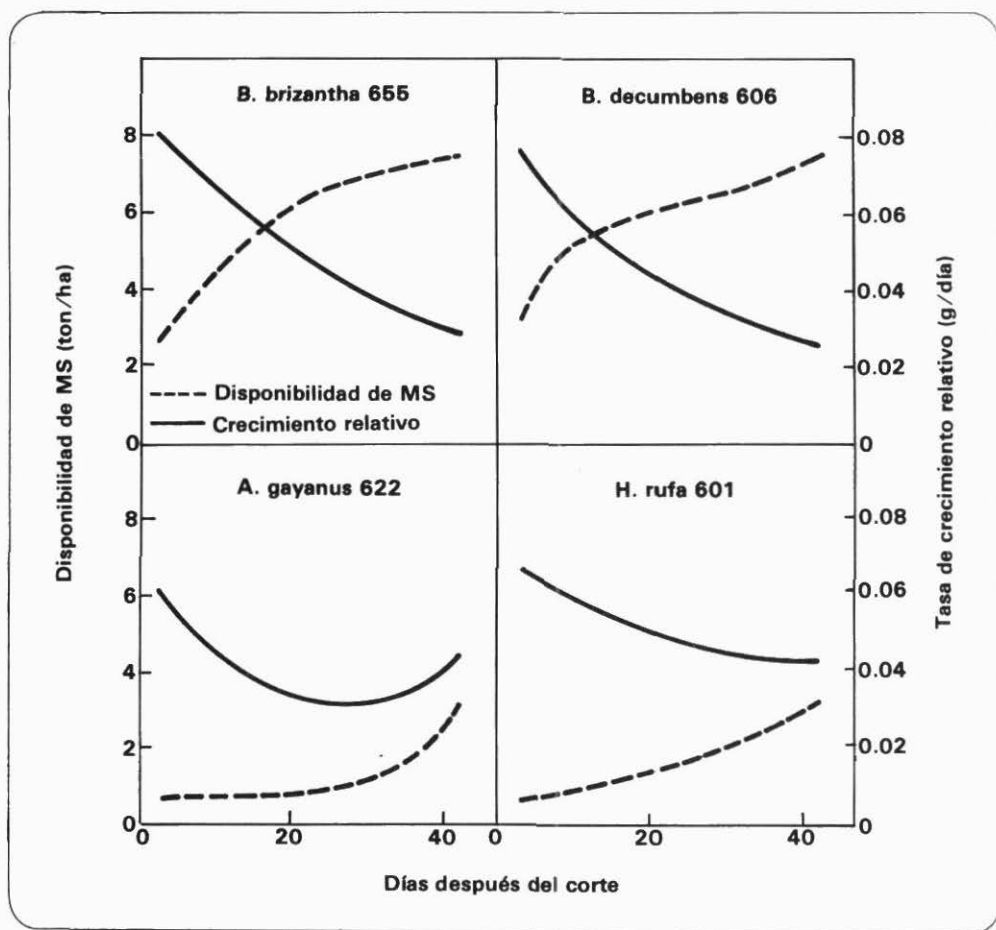


Figura 27. Disponibilidad de materia seca (MS) y tasa de crecimiento relativo, en cuatro accesiones de gramíneas, después de una defoliación severa, en CIAT-Quilichao.

zamiento) es una medida ampliamente aceptada de la "actividad" del sistema radical. Uno de los pasos que requiere más tiempo para medir la densidad de enraizamiento, es la medición de la longitud de las raíces de las muestras tomadas. Se desarrolló una técnica mediante la cual se hace pasar las muestras de raíces por la unidad sensora de un medidor automático del área foliar y así, el "área" medida de la raíz de la muestra se correlaciona con la longitud de las raíces, la cual es estimada por medios convencionales. El coeficiente de regresión entre el método convencional y la nueva técnica del área medida de la raíz fue de 0.85. Esta

última técnica requiere aproximadamente la décima parte del tiempo que se necesita con los métodos convencionales de medición.

En cooperación con la Unidad de Climatología se adaptó, para su utilización en el trópico, un modelo computadorizado del balance hídrico del suelo en el cual se utilizan datos edáficos y vegetales, e información climatológica, el cual fue desarrollado para utilizarlo en ambientes húmedos subtropicales. En CIAT-Quilichao, el modelo estimó el contenido de agua de los perfiles de suelo bajo mantos vegetales de *B. decumbens* y *A. gayanus*

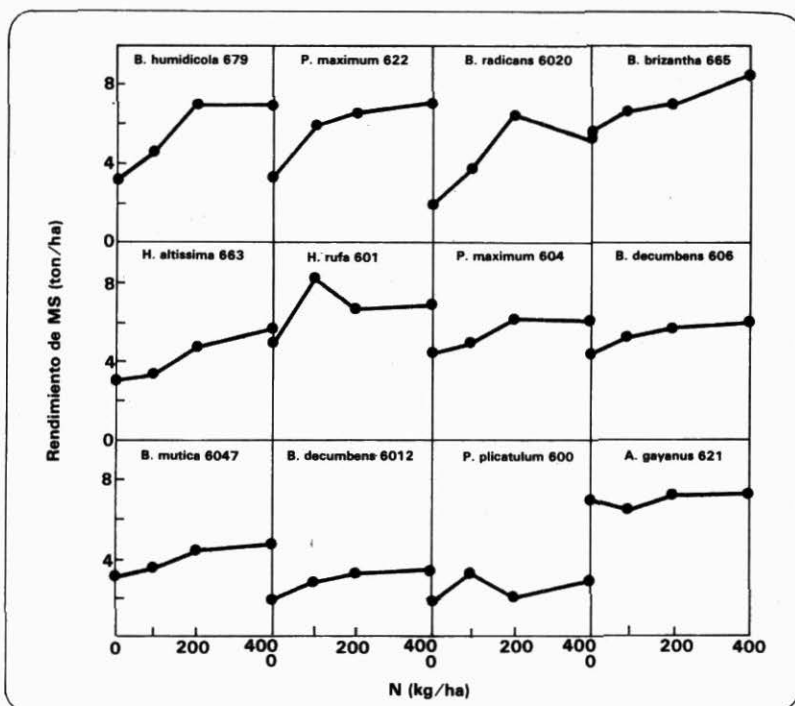


Figura 28. Respuesta de 12 accesiones de gramíneas a la fertilización con N, en Carimagua. (Suma de tres cortes en la estación lluviosa; todos los tratamientos recibieron 200 kg de  $P_2O_5$ /ha/año).

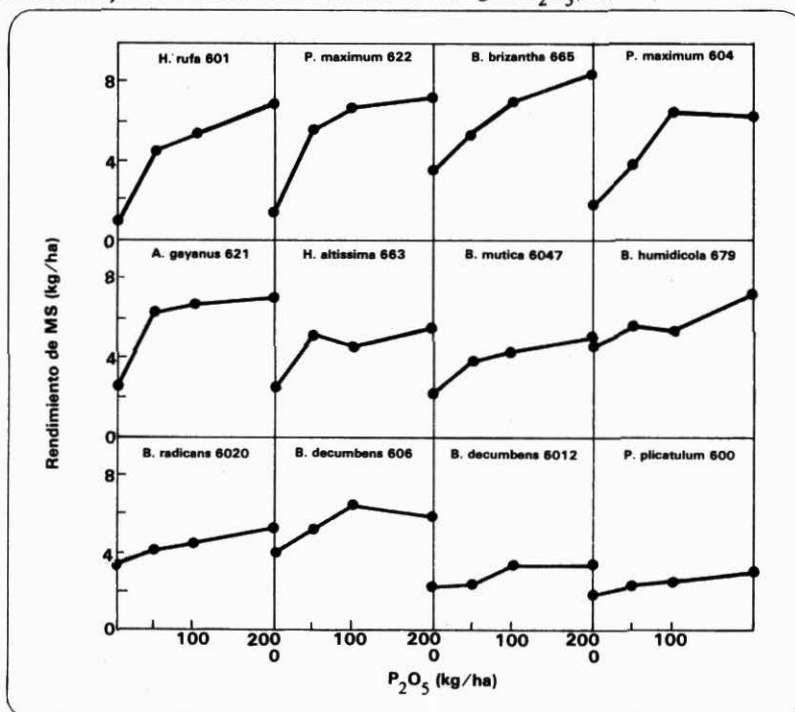


Figura 29. Respuesta de 12 accesiones de gramíneas a la fertilización con P en Carimagua. (Suma de tres cortes en la estación lluviosa; todos los tratamientos recibieron 400 kg de N/ha/año).

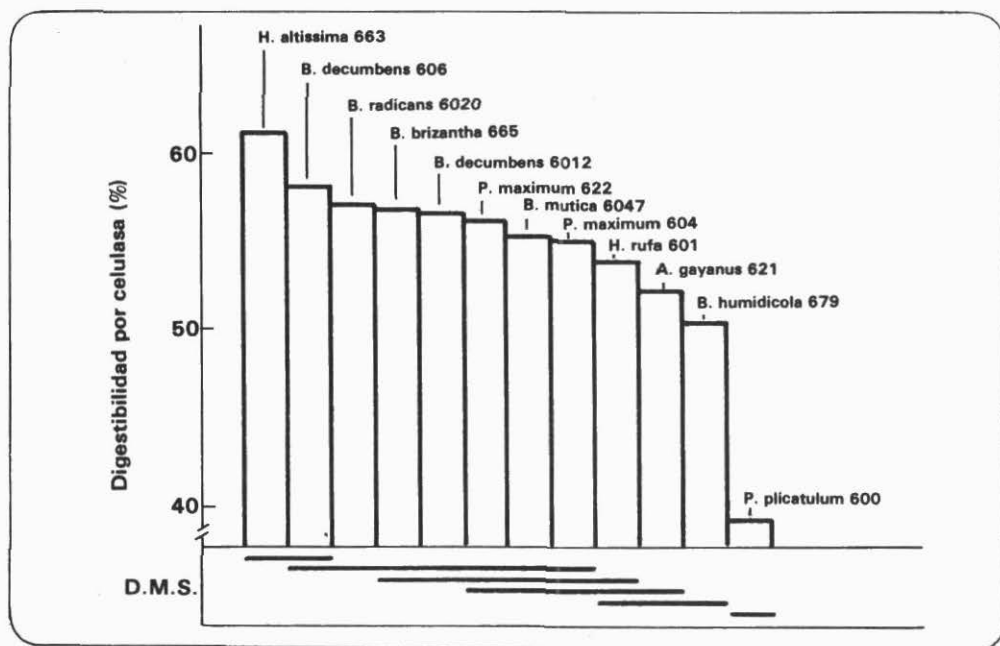


Figura 30. Digestibilidad media de la materia seca medida por celulosa, de muestras tomadas manualmente al azar de rebrotes que tenían 6 semanas de edad, en la estación lluviosa y bajo ocho tratamientos de fertilidad, en Carimagua.

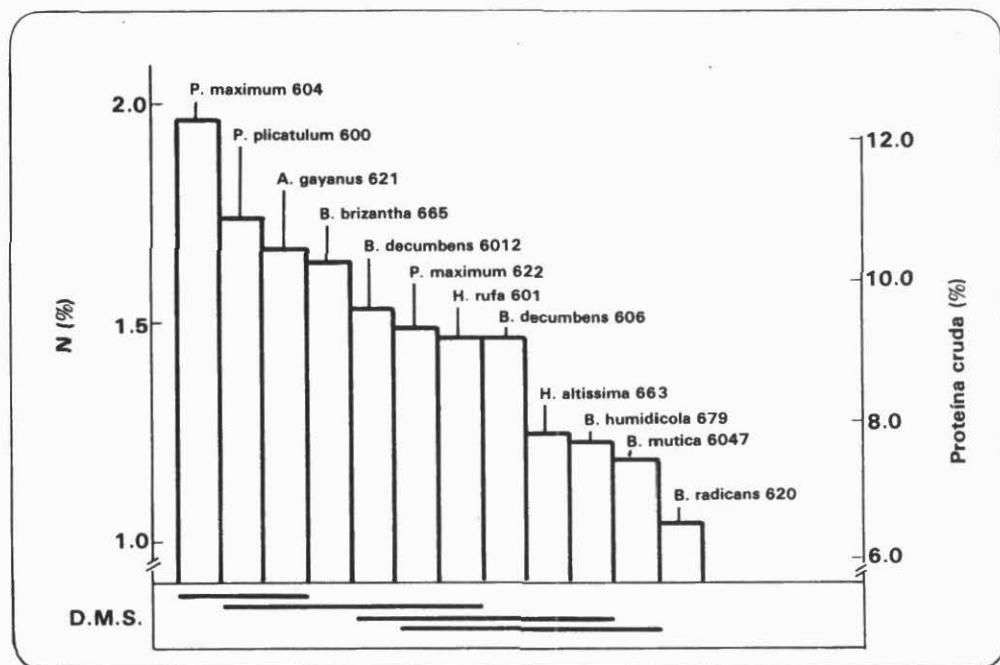


Figura 31. Contenidos medios de N y proteína cruda en muestras tomadas manualmente al azar de rebrotes que tenían 6 semanas de edad, en la estación lluviosa, en Carimagua y CIAT-Quilichao, en tratamientos que recibieron 0 ó 50 kg de N/ha/año.

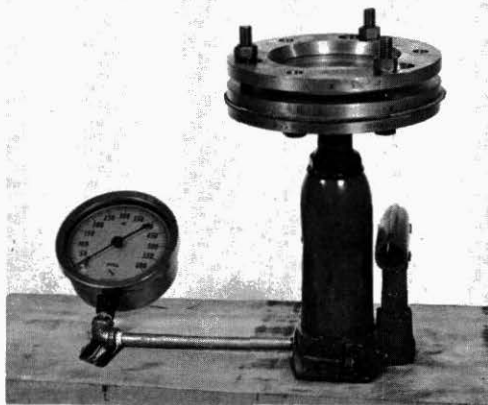


Figura 32. Prensa hidráulica Cambell-Brewster adaptada.

con un error de  $\pm 15$  mm durante el período comprendido entre mayo y setiembre (ver la Figura 22).

El modelo del balance hídrico del suelo se utilizó para estimar la transpiración de un experimento de frecuencia de corte, realizado por la Sección de Agronomía de Leguminosas. Al hacer una regresión entre la transpiración calculada por el modelo y el rendimiento de materia seca, se encontró que existe una alta correlación (0.95). Aunque la relación entre la transpiración y la producción de MS debe ser determinada en cada localidad específica, la técnica puede ser muy valiosa para la simulación del crecimiento estacional o del crecimiento durante un período de años, con diferentes totales de precipitación.

## Clasificación de las Accesiones de Gramíneas

Las accesiones se clasificaron con base en el conocimiento que tenemos sobre el comportamiento agronómico y del criterio que se tenga en cuanto a si la accesión es promisorio o no dentro del Programa. El Cuadro 17 presenta un resumen de los criterios que rigen las evaluaciones para cada categoría. El Cuadro 18 presenta un resumen de las evaluaciones que se están

Cuadro 17.

### Categorías de materiales promisorios y sus implicaciones para la evaluación del germoplasma de gramíneas.

Categoría	Tipo de evaluación
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterización botánica</li> <li>2. Adaptación a los suelos y clima de CIAT-Quilichao</li> <li>3. Resistencia a enfermedades e insectos</li> </ol>
2.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Respuesta a dos niveles de fertilidad en Carimagua</li> <li>2. Persistencia bajo pastoreo normal y compatibilidad con leguminosas</li> <li>3. Resistencia a la sequía</li> <li>4. Resistencia a enfermedades e insectos</li> <li>5. Valor nutricional</li> </ol>
3.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas regionales</li> <li>2. Requerimientos de fertilidad</li> </ol>
4.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas de establecimiento</li> <li>2. Sistemas de producción de semilla</li> <li>3. Sistemas de utilización y manejo (ensayos de producción animal)</li> </ol>
5.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Multiplicación de semilla básica</li> <li>2. Terminación de la investigación antes del lanzamiento</li> </ol>

adelantando actualmente para las accesiones en las Categorías 3, 4 y 5, según los criterios de selección establecidos en 1977. Aproximadamente, 40 accesiones están actualmente en la Categoría 2, las cuales se están evaluando bajo pastoreo y en asociación con la misma leguminosa (para tener una base común de criterio). Estas evaluaciones se hacen en Carimagua y en CIAT-Quilichao.

### **Andropogon gayanus 621**

En 1973, el Dr. Bert Grof, del Programa de Ganado de Carne del CIAT, introdujo de Shika, Nigeria, la gramínea forrajera *Andropogon gayanus*. Esta planta ha sido

Cuadro 18.

Resumen de las evaluaciones de accesiones de gramíneas promisorias, incluidas en las Categorías 3, 4 y 5 (Los espacios en blanco indican que se desconoce la reacción al factor bajo consideración).

Especies y CIAT No.	Tolerancia a los suelos ácidos	Vigor en CIAT-Quilichao	Vigor en Carimagua	Resistencia a la sequía	Resistencia a enfermedades	Resistencia a insectos	Calidad nutricional	Tolerancia a la quema	Producción de semilla	Facilidad de manejo	Compatibilidad con leguminosas	Productividad animal	Tolerancia a la inundación	Categoría en 1978	Recomendación para 1979
<i>Andropogon gayanus</i> 621	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	4	5
<i>Brachiaria brizantha</i> 665	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	3	3
<i>Brachiaria decumbens</i> 606	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	4	4
<i>Brachiaria decumbens</i> 664	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	3	S <sup>1</sup>
<i>Brachiaria decumbens</i> 6012	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	3	S
<i>Brachiaria humidicola</i> 679	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	3	4
<i>Brachiaria humidicola</i> 6013	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	3	S
<i>Brachiaria mutica</i> -	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	3	3
<i>Brachiaria radicans</i> 6020	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	3	3
<i>Brachiaria ruziziensis</i> 6019	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	3	S
<i>Eriochloa polystachya</i> 6017	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	3	3
<i>Hemarthria altissima</i> 663	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	3	3
<i>Hyparrhenia rufa</i> 601	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	3	S
<i>Melinis minutiflora</i> 608	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	3	S
<i>Panicum maximum</i> 604	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	3	4
<i>Panicum maximum</i> 622	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	3	4
<i>Paspalum plicatulum</i> 600	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	3	S

1 S = suspendida de evaluaciones adicionales.

evaluada extensivamente en CIAT-Palmira, Carimagua, El Limonar y CIAT-Quilichao. Ha sido incluida en las pruebas regionales establecidas por el Programa de Ganado de Carne; como resultado de su buen comportamiento en suelos ácidos e infértiles del Area de Actuación, en 1978 se promovió a la Categoría 5 (Cuadros 17 y 18).

Los datos preliminares sobre las ganancias de peso animal obtenidas durante la

estación de lluvias, son promisorios; sin embargo, aún no se tiene información concluyente para la estación seca. A pesar de ello, se considera que *A. gyanus* 621 es una planta forrajera suficientemente promisorio, de tal manera que la producción de semilla básica se iniciará en 1979 y a finales de este mismo año, se tomará la decisión definitiva en relación con el lanzamiento de la accesión conjuntamente con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

## PRODUCCION DE SEMILLA

Esta Sección continuó sus actividades para cumplir dos objetivos básicos: 1) la producción de semilla para propósitos experimentales y la producción de semilla-fundación de nuevos cultivares y 2) el desarrollo de tecnología para la producción comercial de semilla de forrajes.

En 1978 se hizo énfasis en la multiplicación de semilla de líneas experimentales con semillas que ya se estaban utilizando por el Programa de Ganado de Carne. Sin embargo, al aumentar el énfasis en ciertas especies, se puso en evidencia la necesidad de expandir los esfuerzos investigativos, se identificaron colaboradores para lograr una producción masiva de semilla y se iniciaron proyectos cooperativos tanto en Colombia como en localidades situadas en latitudes más altas.

### Multiplicación de Semillas

La multiplicación de semilla está limitada a aquellas accesiones que están incluidas en la lista de materiales promisorios aprobados por el Comité de Germoplasma del Programa de Ganado de Carne. Los objetivos iniciales de la producción de semilla están acordes con la definición de las cinco categorías establecidas en relación con las nuevas

accesiones. En 1978, se produjo semilla de 35 accesiones, en tres localidades de Colombia.

Gran parte del esfuerzo de multiplicación de semilla se lleva a cabo mediante la propagación de plantas. Las parcelas de producción de semilla se establecen ya sea mediante la propagación vegetativa, mediante el transplante de plantas individuales o bien, mediante la siembra directa en el campo. En total, se establecieron 12 nuevas ha; el área total promedio para multiplicación de semilla, durante 1978, fue de 15 ha. En CIAT-Quilichao ya se dispone de una extensión de 10 ha de terreno, en tanto que en CIAT-Palmira se mantuvieron 3 ha; en Carimagua, se establecieron 5 ha de parcelas nuevas dedicadas a este propósito. En CIAT-Quilichao, la transición que generalmente se presenta entre la estación de lluvias y la estación seca se prolongó en el año 1977; esta circunstancia causó efectos adversos en la sincronización de la floración, especialmente en *Centrosema*, *Pueraria* y *Stylosanthes capitata*. Con pocas excepciones, la cosecha de semilla de estas tres plantas se hizo manualmente para evitar la contaminación y para recuperar una mayor cantidad de semilla en áreas que, en realidad, eran bastante reducidas. En CIAT-Quilichao y en CIAT-

Palmira, la cosecha se hizo en enero-febrero y nuevamente, en julio-agosto. En Carimagua, la cosecha se hizo en noviembre. La producción total sumó 2468 kg de semilla clasificada (Cuadro 19), con énfasis en *Andropogon gayanus* y en varias accesiones de *S. capitata*.

Todas las localidades de producción que actualmente se utilizan para producción de semilla comparten una restricción: muy poca variación en cuanto a la duración de la estación seca, debido a su baja latitud geográfica. CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao presentan patrones de precipitación bimodales y el período de

crecimiento natural está limitado a 3 meses, siendo insuficiente para todas las especies, en lo que respecta al establecimiento de las plantas. Por lo tanto, el período de crecimiento más prolongado que se registra en Carimagua es una ventaja para el establecimiento de las plantas pero, básicamente, es una desventaja en los años siguientes debido a deficiencias en la sincronización de la floración. En razón de esta circunstancia, se hicieron planes para iniciar la multiplicación de semilla en Brasilia (17°S de latitud, lo cual es más apropiado para la obtención de semilla). Además de que en Brasilia se podía aprovechar la mayor latitud, también la producción abundante

Cuadro 19.

**Resumen de la semilla de forraje producida durante el período octubre 1977-octubre 1978.**

Especie	No. de accesiones	Producción total de semilla (kg)
<i>Centrosema</i> sp.	3	31
<i>Desmodium</i> spp.	8	83
<i>Glycine wightii</i>	2	117
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	10
<i>Macroptilium</i> sp.	1	111
<i>Pueraria phaseoloides</i>	1	35
<i>Stylosanthes capitata</i>	5	404
<i>Stylosanthes guianensis</i>	3	20
<i>Stylosanthes hamata</i>	2	72
<i>Stylosanthes sympodialis</i>	2	62
<i>Stylosanthes humilis</i>	1	9
<i>Stylosanthes scabra</i>	1	32
<i>Teramnus uncinatus</i>	1	16
<i>Zornia</i> sp.	1	10
Total de leguminosas <sup>1</sup>	33	1012
<i>Andropogon gayanus</i>	1	1400
<i>Brachiaria decumbens</i>	1	56
Total de gramíneas <sup>2</sup>	2	1456

1 Leguminosas, semilla seleccionada o semilla en vaina, > 95% de pureza.

2 Gramíneas, semilla seleccionada, > 40% de pureza.



de semilla en esta localidad ayudará a llenar los requerimientos de este importante componente de la producción forrajera, tanto para fines experimentales como de expansión ganadera en el Cerrado brasileño.

## **Tecnología de la Producción de Semilla**

### **Patrones de Madurez y Metodología de la Cosecha de Semilla**

*Brachiaria decumbens*. En un campo productor de semilla se tomaron muestras, durante un período de 1 mes, desde la madurez temprana de la simiente hasta el desgrane total de la semilla dentro de la vaina (Figura 33). El objetivo de este ensayo era el de determinar el rendimiento y la calidad de la semilla cosechada manualmente, así como también identificar el período óptimo de cosecha de la misma.

Estas plántulas, establecidas a una densidad de población relativamente baja, florecieron durante un período prolongado —el cual tuvo su inicio a principios de julio. Como resultado, la madurez de la semilla alcanzó un nivel máximo que se mantuvo por bastante tiempo, siendo posible cosechar más de 50 kg de semilla pura/ha durante un período de 2 semanas; el 75 por ciento del rendimiento máximo de semilla pura era recuperable durante más de 7 días. Después de que el nivel de inflorescencias alcanzó una “meseta” en la curva de población el 2 de agosto, se constató un rendimiento máximo de 89 kg/ha el 9 de agosto. Este nivel coincidió con cambios marcados que se registraron en la proporción relativa de inflorescencias “inmaduras”, “maduras” y “desgranadas”. En el nivel máximo de rendimiento de semilla pura, el porcentaje de inflorescencias

maduras disminuyó marcadamente a partir de un máximo de aproximadamente 70 por ciento, en tanto que el porcentaje de inflorescencias desgranadas aumentó marcadamente sobre el 10 por ciento que se registró cuando las inflorescencias maduras habían alcanzado un máximo del 70 por ciento. El peso unitario de la semilla pura fue de aproximadamente 400 mg/100 semillas al alcanzar el máximo nivel de rendimiento de semilla pura, pero el peso unitario continuó aumentando durante 8 días adicionales (agosto 17) hasta llegar a un máximo de 450 mg/100 semillas. Es necesario obtener más datos acerca de la germinación de la semilla para tener resultados concluyentes en este estudio; sin embargo, los datos de peso unitario ya comprobados indican que, a pesar de la engañosa atracción de obtener cantidades significativas de semilla madura en la planta y sobre el suelo, podría ser desventajoso cosechar antes de alcanzar el nivel máximo en la curva de rendimiento de semilla pura. En consecuencia, se requiere obtener índices fácilmente identificables que señalen este período crítico. En ensayos posteriores se probará la utilidad de determinar las proporciones de inflorescencias maduras y desgranadas para identificar tal período crítico.

Se estimaron los rendimientos de semilla pura, en tres lotes comerciales, mediante la cosecha directa con combinada y la cosecha manual, la exudación del material durante 3 días y luego, la trillada manual (Cuadro 20). Los índices relativos de recuperación fueron considerablemente consistentes a través del amplio espectro de rendimientos encontrados; con la combinada, se recuperó un promedio del 59 por ciento de la semilla pura obtenida con el método manual. Sin embargo, los pesos unitarios de la semilla pura fueron marcadamente diferentes; con la combinada, se recuperó consistentemente una fracción de semillas más pesadas (457 vs. 588

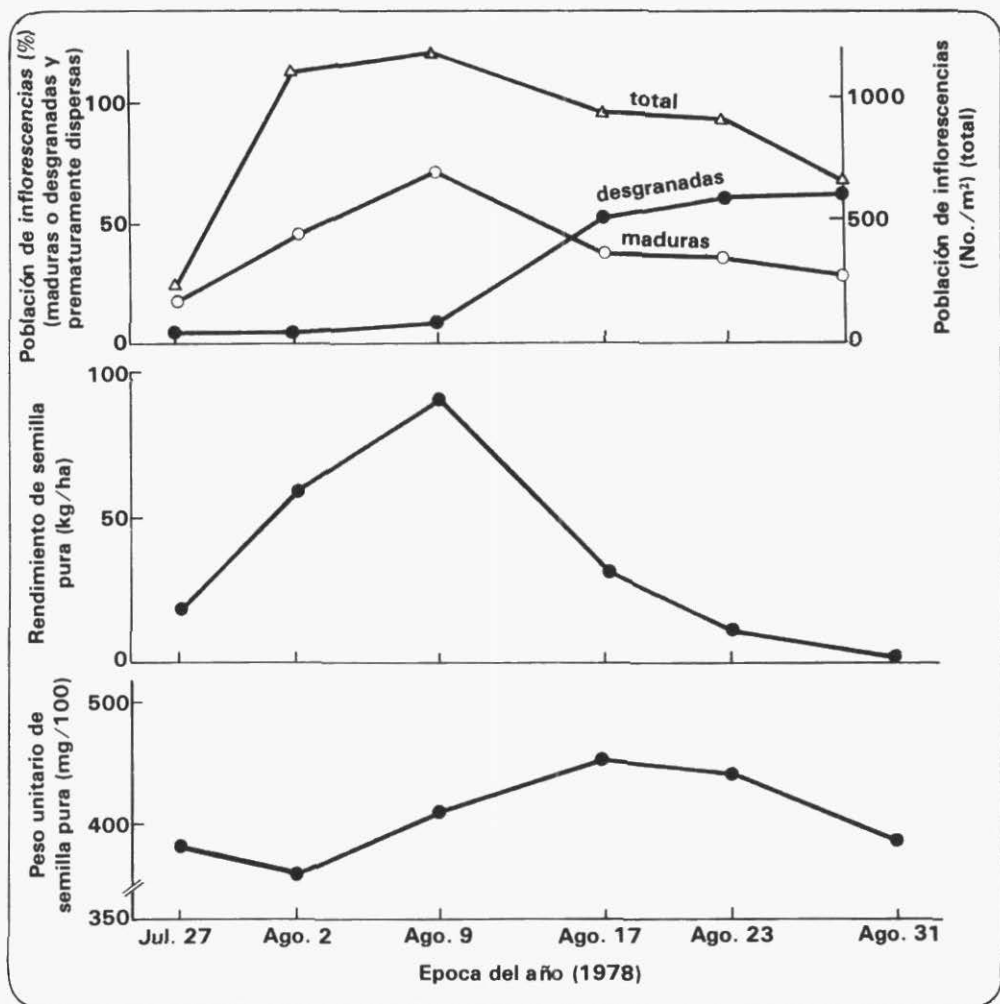


Figura 33. Secuencia del desarrollo de inflorescencias y semillas, en una siembra de plántulas de *Brachiaria decumbens*, en El Limonar (en las cercanías de CIAT-Quilichao).

mg/100 semillas). Esto, probablemente, refleja el hecho de que, después de 3 días de exudación, la trillada manual remueve mucha más cantidad de semilla pura pero más pequeña y parcialmente inmadura, en comparación con la trillada con combinada, inmediatamente después del corte. En consecuencia, la diferencia del 41 por ciento en la recuperación de semilla pura, por los dos métodos, no es indicativa de ineficiencia de la combinada. La comparación final de la eficiencia relativa de

cosecha se basará en los rendimientos relativos de semilla pura viva.

*Andropogon gayanus*. Durante la cosecha de las áreas de multiplicación de semilla, en enero y julio, se hicieron investigaciones explorativas de la eficiencia relativa de métodos alternativos de cosecha. Los objetivos fueron determinar: 1) si la práctica tradicional (corte manual, exudación de campo y trilla manual) era la más eficiente; 2) si pudieran haber otras

Cuadro 20.

**Comparación de los sistemas de cosecha manual y con combinada, en tres lotes comerciales de *Brachiaria decumbens*.**

Comparación	Cosecha con combinada	Cosecha manual
Rendimiento de semilla pura (kg/ha)	35	59
Porcentaje de recuperación (semilla pura)	59	100
Peso unitario de la semilla pura (mg/100)	457	388

estrategias promisorias de cosecha; y 3) el papel que juega la mecanización. Se compararon cinco metodologías básicas, en dos experimentos, sin repeticiones, en diferentes campos. El Cuadro 21 presenta los estimativos de semilla pura viva para semilla de diferentes edades; las comparaciones sólo son válidas dentro de cada experimento.

En enero, se iniciaron todas las investigaciones, correspondientes a los diferentes métodos de cosecha de semilla con base en lo que se consideraba como una madurez óptima de las plantas para efectuar la cosecha. Por lo tanto, el método de recuperación de semilla del suelo obviamente no estaba en su potencial máximo. El método manual tradicional dio los rendimientos más altos de semilla pura viva (34 kg/ha). Si se efectúa un paso de la trilladora en el campo ya recolectado manualmente, con esta operación adicional se obtuvo un 10 por ciento más de semilla pura viva, pero ésta presentó una baja capacidad de germinación (25%) y probablemente, una corta vida bajo almacenamiento; en consecuencia, no se recomienda la retrilla. La recolección del suelo fue el siguiente método más eficiente; así, se recuperaron 24 kg/ha de semilla pura viva. El método resultó eficiente

debido a que la semilla recogida mostró tener alta germinación (74%). La recolección con combinada *versus* la corta de plantas con una trilladora de forraje (windrower) y luego alzada de las hileras con la combinada, 4 días después del corte, recuperaron 13 y 17 kg/ha de semilla pura viva, respectivamente, lo cual indica que la combinada recuperó, en el mejor de los casos, el 50 por ciento de los rendimientos obtenidos mediante el método tradicional manual. La comparación del método tradicional *versus* la recolección de las hileras por la combinada indica que la combinada puede ocasionar pérdidas hasta del 50 por ciento sólo durante la trilla, aún después de la exudación de la semilla.

Los rendimientos en la cosecha de julio fueron mayores que en la cosecha de enero. El método manual se inició en julio 7, pero, un problema mecánico retrasó los tratamientos con la combinada hasta julio 11. Durante este período, hubo un aumento significativo en la recuperación de semilla del suelo (más de 100 kg/ha), lo cual indica que hubo desgrane de la semilla en un alto grado. En consecuencia, al comparar el método manual con los métodos que incluyen el uso de la combinada (3 y 4 del Cuadro 21), incluyendo otros sistemas de recolección y época de cosecha, es posible que se reduzca en cierto grado la interpretación que se haga de los resultados obtenidos. El potencial de recuperación de semilla del suelo fue más evidente al continuar la recolección por 12 días después de haber alcanzado el punto óptimo de cosecha de las plantas y haber colectado un máximo de 100 kg/ha de semilla pura viva en julio 19. Nuevamente, se registró una germinación muy alta con este tipo de semilla —43 por ciento en comparación con un promedio de 20 por ciento para los otros métodos. No es válido comparar los métodos 3 y 4 (en los cuales está involucrada la combinada) con el

Cuadro 21.

**Resultados de la evaluación hecha sobre la metodología de cosecha de semilla para *Andropogon gayanus*.**

Método de cosecha	Fecha 1978	Experimento 1, enero, 1978		Experimento 2, julio, 1978		Rendimiento (3 meses) (kg/ha)	
		Semilla pura	Semilla pura viva	Semilla pura	Semilla pura viva		
		Rendimiento (kg/ha)	Germi- nación (7 meses) (%)	Rendimiento (kg/ha)	Germi- nación (3 meses) (%)		
1. Corte tradicional manual, apilado de haces en el campo y trilla							
	Ene. 23	69	50	34	-	-	-
	Jul. 7	-	-	-	262	18	47
1a. Igual que 1, más retrilla							
	Ene. 23	11	25	3	-	-	-
2. Recuperación del suelo							
	Ene. 23	32	74	24	-	-	-
	Jul. 7	-	-	-	104	27	28
	Jul. 12	-	-	-	208	35	73
	Jul. 19	-	-	-	232	43	100
3. Combinada directamente							
	Ene. 23	32	41	13	-	-	-
	Jul. 11	-	-	-	47	25	12
4. Corte manual, apilado en hileras <i>in situ</i> y recolección con combinada							
	Ene. 23	33	50	17	-	-	-
	Jul. 12	-	-	-	64	22	14
5. Corte manual y apilado en el campo y trilla con combinada							
	Ene. 23	32	52	17	-	-	-
	Jul. 7	-	-	-	233	14	33

método tradicional de cosecha manual. La comparación de los métodos 1 y 5 sugiere que ocurre un 30 por ciento de pérdidas como consecuencia del trillado con la combinada después de la exudación de la semilla. Una vez más, se observó una ligera ventaja en la cosecha de hileras alzadas del

campo con la combinada sobre el método de la cosecha directa con la combinada.

En términos globales, el método de cosecha menos costoso y eficiente para *A. gayanus* es el método manual tradicional.

En las regiones en donde la madurez del cultivo coincide con una estación seca (lo cual reduce el riesgo de los daños causados por lluvias fuera de estación), la recuperación de la semilla desgranada y dispersa en el suelo parece muy factible y se facilitará mediante el espaciamiento de los surcos a distancias de aproximadamente 1.5 m. Obviamente, en campos de producción de semilla muy extensos, la cosecha con combinada resultará factible a pesar de que la eficiencia de la recuperación sea más baja. Estas investigaciones se continuarán en los próximos años.

El método tradicional de la cosecha manual utilizado con muchas gramíneas tropicales, entre ellas *A. gayanus*, incluye una fase de exudación de la semilla en el campo, en la cual se cortan los tallos con inflorescencias fértiles y luego se reúnen formando haces; éstos permanecen en el campo por 3 ó 4 días permitiendo el exudado de la semilla. Con frecuencia se ha indicado que las condiciones pueden afectar adversamente la germinación de la semilla. Para determinar cuál podría ser este efecto se hicieron pruebas con semilla cosechada a mano, la cual recibió tratamientos de exudación en poscosecha de 0, 3, 6 y 9 días; estos tratamientos resultaron en una germinación del 83, 78, 63 y 44 por ciento, respectivamente, a los 10 meses de cosechada la semilla. Estos resultados indican que, si la exudación se realiza en haces bien conformados, por períodos de 3 días, no habrá efectos adversos pero que períodos más largos, pueden reducir la germinación.

### **Potenciales de la Producción de Semilla a Nivel Regional**

Si se desea establecer un programa económicamente factible de producción comercial de semilla, la identificación de regiones geográficas apropiadas es un elemento de importancia fundamental. Lo

es también para llevar adelante cualquier esfuerzo investigativo orientado hacia el desarrollo de tal programa. Las regiones geográficas en las cuales la producción de semilla (no de forraje) es óptima, presentan una combinación favorable de factores climatológicos, edáficos, agronómicos y económicos, los cuales, consistentemente, conduzcan a la obtención de altos rendimientos de semilla de buena calidad, más una alta tasa de recuperación al momento de la cosecha. En este particular, generalmente, las plantas leguminosas forrajeras son más exigentes que la mayoría de las gramíneas. El CIAT, como institución internacional, que es, tiene la capacidad para coordinar un proyecto orientado hacia la producción de semilla de alta calidad, la cual es requerida para el logro de los objetivos experimentales del Programa de Ganado de Carne. Con este propósito, se esbozó una propuesta de proyecto la cual fue enviada para su análisis a los colaboradores potenciales, en diversas localidades ubicadas en sitios estratégicos con diferentes latitudes, precipitaciones anuales y regímenes de temperatura estacionales. Básicamente, se puso énfasis en que las regiones escogidas tuvieran una distribución de la precipitación bien marcada por estaciones y una baja o nula incidencia de heladas. En terrenos de la sede del CIAT se iniciaron, en noviembre de 1978, las siembras, en parcelas de observación, de algunas leguminosas y gramíneas que habían sido sugeridas por los colaboradores. El objetivo del establecimiento de tales parcelas era el de definir la fenología, los rendimientos de semilla, la incidencia de plagas y enfermedades y otros parámetros relacionados con los potenciales de producción a nivel comercial. Para finales de 1978, se ha confirmado la colaboración de las siguientes instituciones de América del Sur: el Centro de Pesquisa Agropecuaria de Cerrados (CPAC), en Brasilia, 17°S; la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais

(EPAMIG), en Sete Lagoas, 18°S, y Felixlandia, 17°S, todas ellas en Brasil; el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), en Santa Cruz, 17°S, y en el Valle de Sajta, 17°S, en un programa que tiene la Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU), ambas en Bolivia; y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Valledupar, Departamento del Cesar, en Colombia.

Un experimento preliminar, establecido en colaboración con el Agrónomo de Forrajes del Programa de Ganado de Carne en el CPAC, Brasilia, durante 1978, indicó la severidad potencial de problemas ocasionados por malezas en el establecimiento de leguminosas (especialmente, *Pennisetum setosum*, *Cenchrus* sp. y *Acanthosperum australe*) y la presencia del barrenador del tallo, *Stegasta bosqueella*, en todas las especies de *Stylosanthes*. Para el primer año se obtuvieron altos rendimientos de semilla pura (290 kg/ha) de *A. gyanus* cosechada a mano; 96 kg/ha de *B. decumbens*; 160 kg/ha de *Brachiaria ruziziensis*; y 900 kg/ha de *Calopogonium muconoides*.

*Andropogon gyanus*. Respuesta al nitrógeno: una siembra establecida en El Limonar (cerca de CIAT-Quilichao) proporcionó suficiente área experimental para investigar los efectos de las dosis y métodos de aplicación de N sobre el rendimiento de semilla pura de *A. gyanus*. Este campo fue quemado en agosto 25; después de setiembre 14 recibió suficiente lluvia; comenzaron a florecer a mediados de octubre y maduraron a mediados de diciembre. El Cuadro 22 presenta las dosis de N que fueron aplicadas y las cantidades de semilla pura cosechada. Hubo dificultades para determinar la fecha óptima de cosecha. Una de las repeticiones se cosechó en diciembre 19 y el resto, en diciembre 27. No se observaron diferencias

entre los promedios de los tratamientos, con base en los datos obtenidos para todas las cuatro repeticiones. Sin embargo, se observó una diferencia significativa entre repeticiones, relacionada con la fecha de cosecha, lo cual indica que la cosecha de diciembre 27 fue hecha demasiado tarde y que, para esa fecha, no se pudo registrar posibles diferencias entre tratamientos. Por lo tanto, los datos no replicados de la cosecha de diciembre 19 merecen un comentario independiente y no conjunto. Estos datos indican que el rendimiento de semilla pura tiende a aumentar al incrementar los niveles de N. Se registró un rendimiento de semilla pura de más de 200 kg/ha, tanto de 200 como de 300 kg de N/ha con dos aplicaciones divididas. Estas investigaciones continuarán.

*Remoción de la arista*: Como la espiguilla de *A. gyanus* es muy pilosa y presenta una arista larga, las masas de semilla tienden a amontonarse y no fluyen con facilidad. Para superar esta dificultad, la cual complica el procesamiento de la semilla, se desarrolló un removedor de la arista.

Básicamente, este implemento incluye un cilindro de metal de 71 x 30 cms con dedos de caucho que sobresalen, una concavidad superior con una superficie de caucho acanalada y una concavidad inferior, semicilíndrica y curva hecha de tamices, con aperturas variables. Es posible graduar la velocidad del cilindro, desde 250 hasta 750 rpm, para lo cual se dispone de tres poleas; la luz entre los dedos del tambor y el tamiz de la concavidad curva es ajustable entre 1 y 5 cm. El implemento, que tiene una capacidad aproximada de 50 kg/ha, se alimenta con la semilla manualmente, desde una tolva pequeña hacia el cilindro central rotatorio; una broca basal controla el flujo de semilla.

Cuadro 22.

**Efecto de las aplicaciones de N sobre el rendimiento de semilla pura de *Andropogon gayanus* en El Limonar.**

Aplicación de nitrógeno (kg/ha)			Rendimiento de semilla pura (kg/ha)	
Set. 20	Oct. 14	Total	Dic. 19	Dic. 27
0	0	0	111	68
100	0	100	134	66
200	0	200	163	60
50	150	200	206	80
50	250	300	225	80

**Análisis de pureza:** Las determinaciones del rendimiento en términos estándar de semilla pura y de la germinación de la fracción de semilla pura, requieren de un método estandarizado para el análisis de pureza.

Se desarrolló una prueba "rápida" (denominada también "Irish"), la cual utiliza una muestra de 10 g y define una semilla pura como una espiguilla basal más su ápice. La ventaja de esta prueba es su velocidad. Su aplicación es la siguiente: 100 menos la pureza "Irish" equivale al nivel mínimo de materia inerte, según la definición internacional de pureza. En consecuencia, la prueba de pureza "Irish" proporciona un ensayo fácil de la cantidad mínima de materia inerte presente en una muestra de semilla pero no define la naturaleza real de la fracción de semilla pura.

Con base en la Prueba de Pureza Internacional (en la cual la fracción de semilla pura corresponde al conjunto de aquellas espiguillas que contienen una cariopsis confirmada), se desarrolló un concepto en el cual se define la fracción de semilla pura como las espiguillas basales que contienen una cariopsis pero excluyen la arista, cualquier cariopsis libre o bien partes de ella, y espiguillas germinadas

excluyendo la arista. El material inerte incluye las espiguillas basales sin cariopsis, todas las espiguillas superiores, todas las aristas, suelo, arena y partes vegetativas de la planta, etc. La separación de una muestra de 6 g en sus tres fracciones componentes —semilla pura, materia inerte y malezas— es muy laboriosa y requiere un tiempo de aproximadamente 4 horas.

Se hizo un intento por desarrollar una forma indirecta más rápida para estimar la Pureza Internacional, utilizando la relación que existe entre el contenido de cariopsis (expresado como un porcentaje con base en el número) y la Pureza Internacional (expresado como un porcentaje con base en el peso) de la fracción de semilla pura "Irish" de cualquier muestra. Utilizando una gran cantidad de muestras se definió una ecuación de regresión lineal de  $Y = 1.099 X$ , ( $R^2 = 0.993$ ) en donde  $Y =$  Pureza Internacional de la fracción de semilla pura "Irish" y  $X =$  contenido de cariopsis de la fracción de semilla pura "Irish". Para una muestra dada de semilla, el procedimiento para calcular indirectamente la Pureza Internacional es: 1) determinar la pureza "Irish" y el contenido de cariopsis; 2) a partir de la ecuación, determinar la Pureza Internacional de la

fracción de semilla pura "Irish"; y 3) multiplicar este valor por el porcentaje de pureza "Irish". Si bien la utilización de este método permite obtener datos muy apro-

ximados a los valores derivados de las determinaciones directas de la Pureza Internacional, su utilidad está siendo investigada.

## FITOPATOLOGIA

La Sección de Fitopatología del Programa de Ganado de Carne inició sus actividades en julio de 1978. Los objetivos principales de esta sección son detectar, identificar y evaluar las enfermedades del germoplasma en estudio y desarrollar medidas de control de las enfermedades que causan daño a las especies forrajeras promisorias.

La actividad principal realizada en 1978 fue la iniciación de estudios extensivos de la microflora del germoplasma que actualmente está bajo evaluaciones de campo y de las especies nativas relacionadas, para determinar la incidencia y la severidad de los organismos patógenos.

### Antracnosis

La antracnosis es la enfermedad que causa más daño a las leguminosas forrajeras tropicales en América Central, América del Sur, Australia y el estado norteamericano de Florida. Se había informado que, en América Latina, esta enfermedad era causada por un hongo, *Colletotrichum gloeosporioides* y que solamente afectaba especies de *Stylosanthes*.

Dada su importancia, se inició un estudio específico para determinar la ocurrencia y la severidad de la antracnosis en Carimagua, El Limonar (cerca de CIAT-Quilichao) y la subestación experimental de Quilichao. Se hicieron 15 aislamientos al azar de las accesiones, en las cuales se sospechaba la presencia de lesiones de antracnosis. Hasta la fecha, los

resultados han demostrado que la antracnosis es una enfermedad que está muy extendida (Cuadros 23, 24 y 25). La mayoría de los géneros de leguminosas que están actualmente bajo evaluación, así como también algunos especímenes de la flora indígena, fueron hospedantes de la antracnosis en las tres localidades mencionadas. Además, hay involucradas dos especies de *Colletotrichum*: *C. gloeosporioides* y *C. dematium*; los síntomas causados por ambos hongos en cualquier accesión, son idénticos.

Aunque la antracnosis está muy difundida, su severidad varía considerablemente entre géneros y accesiones. En todas las localidades, la antracnosis, principalmente la ocasionada por *C. gloeosporioides*, fue severa en accesiones de *Stylosanthes guianensis*. La mayoría de las siembras de *Stylosanthes capitata* en Carimagua y CIAT-Quilichao sólo presentaron infecciones ligeras o no fueron afectadas del todo. En El Limonar, aunque las lesiones del tallo fueron numerosas en plantaciones de *S. capitata* (CIAT 1019, 1078, 1097 y 1405) de 2.5 años de edad, sus efectos fueron menores. Las selecciones de accesiones de *Stylosanthes* hechas anteriormente por resistencia a *C. gloeosporioides* (Informes Anuales del CIAT, 1976 y 1977), conjuntamente con las observaciones de campo, habían mostrado que *S. capitata* era altamente tolerante a la antracnosis. Se ha iniciado un estudio para determinar cuáles son las bases de esta tolerancia.



Cuadro 23.

**Presencia o ausencia de hongos que causan la antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en leguminosas forrajeras tropicales, en Carimagua. (Media de 15 aislamientos hechos al azar, por accesión.)**

Especies	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Stylosanthes capitata</i>		
Ausencia	1342, 1497, 1504, 1520, 1533, 1535, 1642, 1728	1342, 1497, 1535, 1728
Presencia ligera	1019, 1315 <sup>1</sup> , 1499	1504, 1520, 1533, 1642
Presencia moderada	1078	1019, 1078, 1499
Presencia severa	-	1315
<i>Stylosanthes guianensis</i>		
Ausencia	1533, 1551, 1569	136, 1553, 1569, 1571
Presencia ligera	1486, 1578	1480, 1486, 1503, 1533, 1549, 1551, 1562, 1565, 1573, 1649
Presencia moderada	1480, 1503, 1549, 1565, 1571, 1573	1578
Presencia severa	136, 1553, 1562, 1649	-
<i>Stylosanthes hamata</i>		
Ausencia	-	147
Presencia severa	147	-
<i>Stylosanthes humilis</i>		
Ausencia	1303	-
Presencia moderada	-	1303
<i>Stylosanthes ingrata</i>		
Ausencia	-	1604
Presencia severa	1604	-

1 Producción del estado sexual del hongo

(continúa)

Cuadro 23. (continuación)

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Stylosanthes scabra</i>		
Ausencia	1583	1583
<i>Aeschynomene</i> sp.		
Ausencia	9874	-
Presencia ligera	-	9874
<i>Cassia</i> sp.		
Ausencia	Nativa	-
Presencia ligera	-	Nativa
<i>Centrosema</i> spp.		
Ausencia	5061	5061
Presencia moderada	438	-
Presencia severa	-	438
<i>Desmodium barbatum</i>		
Ausencia	Nativa	-
Presencia ligera	-	Nativa
<i>Desmodium heterophyllum</i>		
Ausencia	349	-
Presencia ligera	-	349
<i>Desmodium heterocarpon</i>		
Ausencia	365	365
<i>Desmodium ovalifolium</i>		
Ausencia	350	350

(continúa)

Cuadro 23.(continuación)

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Galactia</i> spp.		
Ausencia	964, 9152	9152
Presencia moderada	-	964
<i>Indigofera</i> sp.		
Ausencia	Nativa	-
Presencia severa	-	Nativa
<i>Macroptilium</i> spp.		
Ausencia	-	4049
Presencia ligera	4115	4115
Presencia moderada	4049	-
<i>Pueraria phaseoloides</i>		
Ausencia	-	9900
Presencia severa	9900	-
<i>Soemmeringia</i> spp.		
Ausencia	9471, 9844	-
Presencia ligera	Nativa	9471, 9844
Presencia moderada	-	Nativa
<i>Zornia</i> spp.		
Ausencia	9166, 9199, 9203, 9225, 9226, 9245, 9258, 9284, 9292, 9602, 9644, 9915	9258
Presencia ligera	728	9166, 9203, 9225, 9226, 9245 9602, 9644, 9915
<i>Zornia</i> spp.		
Presencia moderada	-	728, 9199, 9284
Presencia severa	-	9292

Cuadro 24.

Presencia o ausencia de hongos que causan la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en leguminosas forrajeras tropicales, en El Limonar, cerca de CIAT-Quilichao. (Media de 15 aislamientos hechos al azar, por accesión.)

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Stylosanthes capitata</i>		
Ausencia	-	1078, 1097, 1342
Presencia ligera	1342	1405
Presencia moderada	-	1019
Presencia severa	1019 <sup>I</sup> , 1078 <sup>I</sup> , 1097 <sup>I</sup> , 1405 <sup>I</sup>	
<i>Stylosanthes guianensis</i>		
Ausencia	1200	64-A, 151-A, 184, 191-B, 1135, 1152, 1175, 1200 1705
Presencia ligera	1152, 1175,	191-A
Presencia moderada	151-A, 1135 <sup>I</sup>	-
Presencia severa	64-A, 184, 191-A, 191-B 1705 <sup>I</sup>	-
<i>Stylosanthes hamata</i>		
Ausencia	-	118, 147
Presencia moderada	118	-
Presencia severa	147 <sup>I</sup>	-
<i>Stylosanthes humilis</i>		
Presencia ligera	1304	-
Presencia moderada	-	1304
<i>Stylosanthes sympodialis</i>		
Ausencia	-	1043, 1044
Presencia moderada	1043, 1044	

I Producción del estado sexual del hongo.

(continúa)

Cuadro 24. (continuación)

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Stylosanthes viscosa</i>		
Ausencia	-	1074-A, 1132
Presencia ligera	1132	-
Presencia severa	1074-A	-
<i>Calopogonium muconoides</i>		
Ausencia	-	Sp.
Presencia moderada	Sp. <sup>1</sup>	-
<i>Desmodium ovalifolium</i>		
Ausencia	350	350
<i>Desmodium heterocarpon</i>		
Ausencia	365	365
<i>Desmodium canum</i>		
Ausencia	367	367
<i>Desmodium barbatum</i>		
Presencia ligera	Nativa	Nativa

1 Producción del estado sexual del hongo.

Cuadro 25.

Frecuencia o ausencia de hongos que causan la antracnosis (*Colletotrichum* spp.), en leguminosas forrajeras tropicales, en CIAT-Quilichao. (Media de 15 aislamientos hechos al azar por accesión).

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Stylosanthes capitata</i>		
Ausencia	1325, 1495, 1499, 1520, 1728	1315, 1325, 1342, 1405
Presencia ligera	1342 <sup>1</sup> , 1497, 1516, 1519, 1535	1019, 1078, 1097, 1497, 1535,
Presencia moderada	1019, 1097, 1315 <sup>1</sup> ,	1499, 1520
Presencia severa	1078 <sup>1</sup> , 1405	1495, 1516, 1519, 1728
<i>Stylosanthes guianensis</i>		
Ausencia	1062, 1175, 1825, 1829, 1832, 1833, 1838, 1842, 1856, 1871, 1905	64-A, 184, 1062, 1135, 1175, 1698, 1735, 1749, 1755, 1763 1825, 1826, 1829, 1830, 1832 1833, 1838, 1842, 1846, 1856, 1863, 1867, 1871, 1902, 1905,
Presencia ligera	1135, 1698 <sup>1</sup> , 1830	136
Presencia moderada	1826	-
Presencia severa	64-A, 136, 184, 1735, 1749, 1755, 1763, 1846, 1863 <sup>1</sup> , 1867, 1902	-
<i>Stylosanthes hamata</i>		
Ausencia	-	118, 147
Presencia ligera	147	-
Presencia severa	118	-
<i>Centrosema</i> spp.		
Ausencia	4042, 5175, 5177, 5196	438, 4042, 5062, 5107, 5108, 5175, 5177, 5196
Presencia ligera	5062, 5108	-
Presencia severa	438, 5107	-

1 Producción del estado sexual del hongo.

(continúa)

Cuadro 25. (continuación)

Especie	Accesiones que presentan:	
	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. dematium</i>
<i>Desmodium ovalifolium</i>		
Ausencia	350	350
<i>Desmodium barbatum</i>		
Ausencia	-	Nativa
Presencia severa	Nativa <sup>1</sup>	-
<i>Galactia striata</i>		
Presencia ligera	-	964
Presencia severa	964	-
<i>Macroptilium spp.</i>		
Ausencia	4014, 4015, 4050, 4133	535, 4009, 4014, 4015, 4050 4133
Presencia ligera	535	-
Presencia moderada	4009	-
<i>Vigna spp.</i>		
Ausencia	4188, 9546	4120, 4139, 4188, 9546
Presencia moderada	4120 <sup>1</sup> , 4139	-
<i>Zornia spp.</i>		
Ausencia	9472, 9651, 9925	9166, 9292, 9472, 9651, 9771, 9925
Presencia ligera	9166	-
Presencia moderada	728, 9292, 9771	728

1 Producción del estado sexual del hongo.

En las accesiones de *Zornia*, *C. dematium* causó, en Carimagua, lesiones foliares ligera a moderadamente severas; en CIAT-Quilichao, ambas especies de *Colletotrichum* estuvieron involucradas. En Carimagua, *C. gloeosporioides* causó la muerte descendente en varios campos de *Pueraria phaseoloides*. Algunos hongos del grupo de la antracnosis ocasionaron lesiones menores en hojas y tallos de otras leguminosas. La única leguminosa forrajera promisoria que no fue afectada por la antracnosis es *Desmodium ovalifolium*.

Se están colectando aislamientos de *Colletotrichum* de las accesiones más afectadas. También, se están adelantando pruebas de selección (tamizado) para evaluar la resistencia de diferentes leguminosas promisorias a los hongos causantes de la antracnosis y a la vez, determinar cuál es la amplitud del rango de los hospedantes. Si se utilizan mezclas de leguminosas, es esencial determinar si la infección de una leguminosa puede afectar a las otras.

En Carimagua, algunas accesiones de germoplasma de *S. guianensis* procedentes de Colombia, recientemente establecidas, fueron más susceptibles a la antracnosis que el germoplasma procedente de Venezuela y Brasil (Cuadro 26). Estas observaciones indican que es necesario hacer nuevas colecciones de *S. guianensis* en Venezuela y en Brasil, en donde las presiones de la antracnosis parecen ser más selectivas que en Colombia.

Se ha dado énfasis a la importancia de evaluar germoplasma bajo una diversidad de ecosistemas.

## Añublo

El añublo, causado por *Sclerotium rolfsii*, se detectó por primera vez en Carimagua en 1977; nuevamente se observó en 1978 entre agosto y octubre. El

hongo ataca plantas de *S. capitata* de 2 a 3 meses de edad y cerca de la superficie del suelo, ocasionando el marchitamiento y la muerte de la planta. La accesión CIAT 1019 fue la más susceptible, en tanto que 1078, 1315 y 1328 sólo fueron afectadas ocasionalmente. Aunque, hasta el momento, la incidencia de la enfermedad es baja, el añublo es una enfermedad potencialmente importante debido a la habilidad de los esclerosios del hongo para sobrevivir en el suelo durante muchos años. Se han iniciado experimentos para seleccionar accesiones promisorias de leguminosas contra *S. rolfsii* para estudiar la variación en la susceptibilidad con base en la edad, en la accesión CIAT 1019.

## El Nemátodo del Nudo Radical

Varias siembras de *D. ovalifolium* CIAT 350 establecidas en Carimagua, El Limonar y CIAT-Quilichao, fueron afectadas por el nemátodo del nudo radical, *Meloidogyne javanica*. Las plantas infectadas presentaron clorosis y enanismo; en las raíces se desarrollaron agallas grandes. Las plantas severamente infectadas murieron. Las únicas plantaciones de *D. ovalifolium* en Carimagua y CIAT-Quilichao que se observaron afectadas por el nemátodo, fueron las que se habían propagado vegetativamente. Los estudios hechos con leguminosas nativas, incluyendo especies de *Desmodium*, en Carimagua, El Limonar y Quilichao, con una excepción, no lograron detectar la presencia de los nemátodos del nudo radical. En Carimagua, se observó la infección en una especie nativa de *Desmodium*, la cual se encontraba cerca de una plantación infectada de *D. ovalifolium*. Tal parece que los factores responsables de la presencia del nemátodo del nudo radical en Carimagua y en CIAT-Quilichao fueron la introducción de material de *D. ovalifolium* infectado y/o suelo infectado (posiblemente, a través



de suelo utilizado en materas Jiffy de CIAT-Palmira, en las cuales se había cultivado yuca y *Bidens pilosa*, una planta de la familia de las compuestas; ambas plantas son hospedantes de este nemátodo). Se están haciendo selecciones (tamizado) de todas las leguminosas promisorias y de muchas accesiones de especies de *Demodium* por su resistencia a *M. javanica*.

## Mancha Foliar Causada por *Camptomeris*

Esta enfermedad causada por *Camptomeris leucaenae* es específica de las especies de *Leucaena*. Sólo se había detectado en algunas islas del Caribe, Venezuela y en febrero de 1978, en México, en donde su incidencia fue esporádica pero su efecto severo. Algunas parcelas recién

Cuadro 26.

Evaluación de la antracnosis en *Stylosanthes guianensis*, en parcelas de introducción (para pastoreo), en Carimagua.

CIAT No.	Origen	Fecha de siembra 1978	Evaluación preliminar de la antracnosis <sup>1</sup> octubre 11
136	Meta, Col.	Abril 29	3
1562	Meta, Col.	Abril 29	3
1578	Meta, Col.	Abril 29	2
1571	Meta, Col.	Abril 29	3
1563	Meta, Col.	June 3	3
1549	Meta, Col.	Junio 3	3
1577	Meta, Col.	Junio 3	2
1564	Meta, Col.	Junio 3	1
1551	Meta, Col.	Junio 3	1
1552	Meta, Col.	Junio 3	3
1572	Meta, Col.	Junio 3	3
1573	Meta, Col.	Junio 3	2
1566	Meta, Col.	Junio 3	3
1557	Meta, Col.	Julio 20	2
1568	Meta, Col.	Julio 20	4
1574	Meta, Col.	Julio 20	1
1553	Meta, Col.	Julio 20	4
1560	Meta, Col.	Julio 20	1
1561	Meta, Col.	Julio 20	1
1565	Meta, Col.	Julio 20	2
1559	Meta, Col.	Julio 20	1
1480	Vichada, Col.	Junio 3	2
1483	Vichada, Col.	Junio 3	3

<sup>1</sup> Evaluación por antracnosis: 0 = sin antracnosis; 1 = manchas pequeñas en hojas y/o tallos; 2 = manchas moderadas en hojas y/o tallos; 3 = manchas severas, defoliación; 4 = defoliación severa, muerte de las plantas.

(continúa)

Cuadro 26. (continuación)

CIAT No.	Origen	Fecha de siembra 1978	Evaluación preliminar de la antracnosis <sup>1</sup> octubre 11
1484	Vichada, Col.	Junio 3	0
1481	Vichada, Col.	Junio 3	3
1482	Vichada, Col.	Junio 16	0
1479	Vichada, Col.	Julio 8	3
1575	Vichada, Col.	Agosto 8	4
1478	Vichada, Col.	Agosto 8	4
1477	Cauca, Col.	Junio 3	0
1648	Cauca, Col.	Julio 20	1
1649	Cauca, Col.	Agosto 8	4
1580	Tolima, Col.	Julio 20	3
1539	Venezuela	Abril 29	1
1523	Venezuela	Junio 3	1
1503	Venezuela	Junio 3	3
1491	Venezuela	Junio 16	0
1533	Venezuela	Julio 20	1
1521	Venezuela	Julio 20	0
1531	Venezuela	Julio 20	0
1508	Venezuela	Julio 20	0
1507	Venezuela	Agosto 8	0
1500	Venezuela	Agosto 8	0
1498	Venezuela	Agosto 8	0
1335	Brasil	Junio 16	0
1678	Brasil	Julio 20	0
1633	Brasil	Julio 20	0
1741	Brasil	Julio 8	0
1604	Brasil	Agosto 8	0
1640	Brasil	Agosto 8	0
1681	Brasil	Agosto 8	0
1486	Panama	Abril 29	1
1600	Belice	Junio 3	1
1602	Belice	Julio 20	0
1609	Belice	Julio 20	1
1599	Belice	Julio 8	0
1598	Belice	Julio 8	0
1611	Belice	Julio 8	0
1585	Belice	Julio 8	0
1622	Belice	Agosto 8	0
1591	Belice	Agosto 8	0
1589	Guatemala	Julio 20	3
1948	Ecuador	Agosto 8	2

1 Evaluación por antracnosis: 0 = sin antracnosis; 1 = manchas pequeñas en hojas y/o tallos; 2 = manchas moderadas en hojas y/o tallos; 3 = manchas severas, defoliación; 4 = defoliación severa, muerte de las plantas.

establecidas de *Leucaena leucocephala* CIAT 734 fueron severamente afectadas por *C. leucaenae* en CIAT-Quilichao, en setiembre de 1978. Sobre el haz de las hojas afectadas aparecieron manchas de color marrón o parches cloróticos, en tanto que, sobre el envés de las hojas, el hongo esporuló profusamente en la forma de pústulas negras. Las hojas muy infectadas tomaron un color amarillo y hubo una defoliación considerable. Los períodos secos favorecieron la infección. Esta enfermedad que es potencialmente dañina, requerirá un estudio básico si *Leucaena* continúa siendo considerada como una planta leguminosa forrajera tropical promisoría para esta región.

### **Mancha Foliar Causada por Cercospora**

En CIAT-Quilichao y en Carimagua, la mayoría de las plantaciones de *Panicum maximum* fueron afectadas por la mancha foliar ocasionada por *Cercospora*. Las infestaciones fueron más severas en el ambiente más húmedo de Carimagua. Las manchas marrón-rojizas se agrandaron y coalescieron en las hojas de todas las edades, produciendo áreas extensivas de tejido necrótico. Se están iniciando estudios acerca del efecto de *Cercospora* sp. sobre el rendimiento de *P. maximum* y también evaluaciones de campo para encontrar materiales con resistencia a la enfermedad.

### **Roya**

Algunas accesiones de especies de *Macroptilium* y de *Vigna* fueron afectadas por la roya, *Uromyces appendiculatus*, en forma moderada o severa, bajo las condiciones de CIAT-Quilichao. En ambas superficies de las hojas se constató un desarrollo profuso de soros grandes, de color marrón-rojizo, los cuales contenían uredosporas. La planta forrajera *Macrop-*

*tilium* sp. CIAT 4050 fue severamente afectada; muchas de sus hojas tomaron una coloración amarilla y luego cayeron. Esta enfermedad requerirá mayores investigaciones si las especies *Macroptilium* y *Vigna* continúan siendo consideradas como plantas forrajeras promisorias en el futuro.

### **Oidio**

En CIAT-Quilichao, el oidio, causado por *Oidium* sp. fue observado en accesiones de especies de *Macroptilium* y *Vigna*. Varias plantas de *Macroptilium* sp. CIAT 4195 murieron. Sin embargo, hasta el momento, la incidencia de la enfermedad es baja.

### **Otros Hongos Potencialmente Importantes**

#### **Leguminosas**

El hongo *Alternaria alternata* ocasionó manchas moderadamente severas en hojas y tallos de *Zornia* sp. CIAT 9203; *Cercospora* spp. las causó en accesiones de *Centrosema*, *Galactia*, *Macroptilium* y *Vigna*; *Cercosporidium* sp. en varias accesiones de *Aeschynomene* y *Dreschlera* sp. en varias accesiones de *Zornia*. Otros hongos que fueron aislados de manchas foliares incluyeron *Curvularia* spp., *Dreschlera* spp., *Leptosphaerulina* spp., *Pestalotia* spp., *Phoma* spp., *Phomopsis* sp. y *Stemphylium* spp.

#### **Gramíneas**

Algunos hongos potencialmente patogénicos, aislados de manchas foliares en gramíneas, incluyeron *Alternaria* spp., *Curvularia* spp. y *Colletotrichum graminicola*. Las inflorescencias de *P. maximum* fueron esporádicamente afectadas por *Fusarium* spp. y un carbón (*Ustilago* sp.). Aún no se han identificado patógenos potenciales que ataquen a la planta forrajera *Andropogon gayanus* 621.

# ENTOMOLOGIA

El objetivo básico de la Sección de Entomología es desarrollar sistemas de manejo de plagas para los forrajes tropicales en el Area de Actuación del Programa de Ganado de Carne. Estos sistemas están diseñados para evitar o minimizar el uso de productos químicos para el control de plagas.

Los estudios realizados durante 1978 se concentraron en la biología, ecología y dinámica de población de las plagas insectiles conjuntamente con el desarrollo de un sistema de selección de plantas que tengan resistencia genética al barrenador del tallo. Además, se identificaron y evaluaron algunos agentes de control biológico y prácticas de manejo animal y de forraje, como componentes de los sistemas de control integrado.

## Estudios Sobre Ciclos de Vida

### El Barrenador del Tallo

El barrenador del tallo, tentativamente identificado como *Zaratha* sp. en el Informe del CIAT de 1977, fue reclasificado este año por D.R. Davis, del Beltsville Agricultural Research Center, USDA, como *Caloptilia* sp. Este insecto ataca las especies de *Stylosanthes* en las tres principales localidades de investigación del Programa de Ganado de Carne: en los Llanos Orientales de Colombia, en el Valle del Cauca de Colombia y en el Cerrado de Brasil. La hembra oviposita en el tallo de las plantas; los huevos son de color rojo, alargados, con una longitud de aproximadamente 0.42 mm y con una superficie rugosa. El período de incubación es de aproximadamente 11 días, a 25°-30°C. Las larvas recién emergidas tienen una longitud de aproximadamente 0.6 mm; son de color blanco cremoso, con una placa anal bien diferenciada. Las

larvas penetran el tallo y continúan su desarrollo hasta alcanzar una longitud aproximada de 7.5 mm. El estado larval tiene una duración promedio de 58 días. El estado de pupa ocurre dentro del tallo y el adulto emerge 18 días después. El adulto del barrenador del tallo es un microlepidóptero de color gris marrón, con una longitud de 5 mm y presenta antenas filiformes muy largas. La Figura 34 ilustra el ciclo de vida del barrenador del tallo.

### El Perforador de Botones

La información obtenida sobre la biología del perforador de botones de *Stylosanthes*, *Stegasta bosqueella* Chambers, se obtuvo bajo condiciones de campo en siembras de *S. capitata* 1019. Las hembras ovipositan sus huevos en los tricomas de las bracteadas externas de las inflorescencias. Los huevos son alargados, de color blanco cremoso y de superficie rugosa. El período de incubación es de aproximadamente 5 días. Al momento de la eclosión, las larvas son de color amarillo cremoso, con un protorax y mesotorax de color oscuro rojizo y con una longitud de 0.5 mm. El último estado larval tiene una longitud de 6 mm y toma una coloración rosada. El período larval tiene una duración de aproximadamente 18 días y el estado de pupa, 9 días. Bajo condiciones de campo, el perforador de botones se alimenta en las ramas terminales, antes de que la planta inicie su floración. La Figura 35 ilustra el ciclo de vida del perforador de botones.

## Control Biológico

### Parasitismo de las Larvas

Las poblaciones de larvas del barrenador del tallo son parasitadas por

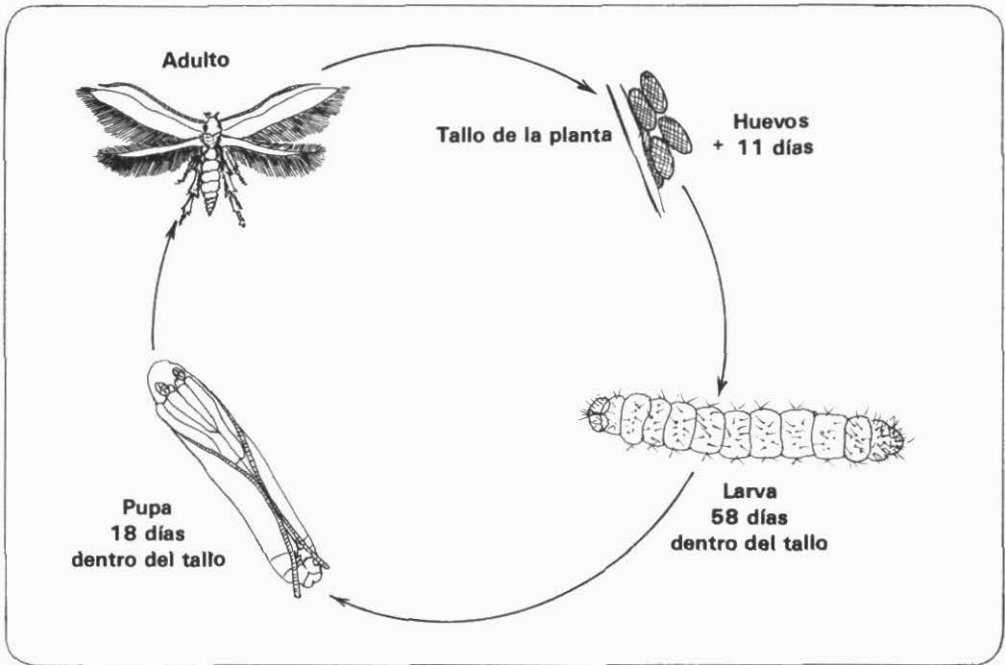


Figura 34. Ciclo de vida del barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) que ataca plantas de *Stylosanthes*.

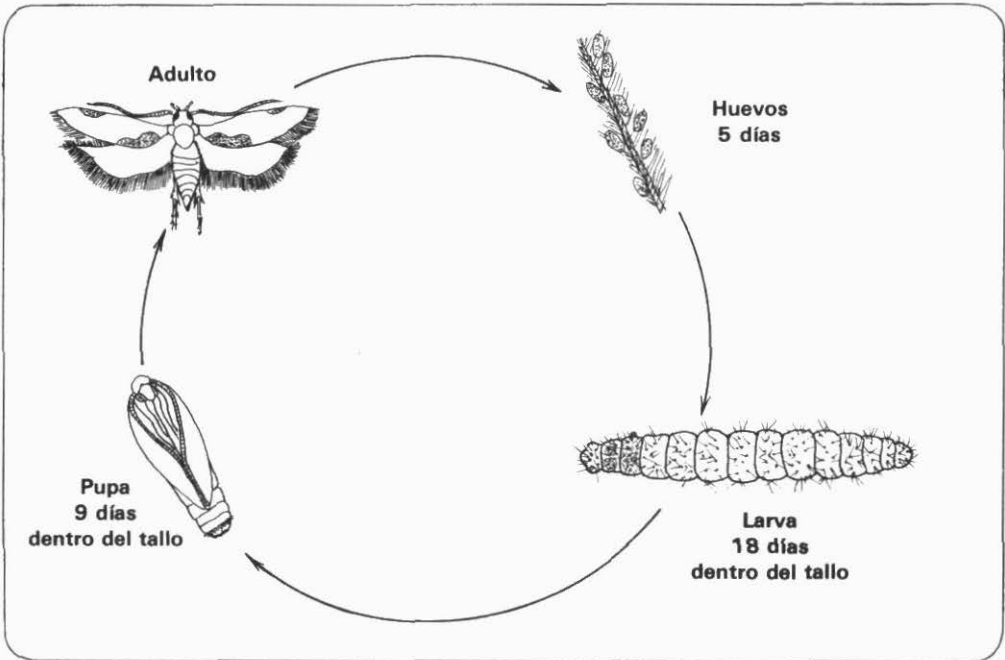


Figura 35. Ciclo de vida del perforador de botones, *Stegasta bosqueella* (Chambers), que ataca plantas de *Stylosanthes*.

avispas identificadas como *Anastatus* sp. (Hymenoptera:Eupelimidae) y *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) (ambas determinadas por Paul M. Marsh, del Beltsville Agricultural Research Center). Aunque ambas especies pueden parasitar al barrenador del tallo bajo condiciones naturales, aparentemente *Anastatus* sp. (Figura 36) es más específica que *Bracon* sp. (Figura 37). Ambas especies ovipositan en la larva del barrenador del tallo dentro de la cual se desarrolla la larva parásita.

Se harán más estudios para determinar la eficiencia y la respuesta funcional y numérica de estos parásitos como componentes potenciales de un sistema de control integrado. *Bracon* sp. se encuentra en CIAT-Quilichao y Carimagua, pero *Anastatus* sólo se ha encontrado en El Limonar, cerca de CIAT-Quilichao, en donde hay poblaciones establecidas. En CIAT-Quilichao, la infestación del barrenador del tallo es actualmente muy baja.

#### Patógenos del Barrenador del Tallo

Se encontró un hongo que afecta a la larva del barrenador del tallo, en el campo, en CIAT-Quilichao. El hongo es

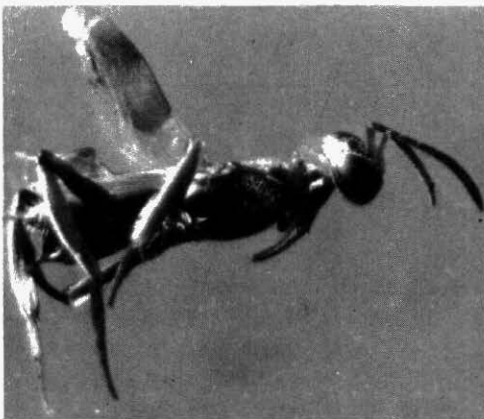


Figura 36. *Anastatus* sp. (Hymenoptera; familia: Eupelimidae), parásito del barrenador del tallo.

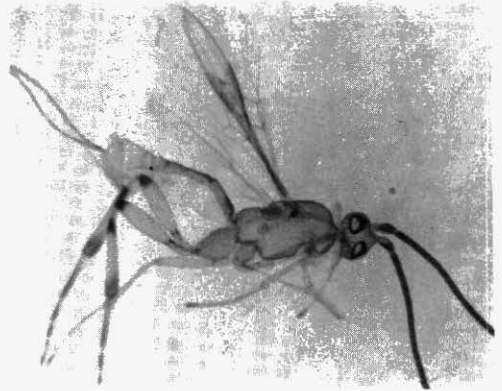


Figura 37. *Bracon* sp. (Hymenoptera; familia: Braconidae), parásito del barrenador del tallo.

probablemente *Spicaria*; se continuarán los estudios sobre su influencia en el barrenador del tallo.

#### Parasitismo del Perforador de Botones

Se han encontrado tres parásitos diferentes atacando larvas del perforador de botones: *Bracon* sp. (el mismo parásito del barrenador del tallo); *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Orgilus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) (Figuras 38 y 39).

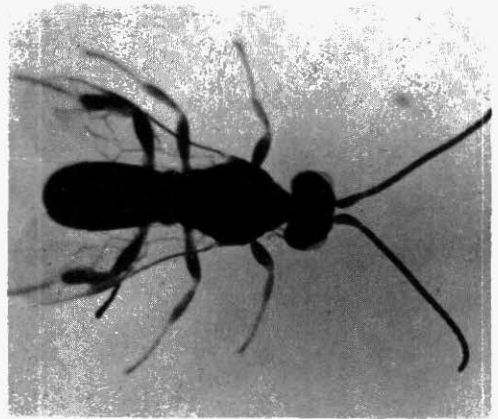


Figura 38. *Chelonus* sp., parásito del perforador de botones (Hymenoptera; familia: Braconidae).

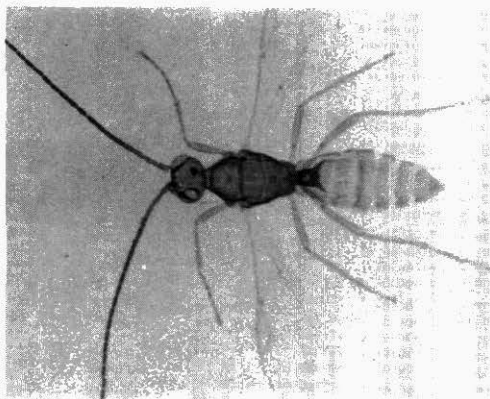


Figura 39. *Orgilus* sp., parásito del perforador de botones (Hymenoptera; familia: Braconidae).

## Resistencia de la Planta Hospedante

### Sistema de "Tamizado" para Selección

Como el barrenador del tallo es la plaga más importante que afecta las accesiones de *Stylosanthes*, se ha hecho énfasis en el desarrollo de un sistema de tamizado de selección para evaluar, lo más rápidamente posible, el germoplasma de forrajes del CIAT por su tolerancia o resistencia. El sistema incluye tres pasos:

1) *Tamizado en el campo*: En 1978 se hicieron evaluaciones utilizando germoplasma sembrado en CIAT-Quilichao, Carimagua y cualquier otra localidad en donde otras secciones del Programa de Ganado de Carne tengan material sembrado. Cuando ocurren brotes naturales, se obtiene información sobre la longitud de las perforaciones, tamaño y número de larvas y fenología de las plantas.

2) *Prueba de preferencia de oviposición*. Para hacer esta prueba, se diseñaron jaulas en las cuales se colocan al azar plantas de *Stylosanthes*. El material se infesta con machos y hembras de *Calop-*

*tilia* sp. Las plantas permanecen en las jaulas durante 3 ó 4 días, tiempo después del cual se sacan y se reemplazan por otras, las cuales se vuelven a infestar con nuevos grupos de machos y hembras. Las evaluaciones de la oviposición se hacen registrando el número de huevos encontrados por ecotipo de planta en evaluación.

3) *Prueba de preferencia para la alimentación*. Se colocan tallos de varias accesiones promisorias de *Stylosanthes* en platos de Petri infestados con larvas del barrenador del tallo, dando oportunidad a las larvas para infestar y penetrar el ecotipo preferido.

## Dinámica de Población

Se inició un estudio para identificar los órdenes, familias y especies de insectos que se encuentran con mayor frecuencia en los diferentes ecotipos de leguminosas y gramíneas y para enriquecer el conocimiento en lo que respecta a los flujos y preferencias de las poblaciones de insectos. Se formó una colección y se desarrolló un catálogo de los principales insectos encontrados en gramíneas y leguminosas. Se registraron altas poblaciones, durante el primer año de observaciones; hay especies de Homóptera que parecen ser plagas potenciales, tanto en CIAT-Quilichao (Figura 40), como en Carimagua. La Figura 40 muestra que los órdenes de insectos presentan una distribución más pareja en *Andropogon gayanus* que en otras especies. Muchos de estos insectos son benéficos (Hymenoptera, Diptera incluyendo insectos polinizadores, algunos Hemiptera y Coleoptera).

## Caracterización de los Efectos de Ataques de Antracnosis/ Barrenador del Tallo

Con el fin de comprender y diferenciar los efectos de la antracnosis y del

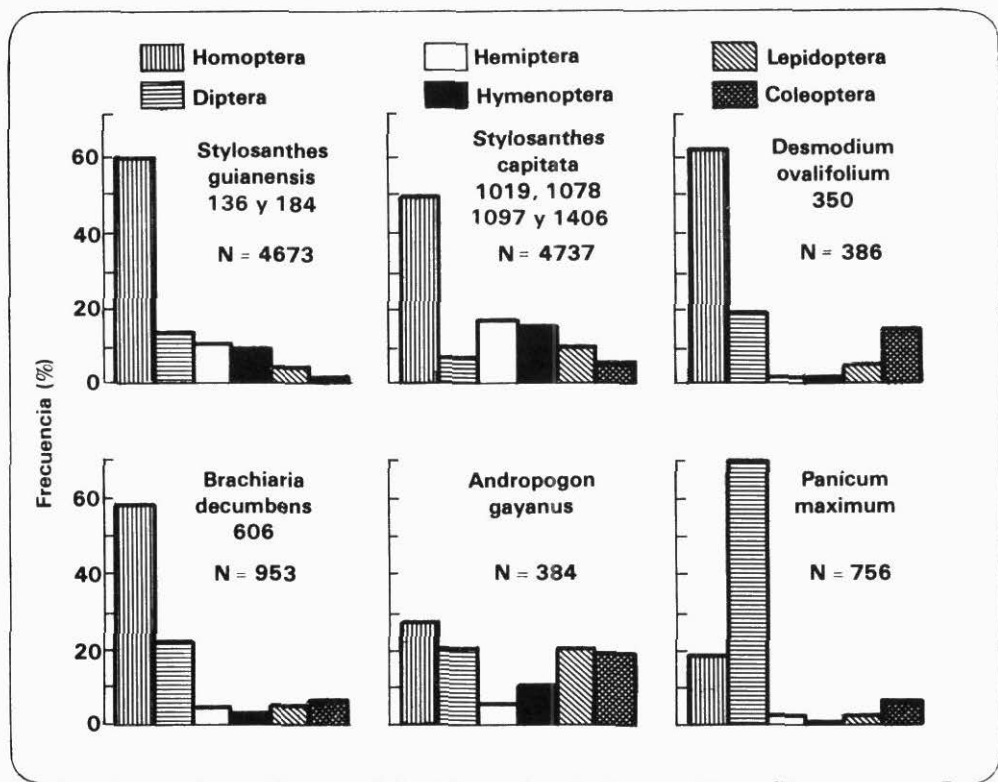


Figura 40. Frecuencia de la aparición de diferentes órdenes insectiles en algunas leguminosas y gramíneas, en muestras tomadas en CIAT-Quilichao (1978), (N = número de insectos observados.)

barrenador del tallo en siembras de *Stylosanthes guianensis* 136, se diseñó un experimento con tratamientos fungicidas (benomil), insecticidas (carbofuran) o fungicidas/insecticidas. El experimento se

localizó en Carimagua, en lotes establecidos con *S. guianensis*. Los datos de 1 año de observaciones (Cuadro 27) mostraron que: 1) la menor producción de forrajes se debió a los ataques de la

Cuadro 27.

Efecto de los tratamientos con fungicida, insecticida y fungicida/insecticida sobre la incidencia de la antracnosis y las infestaciones del barrenador del tallo, y en los rendimientos de praderas de *Stylosanthes guianensis* 136, en Carimagua, durante 1978.

Parámetro	Tratamientos <sup>1</sup>				
	Testigo	Insecticida	Fungicida	Insecticida/ fungicida	Pastoreado
Infestación por barrenador del tallo (%)	8.0	5.25	7.75	4.50	3.25
Defoliación (%)	53.67	51.74	43.41	44.11	54.85
Materia fresca <sup>2</sup> (kg/ha)	2041	2100	3740	3780	-
Materia seca <sup>2</sup> (kg/ha)	660	667	1180	1172	-

<sup>1</sup> Insecticida: carbofuran; fungicida: benomil

<sup>2</sup> Para el primer corte, en agosto, 1978.



antracnosis y no a las infestaciones del barrenador del tallo; 2) la defoliación fue mayor en tratamientos que no recibieron fungicidas; 3) los tratamientos que recibieron el fungicida dieron la producción de forraje más alta. El porcentaje de infestación del barrenador del tallo, durante el año, fue baja y el nivel de infestación fue de menos de una larva por planta. Con base en estos resultados preliminares, el barrenador del tallo no se puede considerar como un factor limitante en la producción de forrajes, por lo menos, durante el año de establecimiento de las praderas. Este experimento se continuará durante 2 años más.

## Evaluaciones de Campo

Durante 1978, se llevaron registros continuos de los niveles de infestación del

barrenador del tallo en Carimagua. Se evaluaron parcelas de campo de accesiones de *Stylosanthes* sembradas solas o bien, en asociación con gramíneas, con o sin pastoreo.

Comparando *S. capitata* 1019 y *S. capitata* 1078, en asociación con *Brachiaria decumbens* y *A. gayanus*, con y sin pastoreo, la accesión 1019 mostró menos infestación que 1078, en ambas situaciones (Figura 41). También, se evaluaron 11 ecotipos en asociación con gramíneas bajo pastoreo. Los resultados mostraron alguna variabilidad en la infestación entre los ecotipos. *S. capitata* 1019 presentó el porcentaje más bajo de infestación, en tanto que *S. capitata* 1078 mostró el más ancho (Figura 42). Sin embargo, los niveles de infestación (número de larvas por planta) fueron bajos

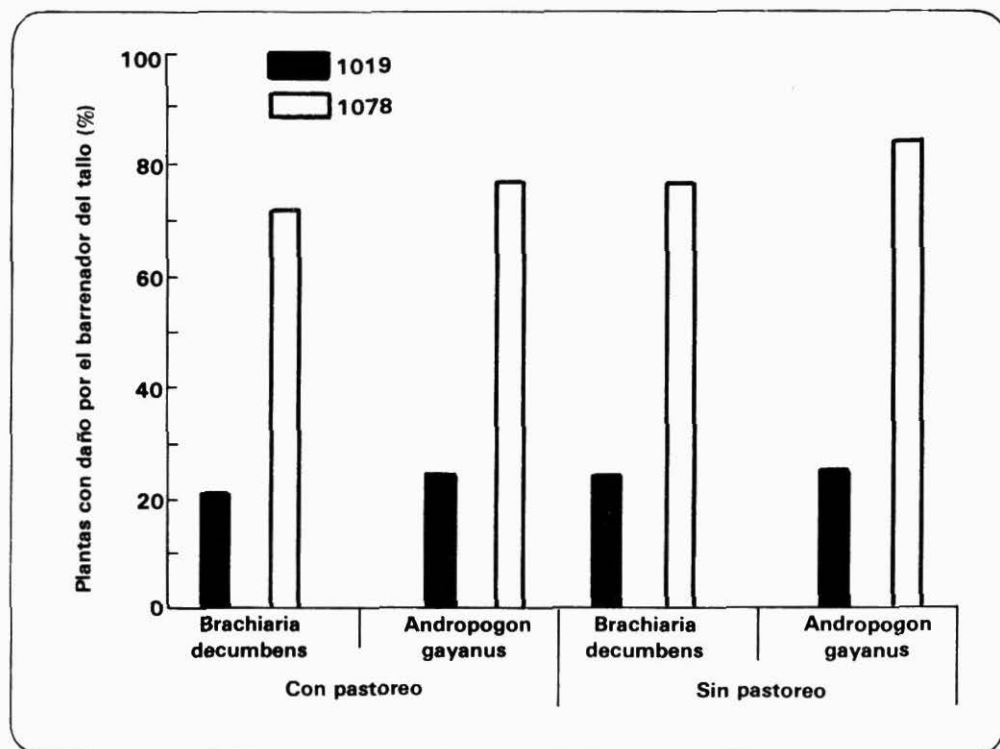


Figura 41. Porcentaje de infestación del barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) en dos ecotipos de *Stylosanthes capitata* en asociación con dos gramíneas, con y sin pastoreo, en Carimagua (1978).

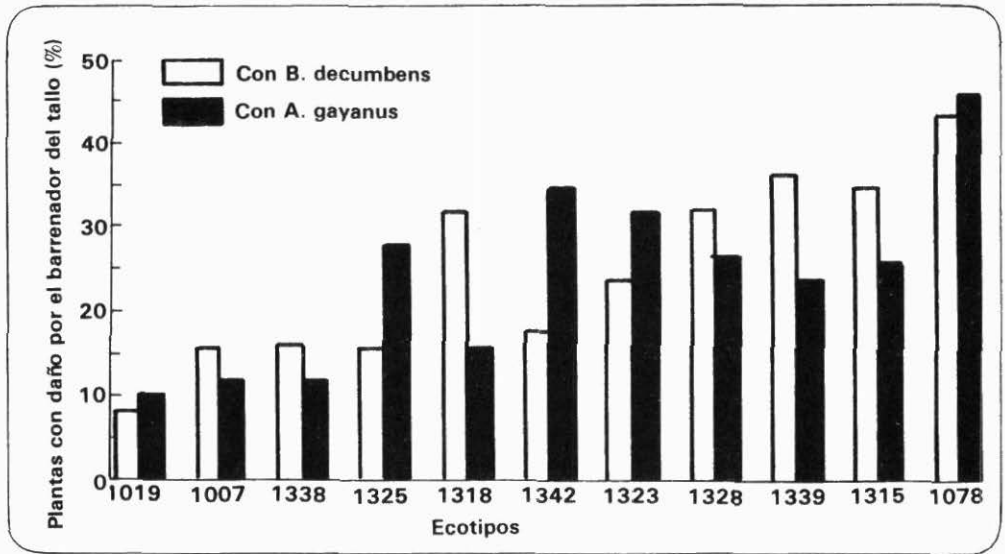


Figura 42. Porcentajes de infestación por el barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) encontrado en algunos ecotipos de *Stylosanthes capitata* en asociación con gramíneas bajo pastoreo, en Carimagua (1978).

en todos los casos, excepto en 1078, en el cual presentó más de una larva por planta (Figura 43). En siembras puras de *Stylosanthes* sin pastoreo, *S. capitata* 1097 y *S. guianensis* 1200 mostraron los mayores porcentajes y niveles de infestación (Figura 44).

### Bases para la Resistencia de la Planta Hospedante

Como resultado de las evaluaciones de campo se han identificado algunos ecotipos de *S. capitata*, los cuales han mostrado consistentemente poco daño

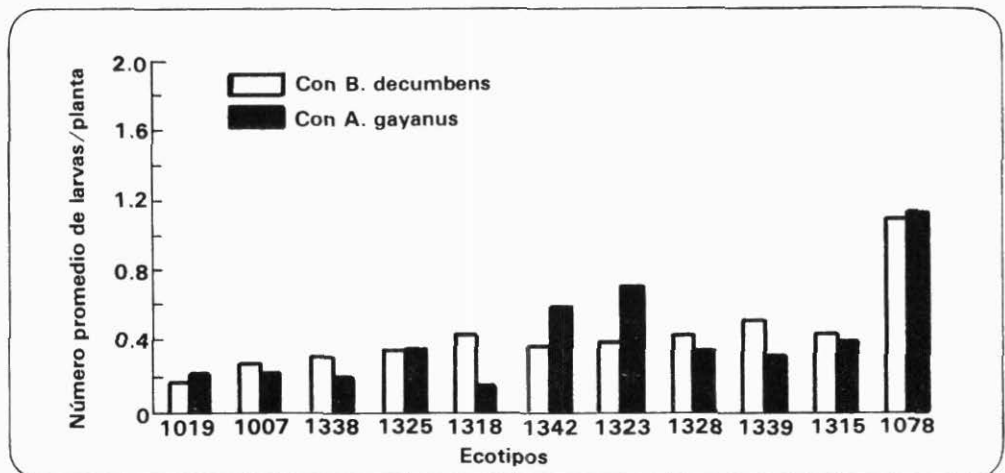


Figura 43. Número de larvas del barrenador del tallo (*Caloptilia* sp.) encontrado en algunos ecotipos de *Stylosanthes capitata* en asociación con gramíneas bajo pastoreo, en Carimagua (1978).

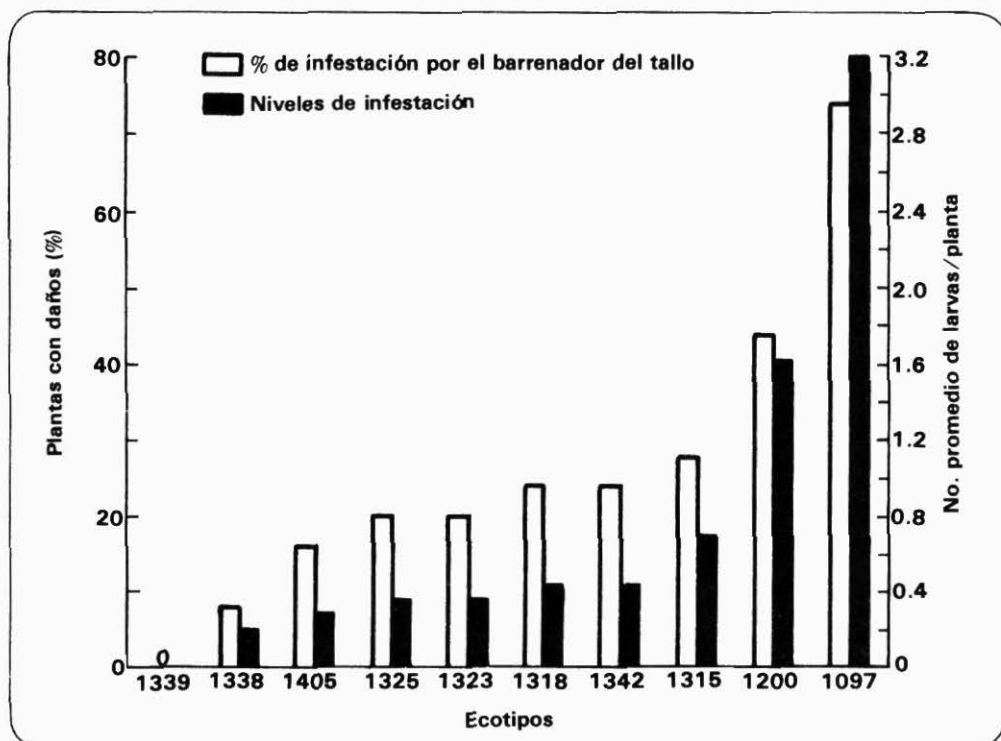


Figura 44. Porcentajes de plantas con daño y número de larvas del barrenador del tallo, en ecotipos de *Stylosanthes* en siembras puras, sin presión de pastoreo, en Carimagua (1978).

como consecuencia del barrenador del tallo; entre estos ecotipos están las accesiones 1019, 1405, 1342, 1339, 1338 y 1325.

La mayoría de los Lepidópteros, al alcanzar el estado adulto, buscan fuentes de alimento en néctares y mieles; con frecuencia, se encuentran insectos visitando plantas que proporcionan estos alimentos. Es posible que las hembras de los barrenadores del tallo sean atraídas por accesiones de *Stylosanthes* que presenten características morfológicas del tallo con tricomas glandulares que secreten estas sustancias por las puntas. Generalmente, estas secreciones contienen azúcares que actúan como atrayentes de insectos y frecuentemente, sirven como estímulo para la oviposición. Esta característica morfológica de la planta se podría utilizar

como herramienta para la selección de accesiones resistentes o tolerantes al ataque del barrenador del tallo.

Mediante el cruzamiento de tipos pilosos con tipos glabros puede ser posible obtener plantas con una calidad de producción de forraje deseable, las cuales también presenten este factor morfológico de resistencia al barrenador del tallo.

En las investigaciones preliminares se ha observado que el barrenador del tallo prefiere accesiones con tricomas glandulares (*S. guianensis* 136 y *S. capitata* 1097 y 1078) en tanto que *S. guianensis* 184 y *S. capitata* 1019 y 1405, las cuales no tienen tricomas glandulares, han presentado el menor daño por el barrenador del tallo (Figura 45).

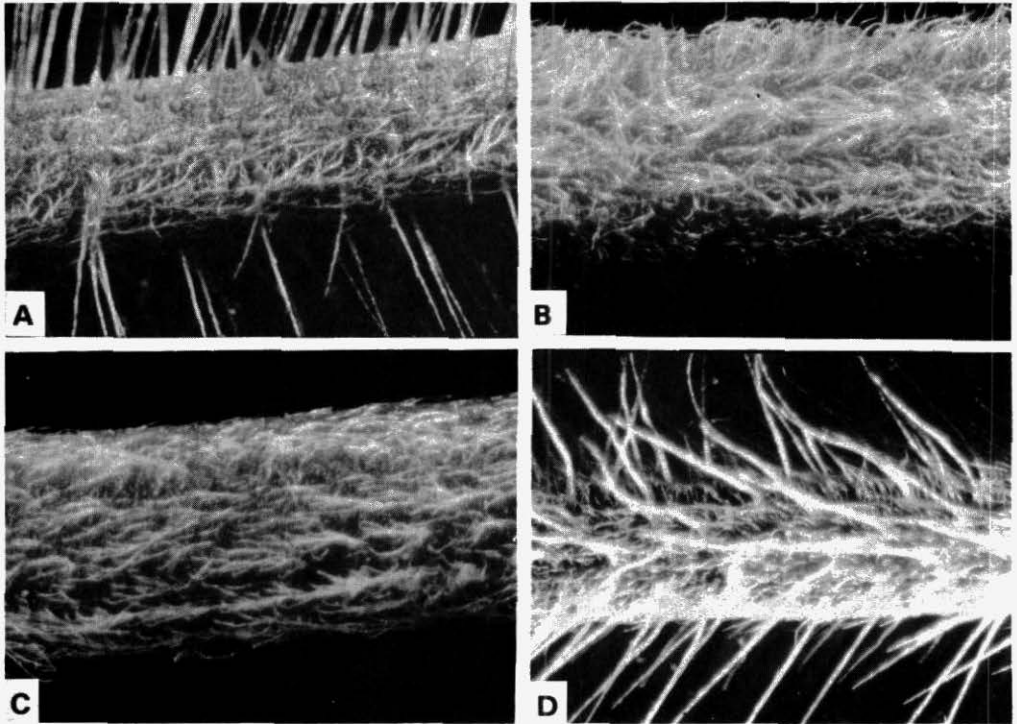


Figura 45. Cuatro ecotipos de *Stylosanthes* con diferentes estructuras de tricomas: (A) *S. guianensis* 136 con tricomas glandulares; (B) *S. guianensis* 184 con tricomas sin glándulas; (C) *S. capitata* 1019 con tricomas sin glándulas; y (D) *S. capitata* 1078 con tricomas glandulares.

Con base en estos resultados se han iniciado análisis químicos de los contenidos totales de carbohidratos y proteínas de los dos tipos de planta para

identificar mejor las causas de la resistencia o tolerancia al daño por el barrenador del tallo.

## MICROBIOLOGIA DE SUELOS

El objetivo de la Sección de Microbiología de Suelos es maximizar los beneficios de la fijación biológica del nitrógeno en forrajes adaptados a los suelos ácidos e infértiles del trópico de América Latina. Se ha hecho énfasis en la simbiosis leguminosa/*Rhizobium*. La estrategia de la investigación consiste en: 1) mantener y aumentar la fuente de germoplasma de *Rhizobium* del CIAT; 2) evaluar el potencial de fijación simbiótica del nitrógeno de cepas de *Rhizobium* con leguminosas adaptadas; y 3) probar el potencial simbiótico de cepas selec-

cionadas en diferentes localidades a nivel de campo, inicialmente en CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia y posteriormente, en pruebas regionales distribuidas por toda el Area de Actuación del Programa de Ganado de Carne.

### Colección de *Rhizobium*

En 1978, el número de cepas compatibles con forrajes tropicales en la colección de *Rhizobium* del CIAT se duplicó hasta completar un total de 2043 cepas, lo cual se logró básicamente por las donaciones

hechas por algunos colaboradores en especial, R.A. Date, del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO, (Brisbane, Australia) y por medio de los viajes de colección al oriente de Venezuela (CSIRO/CIAT), Ecuador (CSIRO/-CIAT) y nororiente de Brasil (EMBRAPA/CSIRO/CIAT). Se publicó la segunda edición del catálogo de cepas de *Rhizobium* para leguminosas forrajeras.

Las investigaciones sobre la metodología de colección indicó que, aunque el gel sílica y el  $\text{CaCl}_2$  no difieren significativamente en la tasa de desecación de nódulos en envases de almacenamiento, cuando se usa  $\text{CaCl}_2$  es mayor la viabilidad de los rizobios en los nódulos almacenados y se reduce el nivel de organismos contaminantes en las placas primarias de aislamiento.

Ahora se sabe que un factor clave en fracasos pasados, al tratar de aislar *Rhizobium* de nódulos de plantas (especialmente de *Stylosanthes* spp.) que crecen en suelos ácidos, era el de que muchas cepas tienen un requerimiento ácido para su crecimiento y no pueden crecer en un medio neutro (pH 7) utilizado para el aislamiento.

Esto implica que la búsqueda de *Rhizobium* adaptado a un medio ácido, en las colecciones existentes de cepas originalmente aisladas en medios no ácidos, tal vez no sea la manera más válida y provechosa de hacerlo.

Se han ampliado las actividades de colección utilizando medios ácidos para aislar y mantener los cultivos.

## Selección de Cepas

Las cepas de *Rhizobium* compatibles con leguminosas forrajeras, las cuales son

nominadas como promisorias por el Comité de Germoplasma del Programa de Ganado de Carne, continúan siendo seleccionadas mediante el programa de cinco etapas descrito en el Informe Anual del CIAT, 1977. Se hizo un cambio en la metodología: el suelo que se utiliza en los materos de las pruebas de la Etapa III, no se esteriliza.

### Etapa I (Cultivos en Tubos Asépticos)

*Stylosanthes capitata*. Se evaluaron 43 cepas de *Rhizobium* en dos genotipos de *S. capitata* (CIAT 1019 y 1078). Estas cepas habían sido aisladas de nódulos radicales de especies de *Stylosanthes* cultivadas en varios tipos de suelos. Ninguna de las combinaciones de cepas/genotipos hospedantes nodularon en estos ensayos. Sin embargo, al acidificar el medio de enraizamiento (agar) a pH 4.9, un total de 15 cepas produjo nodulación en *S. capitata* 1019. Se concluye que *S. capitata* requiere un medio ácido para su nodulación. *S. capitata* muestra mayor especificidad en sus requerimientos de cepas de *S. guianensis* CIAT 136, *S. hamata* PI 40264A y *S. hamata* PI 38842, cada una de las cuales noduló con todas las 43 cepas.

*Zornia* spp. Entre 15 cepas de *Rhizobium* evaluadas con *Zornia* sp. CIAT 728, 8 formaron nódulos bajo las condiciones del ensayo.

*Macroptilium* sp. CIAT 535. Sólo la mitad de las cepas de *Rhizobium* evaluadas con este hospedante formaron nódulos, lo cual indica un grado mucho mayor de especificidad en sus requerimientos de cepas que *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro.

**Etapa II**  
**(Cultivo en Arena con una Solución**  
**Nutritiva, de pH 7)**

*Desmodium ovalifolium* CIAT 350. En la Figura 46 se presenta, en orden ascendente, el potencial de fijación de nitrógeno de 39 cepas de *Rhizobium*. El mejor aislamiento no hecho por el CIAT ocupó el vigésimo sexto lugar en efectividad. La variación en la efectividad de las cepas se puede atribuir principalmente a diferencias en la masa de nódulos formados (Figura 47) en vez de la tasa de actividad de los nódulos (actividad específica de nódulos).

*Stylosanthes capitata* CIAT 1019. El resultado de este experimento (Figura 48A) indicó que el medio utilizado rutinariamente en esta etapa no satisfacía los requerimientos para el crecimiento de la planta. CIAT 71, una cepa conocida por su efectividad con *S. capitata*, fue inefectiva. Los trabajos continúan para desarrollar una solución nutritiva adecuada para el cultivo de *S. capitata* en arena.

*Macroptilium* sp. CIAT 535. La cepa de amplio espectro CB 756 fue moderadamente efectiva con este hospedante (Figura 48B). Las cepas CIAT 320, 420 y 318 fueron más efectivas.

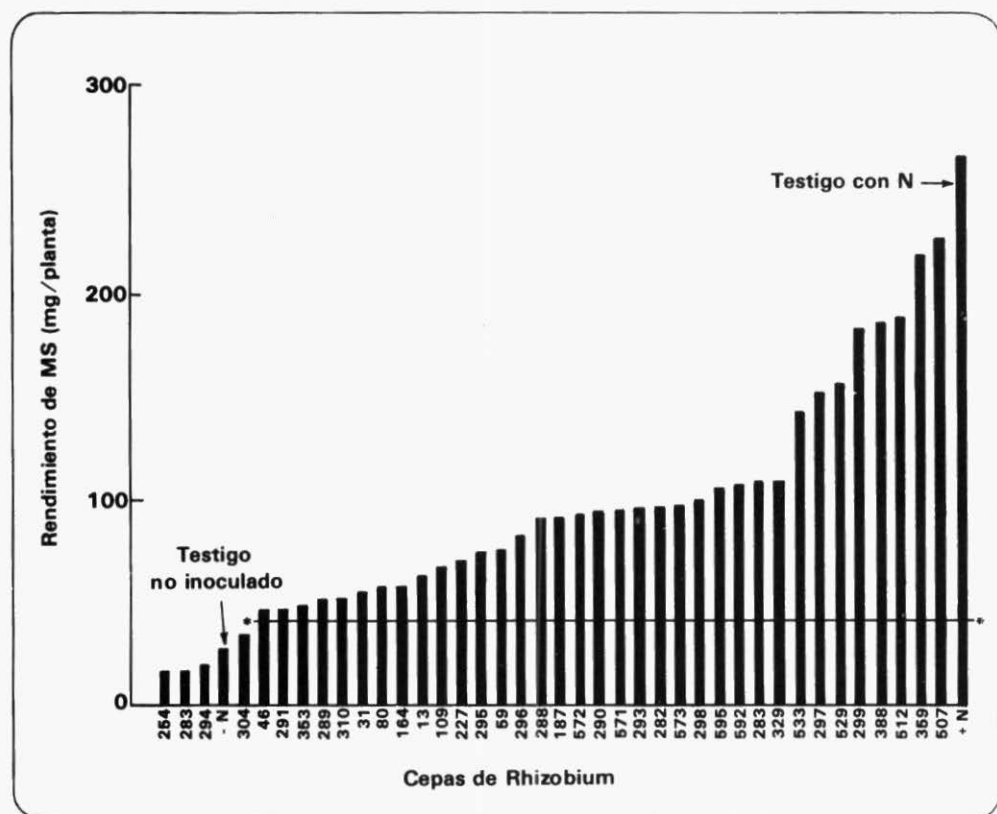


Figura 46. Selección de cepas de *Rhizobium* para *Desmodium ovalifolium* 350 (durante la Etapa II). (\* = límite de confianza superior (95%) en comparación con la media del testigo no inoculado.)

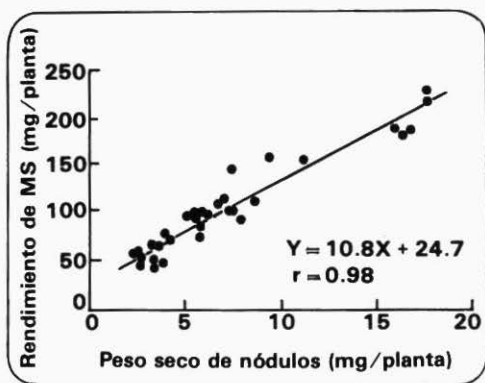


Figura 47. Correlación entre la masa de nódulos y la producción de materia seca por *Desmodium ovalifolium* 350, en asociaciones simbióticas con 35 cepas de *Rhizobium*.

### Etapa III (Cultivo en Materos con Suelo de la Localidad)

*Stylosanthes capitata* CIAT 1019. Las plantas inoculadas con la mejor cepa en este ensayo dieron el doble de rendimiento de materia seca obtenido con las plantas testigo, sin inoculación (Figura 49A). La cepa CIAT 71, la cual hasta el momento se ha recomendado para *S. capitata* con base en su alta efectividad con *S. guianensis* y compatibilidad genética con *S. capitata*, se confirmó como un simbiote altamente efectivo en la fijación de nitrógeno para este hospedante y en consecuencia, su atractivo como cepa inoculante de amplio

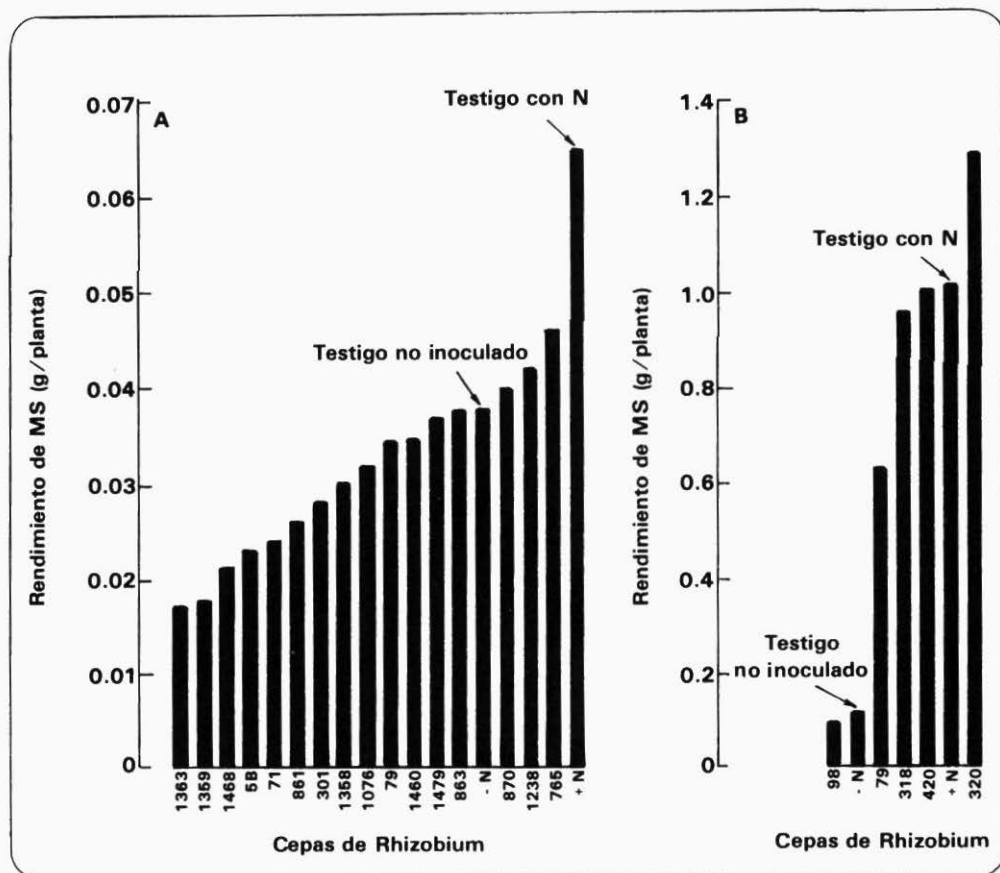


Figura 48. Selección de cepas de *Rhizobium* para (A) *Stylosanthes capitata* 1019 y (B) *Macroptilium* sp. 535, durante la Etapa II.

espectro para los suelos ácidos, ha aumentado. Se comprobó que CB 756, una cepa frecuentemente utilizada para inocular *Stylosanthes*, no es efectiva con esta accesión de *S. capitata*.

*Zornia* sp. CIAT 728. La cepa CIAT 71, originalmente aislada de nódulos de *Stylosanthes*, probó ser una de las cepas más efectivas en este género taxonómicamente relacionado (Figura 49B). La cepa CIAT 103, la cual se había recomendado anteriormente para *Zornia* (ya que se había aislado de *Zornia*) es sólo moderadamente efectiva con esta accesión.

*Desmodium distortum* CIAT 335. Sólo 3 de 12 cepas de *Rhizobium* que fueron altamente efectivas en la fijación de nitrógeno en recipientes con arena, fueron capaces de nodular y fijar nitrógeno bajo las condiciones de los suelos ácidos (Figura 49C).

*Centrosema híbrido brasilianum x virginianum* CIAT 438. El orden de efectividad en la fijación de nitrógeno, de las diez mejores cepas en la Etapa II (Informe Anual del CIAT, 1977), difiere del orden de efectividad bajo óptimas condiciones de crecimiento de las plantas cuando se mide en suelos ácidos, en la presencia de cepas nativas de *Rhizobium*, las cuales ejercen competencia (Figura 50A). La mejor cepa bajo condiciones ácidas, en suelo de la localidad, ocupó el octavo lugar en efectividad en recipientes con arena. También, varias cepas que fueron efectivas en los recipientes con arena no fijaron nitrógeno en suelos ácidos. Un hecho particularmente sorprendente fue que la cepa CIAT 324, que había ocupado la posición 49 entre 50 cepas en los recipientes con arena, dio el segundo rendimiento más alto en el ensayo de la Etapa III.

*Desmodium heterophyllum* CIAT 349. Sólo 1 de 10 cepas de *Rhizobium* que fueron totalmente efectivas en la fijación de nitrógeno en la Etapa II, fue totalmente efectiva en la fijación de nitrógeno bajo las condiciones de suelo ácido (Figura 50B).

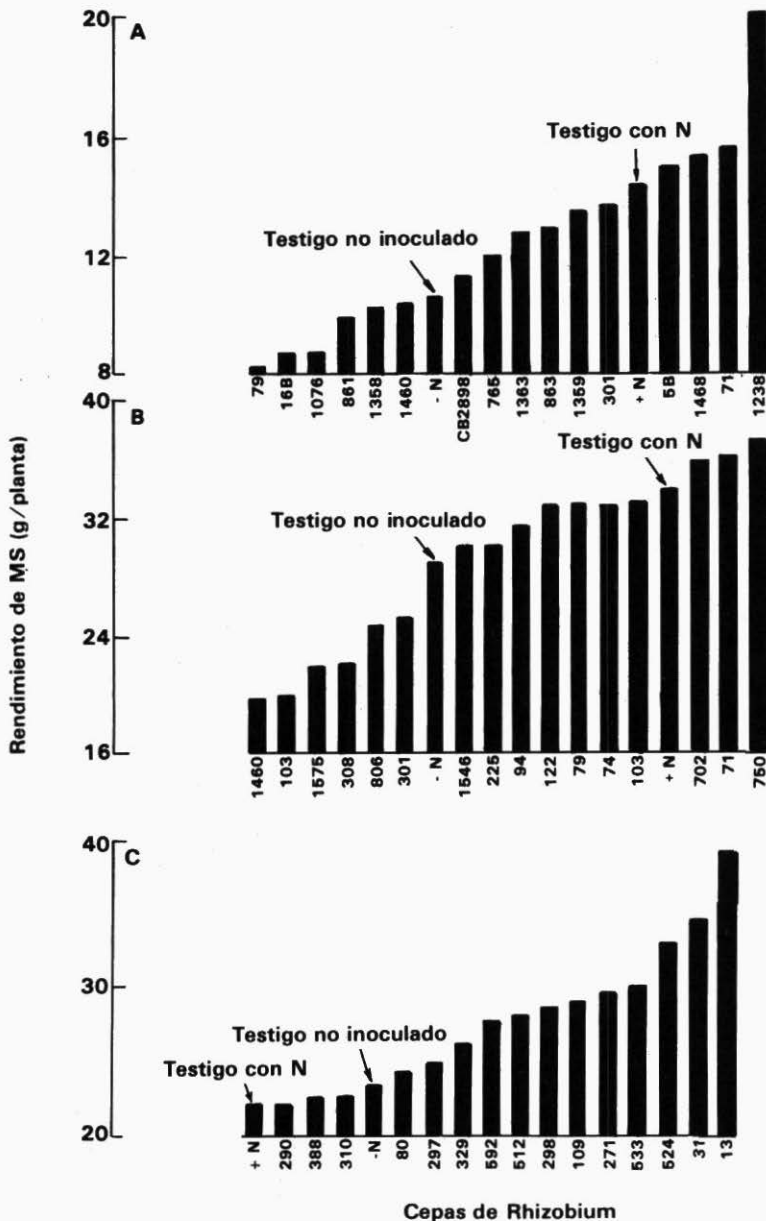
Los resultados de la Etapa III hacen énfasis en el importante papel modificador que el suelo puede jugar en la simbiosis leguminosa/*Rhizobium* e indican que se debe tener cuidado de no depender demasiado en la prueba estandar de recipientes con arena para seleccionar cepas de *Rhizobium* para los suelos ácidos.

#### **Etapa IV (Ensayos de Campo)**

CIAT-Quilichao. El Cuadro 28 presenta un resumen de los datos obtenidos en los ensayos de campo con *Desmodium ovalifolium* 350, *S. guianensis* 136, *Centrosema* híbrido *brasilianum x virginianum* 438, *Galactia striata* 964, *D. distortum* 335, *Macroptilium* sp. 535, *D. heterophyllum* 349, *S. capitata* 1019, *S. capitata* 1078 y *Pueraria phaseoloides* 9900.

Carimagua. El Cuadro 29 presenta un resumen de los resultados de las pruebas de campo con *D. ovalifolium* 350, *S. capitata* 1019, *S. capitata* 1078 y *Macroptilium* sp. 535. El experimento con *Macroptilium* se ha dado por concluido debido a la falta de adaptación de la planta hospedante a las condiciones edáficas, climáticas y de insectos/enfermedades presentes en la región. En lo que respecta a *S. capitata*, las accesiones 1019 y 1078 no lograron sobrevivir para el segundo año, bajo condiciones de parcelas pequeñas con siembras puras. Los ácaros eliminaron virtualmente las plantas adultas de la accesión 1019 y el barrenador del tallo redujo la población de plantas maduras de 1078 a prácticamente cero. Estos





**Figura 49.** Selección de cepas de *Rhizobium* en la Etapa III para (A) *Stylosanthes capitata* 1019; (B) *Zornia* sp. 728; y (C) *Desmodium distortum* 335.

resultados no son consistentes con el comportamiento observado para estas accesiones en parcelas mixtas con gramíneas. Se pueden obtener datos útiles

sobre la persistencia de cepas introducidas en estos suelos y su habilidad para nodular nuevas plántulas, pero no es posible estudiar la respuesta a la inoculación

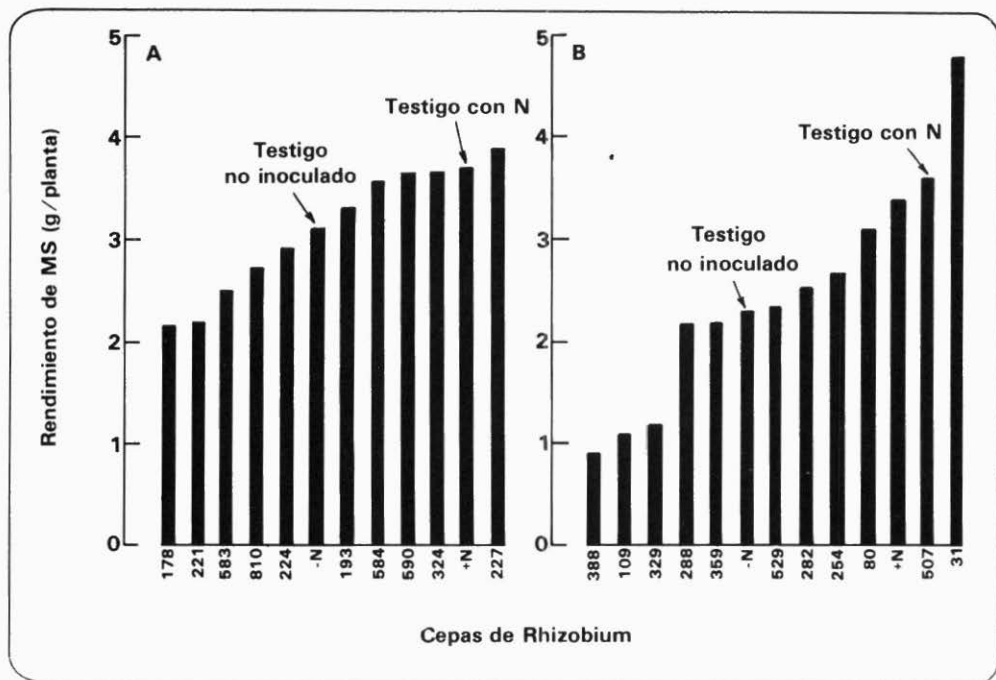


Figura 50. Selección de cepas de *Rhizobium* en la Etapa III para (A) el *Centrosema* híbrido 438 y (B) *Desmodium heterophyllum* 349.

Cuadro 28.

**Resumen de los resultados obtenidos en ensayos de campo, con cepas de *Rhizobium*, y tecnologías de inoculación, en CIAT-Quilichao.**

Especies y número de accesión	Mejor tratamiento <sup>1</sup>	Respuesta a la inoculación (como % del testigo no inoculado)			
		1er corte <sup>2</sup>	2do corte	3er corte	4to corte
<i>Stylosantes guianensis</i> 136	CIAT 79 recub. cal	52.5	28.3	43.3	14.8
<i>Centrosema</i> híbrido 438	CIAT 590 recub. cal	17.4	0	5.1	- <sup>4</sup>
<i>Galactia striata</i> 964	CIAT 378 recub. RF <sup>3</sup>	19.7	0	0	0
<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	CIAT 299 recub. cal	101.0	35.6	-	-
<i>Desmodium distortum</i> 335	CIAT 299 sin recub.	34.1	20.3	3.2	-
<i>Macroptilium</i> sp. 535	CIAT 319 recub. cal	70.9	-	-	-
<i>Desmodium heterophyllum</i> 349	CIAT 80 recub. RF	48.8	-	-	-
<i>Pueraria phaseoloides</i> 9900	CIAT 79 recub. RF	61.1	3.3	-	-
<i>Stylosanthes capitata</i> 1019	CIAT 71 recub. RF	0	-	-	-
<i>Stylosanthes capitata</i> 1078	CIAT 71 recub. RF	12.5	-	-	-

1 Ensayo estandar de campo, con tres cepas seleccionadas y tres tecnologías de inoculación.

2 El intervalo de corte dependió de la producción por cada especie, pero, generalmente, fue de 3 meses.

3 Roca fosfórica.

4 Los espacios en blanco indican que los datos aún no están disponibles.

**Resumen de los resultados obtenidos en ensayos de campo, con cepas de *Rhizobium*, y tecnologías de inoculación, en Carimagua.**

Especies y número de aceción	Mejor tratamiento <sup>1</sup>	Respuesta a la inoculación (como % del testigo no inoculado)		
		1er corte <sup>2</sup>	2do corte	3er corte
<i>Desmodium ovalifolium</i> 350	CIAT 46 recub. RF <sup>3</sup>	22.3	0	-
<i>Stylosanthes capitata</i> 1019	CIAT 71 recub. cal	39.5	-	-
<i>Stylosanthes capitata</i> 1078	CIAT 71 sin recub.	15.1	0	4.1
<i>Macroptilium</i> sp. 535	CIAT 318 recub. cal	98.3	41.3	1.6

1 Ensayo estandar de campo, con tres cepas seleccionadas y tres tecnologías de inoculación.

2 El intervalo de corte dependió de la producción por cada especie, pero, generalmente, fue de 3 meses.

3 Roca fosfórica.

durante más de un ciclo de crecimiento con este tipo de diseño experimental. En el futuro, se harán experimentos con estas aceciones en parcelas de mayor tamaño y en mezclas con gramíneas.

## Tolerancia de *Rhizobium* a la Acidez

Los resultados obtenidos de ensayos de campo y de materos muestran que es una regla y no una excepción el que haya respuesta a la inoculación con cepas seleccionadas de *Rhizobium*, aunque la respuesta tiende a disminuir a medida que avanza el tiempo. Es posible que la protección de la cepa inoculante mediante su recubrimiento (peletización), al momento de la siembra, permita que la infección por la cepa introducida ocurra tempranamente y en un alto porcentaje, dando una respuesta inicial marcada. Se llega a un punto crítico cuando la población primaria de nódulos se desintegra (después de 2-3 meses) y de ahí en adelante los rizobios deberán sobrevivir en el suelo ácido como organismos saprófitos libres en el suelo. La multiplicación de los rizobios a un nivel de pH bajo, es extremadamente importante para 1) lograr la reinfeksi3n de la raíz de las leguminosas; 2) establecer una competen-

cia ventajosa con las cepas nativas de *Rhizobium* en cuanto a encontrar sitios de nodulación en las raíces y 3) mantener la persistencia de las cepas inoculadas en la microflora del suelo. Por lo tanto, la investigación se dirigió hacia el desarrollo

Cuadro 30.

**Medio líquido para seleccionar cepas de *Rhizobium* con adaptación a las condiciones ácidas.<sup>1</sup>**

Ingrediente	Cantidades
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	68 mg
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	87 mg
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	39.4 mg
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	74 mg
Fe+++Na EDTA	36.8 mg
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.49 mg
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.29 mg
CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	43 µg
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	12 µg
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	1.2 µg
Glutamato de sodio	220 mg
Tiamina <sup>2</sup>	100 µg
Biotina <sup>2</sup>	250 µg
Arabinosa	10 g
Agua destilada	hasta un litro

1 Acidificado con HCl 0.1 N (antes de someter al autoclave).

2 Filtrado, esterilizado y adicionado, después de que el medio se sometió al autoclave.

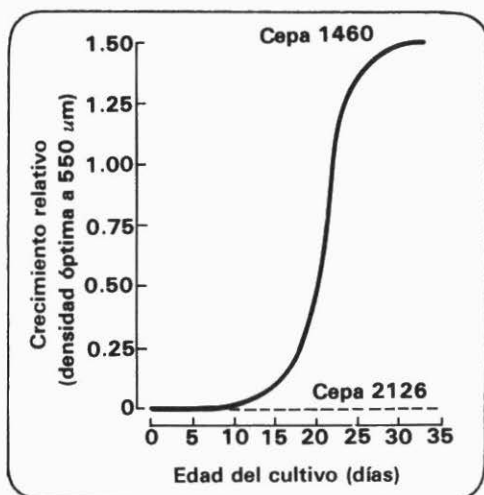


Figura 51. Crecimiento relativo de las cepas de *Rhizobium* CIAT 1460, provenientes de un suelo ácido (pH 4.5), y CB 2126, provenientes de un suelo alcalino (pH 8.5), en un medio ácido definido (pH inicial 4.2).

de un medio para evaluar las cepas según estas tres funciones.

La producción de compuestos alcalinos por los rizobios tropicales ha sido un

obstáculo para evaluar cepas puesto que al producirse un aumento progresivo en el pH, desde un valor inicial de aproximadamente 4 hasta un nivel de 8, se produce una confusión en la interpretación de los resultados. Para superar esta dificultad se desarrolló un medio ácido estable el cual elimina la capacidad del *Rhizobium* para producir alcalinidad (Cuadro 30). El medio permite la selección de cepas que sean genuinamente capaces de multiplicarse a un pH bajo (Figura 51) y permitirá determinar el efecto del Al y de otros factores que producen un estrés por acidez sobre el *Rhizobium*.

La demostración de que la producción de alcalinidad por los rizobios tropicales depende del medio de cultivo, reabre la discusión sobre si estos microorganismos realmente producen álcalis en la rizosfera de su hospedante y si fue realmente acertado el haberle atribuido un papel evolutivo y ecológico al proceso. Se ha considerado que la falta de producción de álcali por el *Rhizobium* atípico para

Cuadro 31.

**Recomendaciones que se imparten actualmente sobre inoculación, desarrolladas para ciertas leguminosas forrajeras promisorias.**

Especies	CIAT No.	Cepa de <i>Rhizobium</i>	Tecnología
<b>Categoría 4</b>			
<i>Desmodium ovalifolium</i>	350	CIAT 299	recub. cal
<i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	CIAT 71	recub. cal
<i>Stylosanthes capitata</i>	1019/1078	CIAT 71	recub. cal
<i>Zornia aff latifolia</i>	728	CIAT 71	recub. cal
<b>Categoría 3</b>			
<i>Centrosema</i> híbrido	438	CIAT 590	recub. cal
<i>Desmodium heterophyllum</i>	349	CIAT 31	recub. roca fosfórica
<b>Categoría 2</b>			
<i>Stylosanthes guianensis</i>	136/184	CIAT 71	recub. cal

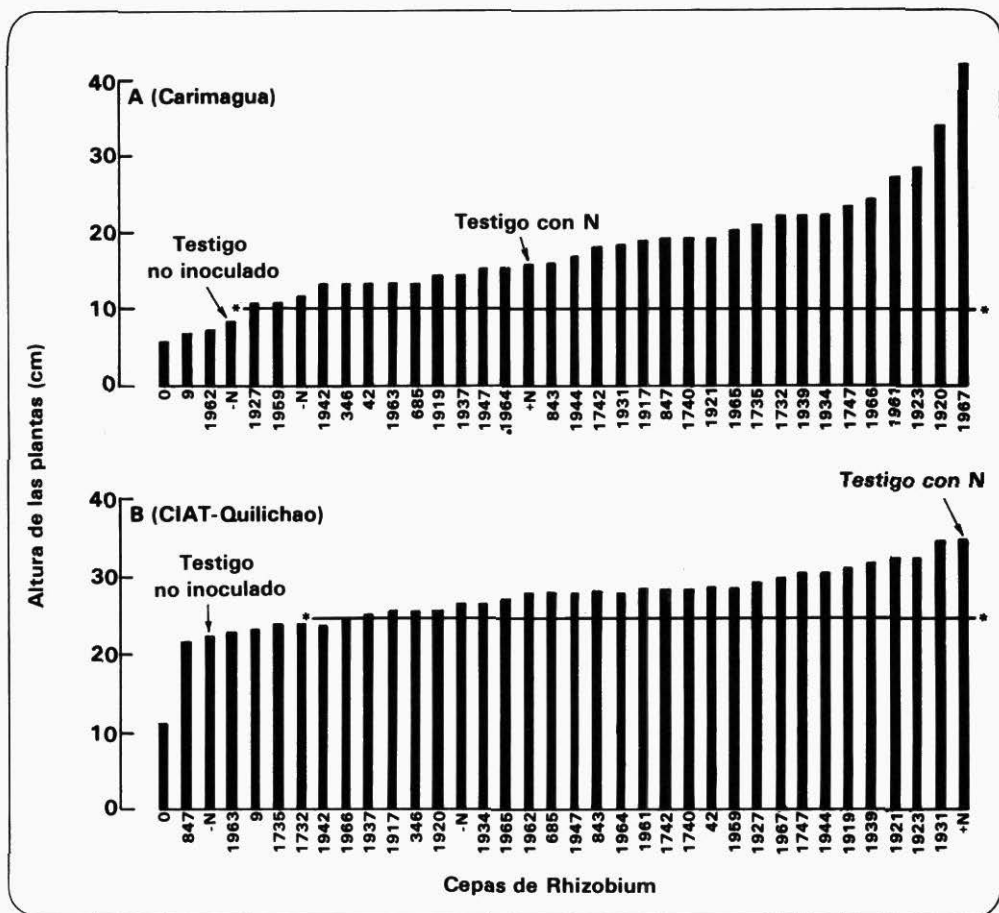


Figura 52. Respuesta de *Leucaena leucocephala* a la inoculación con cepas de *Rhizobium* en dos localidades de suelos ácidos. (\* = límite de confianza superior (95%) respecto a la media del testigo no inoculado).

*Leucaena leucocephala* es la razón principal por la cual esta especie no presenta adaptación a los suelos ácidos. Se establecieron experimentos paralelos en CIAT-Quilichao y en Carimagua aplicando tratamientos idénticos y una colección recientemente reunida de cepas de *Rhizobium* aisladas de *Leucaena*. Estos experimentos han indicado que no existe, como se pensaba, un impedimento para la nodulación de *Leucaena* a niveles de pH inferiores a 5.0. Una gran variedad de cepas, provenientes de diferentes tipos de suelos, fueron capaces de establecer una simbiosis efectiva bajo condiciones ácidas (Figura 52). Unas pocas cepas fueron

excepcionalmente efectivas y serán investigadas en el futuro, con más detalle.

## Recomendaciones para la Inoculación

El Cuadro 31 presenta las recomendaciones que se han obtenido para la inoculación de accesiones de leguminosas promisorias (hasta octubre 31, 1978). En algunos casos, se ha logrado mejorar tales recomendaciones en relación con las que se habían hecho para el año anterior. Durante 1978, se produjeron 86 kg de inóculo, utilizando la turba como material

excipiente orgánico. De esta cantidad, 45 kg fueron utilizados para investigaciones en Colombia por el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); 10 kg

fueron solicitados por instituciones nacionales de investigación y 6 kg por organismos internacionales y 25 kg fueron despachados a entidades privadas.

## FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICION DE LA PLANTA

En CIAT-Palmira, CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia se realizó investigación sobre los requerimientos nutricionales del germoplasma promisorio de gramíneas y de leguminosas y se diseñó tecnología de fertilización para suplir, en forma eficiente, tales requerimientos. En 1978 se puso énfasis en: 1) los requerimientos de N de las principales gramíneas tropicales y la contribución de N que hacen las leguminosas asociadas; 2) los requerimientos de P de las principales gramíneas; 3) el uso más eficiente de fuentes baratas de P, principalmente rocas fosfatadas, y los productos obtenidos de su transformación en el suelo; y 4) el desarrollo de técnicas sistemáticas para estimar los requerimientos nutricionales de las accesiones más promisorias del germoplasma. Las propiedades de los principales suelos utilizados — el Ultisol de Quilichao y los Oxisoles de Carimagua y Brasilia — se describieron en detalle en el Informe Anual del CIAT de 1977 (páginas A-48 y A-49). Los datos de Brasilia se presentan en la Sección de Desarrollo de Pastos.

### Requerimientos de Nitrógeno de las Gramíneas Forrajeras

Aunque la fertilización de gramíneas forrajeras con nitrógeno no se considera factible en el Area de Actuación, se requiere información básica para cuantificar sus requerimientos de N y para determinar la contribución potencial de las leguminosas en mezclas.

Las respuestas de *Andropogon gayanus* 621, *Brachiaria decumbens* 606 y *Panicum maximum* a la fertilización con N se determinaron en un experimento establecido en parcelas pequeñas en CIAT-Quilichao, en donde las gramíneas recibieron una aplicación básica de 150 kg de  $P_2 O_5$  y 60 kg de  $K_2 O$ /ha, seguida por una aplicación de mantenimiento de 50 kg de  $P_2 O_5$ , 50 kg de  $K_2 O$  y 50 kg de  $MgSO_4$  /ha 6 meses después, satisfaciendo los requerimientos nutricionales de la planta y manteniendo un medio edáfico ácido (pH 4.5, 67% de saturación de Al, sin la aplicación de cal).

En la Figura 53 se muestra la respuesta al N; claramente se observa el comportamiento contrastante de las tres gramíneas. La producción de materia seca sin aplicación de N fue significativamente menor con *B. decumbens* y *P. maximum* en comparación con *A. gayanus* (13.6 vs. 21.3 ton/ha/año). *B. decumbens* respondió positivamente a la mayor dosis de 400 kg de N/ha, en tanto que *P. maximum* requirió 200 kg de N/ha para lograr su máximo crecimiento. En contraste, *A. gayanus* dio una respuesta significativa con sólo 50 kg de N/ha. Los rendimientos de materia seca de *A. gayanus* fueron significativamente superiores a los de *B. decumbens* en todas las dosis de N, lo cual indica que *A. gayanus* utiliza el N aprovechable del suelo mejor que *B. decumbens*.

El Cuadro 32 muestra los valores de absorción de N para los primeros cinco

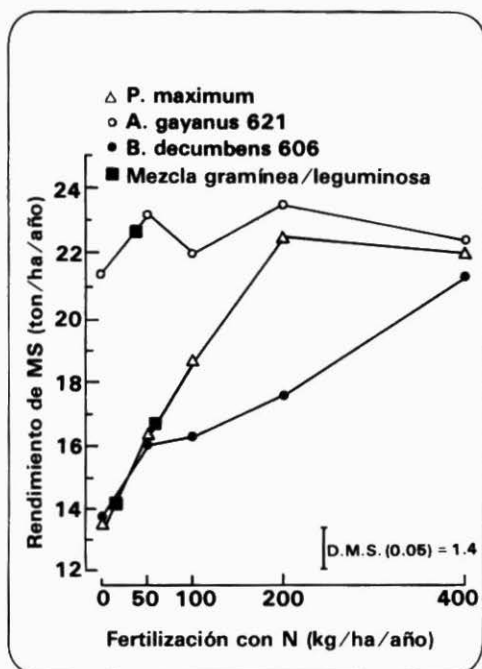


Figura 53. Respuesta de tres gramíneas forrajeras a las aplicaciones de nitrógeno, cultivadas solas o en asociación con *Stylosanthes guianensis* 184, en un Ultisol de CIAT-Quilichao. (Suma de 6 cortes por año.)

cortes en tres gramíneas forrajeras. Los altos valores de absorción de N sin fertilización ponen en evidencia el alto poder de suministro de N de este Ultisol; probablemente, se debe a su alto contenido de materia orgánica (aproximadamente, un 7%) y al hecho de que este ensayo se inició en el primer año después de

efectuado la arada del suelo. La absorción del N presente en el suelo, medida en las parcelas testigo, fue de aproximadamente 200 kg de N/ha/año, sin que se presentaran diferencias significativas entre las especies de gramíneas. Por lo tanto, el comportamiento superior observado para *Andropogon* no parece ser debido a su mayor capacidad para absorber el N presente en el suelo sino a su capacidad para utilizar en forma más eficiente el N en la producción de materia seca. El Cuadro 33 presenta los contenidos de N y equivalentes de proteína de las tres gramíneas y los menores niveles de N para *A. gayanus*.

Los cuadrados negros de la Figura 53 indican las contribuciones estimadas de N hechas por *Stylosanthes guianensis* 184. Colocando el rendimiento de materia seca de la asociación sobre las curvas de respuesta al N y extrapolando los valores al eje X, se estima que la leguminosa contribuyó con las siguientes cantidades de N, expresadas como equivalentes de fertilizante inorgánico nitrogenado: 40 kg de N/ha con *A. gayanus*, 60 kg de N/ha con *P. maximum* y sólo 15 kg de N/ha con *B. decumbens* (debido a su hábito de crecimiento agresivo).

Se estableció en Carimagua otro experimento de fertilización con N en parcelas de 0.25 ha en ensayos de pastoreo

Cuadro 32.

Absorción de nitrógeno por tres gramíneas, durante los primeros 10 meses de crecimiento (5 cortes), en CIAT-Quilichao.

N aplicado (kg/ha/year)	<i>Andropogon gayanus</i> 621	<i>Panicum maximum</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>
	(kg/N/ha)		
0	225	184	192
50	268	234	243
100	315	291	249
200	323	355	264
400	294	336	374

Cuadro 33.

**Contenido de nitrógeno y equivalente de proteína, en tres gramíneas forrajeras, bajo diferentes regímenes de corte, en Quilichao. (Media de 5 dosis de N y 5 cortes, en 10 meses).**

Especie	N (%)	Proteína (%)
<i>Andropogon gayanus</i> 621	1.58	9.9
<i>Panicum maximum</i>	1.75	10.7
<i>Brachiaria decumbens</i> 606	1.93	12.1

con *B. decumbens* de diferentes edades. Se aplicaron varias dosis de N. Todos los tratamientos recibieron una aplicación básica de 50 kg de  $P_2O_5$ , 60 kg de  $K_2O$ , 20 kg de S y 20 kg de Mg/ha, excepto un "testigo absoluto o negativo" no fertilizado y un testigo "positivo" el cual recibió 0.5 ton de cal, 700 kg de N, 100 kg de  $P_2O_5$ , 100 kg de  $K_2O$ , 20 kg de S, 20 kg de Mg, 10 kg de Zn, 5 kg de Cu, 1 kg de B y 0.2 kg de Mo/ha.

La Figura 54 muestra los resultados del primer año (4 cortes). La fuente de N utilizada fue úrea. La producción de materia seca en el testigo negativo dio un promedio de 6 ton/ha/año. Los rendimientos de las parcelas que recibieron niveles moderados de P, K, S y Mg, pero sin N, disminuyeron drásticamente al aumentar la edad de los pastos. Este resultado se correlaciona con la disminución en las ganancias de peso vivo presentadas en los Cuadros 43 y 44 y en las ganancias mostradas en los Cuadros 43, 44 y 45, de la Sección de Utilización de Pastos.

Estas diferencias en la edad de los pastos fueron gradualmente contrarrestadas por la fertilización con N, sin que se presentaran diferencias a un nivel de 267 kg N/ha/año, con una producción de materia

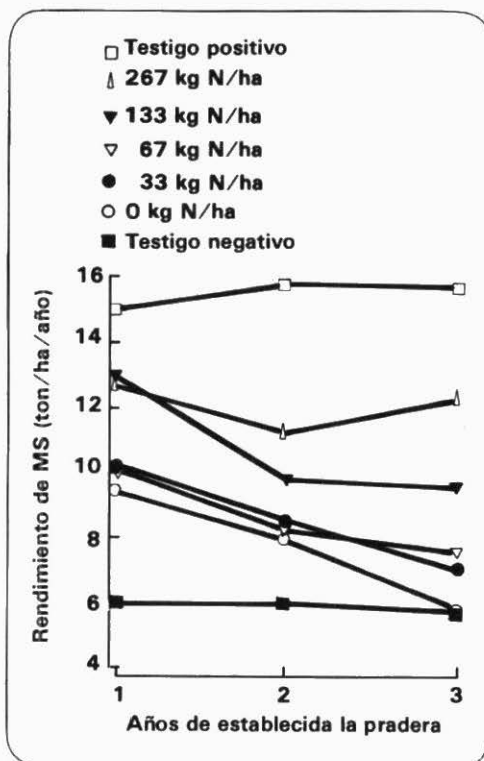


Figura 54. Efectos de la fertilización con N y de la edad de la pradera en la producción de materia seca de *Brachiaria decumbens* en lotes de pastoreo, en Carimagua. (Testigo positivo: 700 kg de N/ha, 0.5 ton de cal/ha + tratamiento de base + micronutrientos; testigo negativo: sin fertilizantes ni cal.)

seca de 12 ton/ha, o sea, el doble de la producción obtenida en el testigo negativo. Esto indica que el N está limitando la producción de *B. decumbens* en los ensayos de pastoreo de Carimagua y que la deficiencia de N aumenta al aumentar la edad del pasto. En el testigo positivo, con mayores niveles de fertilización más cal y micronutrientos, la producción de materia seca aumentó hasta aproximadamente 15 ton/ha/año, casi tres veces la producción obtenida en el testigo negativo. Como 1 kg de ganancia de peso vivo paga el valor de 1 kg de N en Carimagua, la fertilización con N no es económica en la actualidad. Estos resultados indican claramente la necesidad



de asociar leguminosas con gramíneas como fuente barata de N.

## Requerimientos de Fósforo de las Gramíneas Forrajeras

Se establecieron dos experimentos en el Ultisol de CIAT-Quilichao y en el Oxisol de Carimagua, para determinar los niveles críticos externos (análisis de suelos) e internos (porcentaje de P en la planta), durante el año de establecimiento. Aunque ambos experimentos incluyeron diferentes fuentes de roca fosfatada, en el presente informe sólo se presentan los datos obtenidos con el superfosfato triple (SFT).

El experimento de CIAT-Quilichao incluyó dos mezclas: *A. gyanus* 621 y *P. maximum*, cada una de las cuales se asoció con *Centrosema* híbrido 438.

La Figura 55 muestra las tasas de crecimiento de las dos gramíneas para los cuatro cortes, en función de la dosis de P. La gramínea *P. maximum* mostró una rápida tasa de crecimiento inicial, con un máximo a 200-400 kg  $P_2O_5$ /ha y una disminución posterior del crecimiento, particularmente, durante las dos cosechas de la estación seca (2 y 4). *A. gyanus* inició el crecimiento muy lentamente pero gradualmente sobrepasó a *P. maximum* en términos de su tasa de crecimiento. La Figura 56 muestra el efecto global del año de establecimiento de la pradera. *P. maximum* respondió positivamente a niveles de  $P_2O_5$  hasta de 70 kg/ha/año, en tanto que *A. gyanus* produjo su máximo rendimiento a niveles de 0 kg  $P_2O_5$  /ha.

La Figura 56 también muestra los efectos en las leguminosas asociadas. *Centrosema* produjo mucho más materia

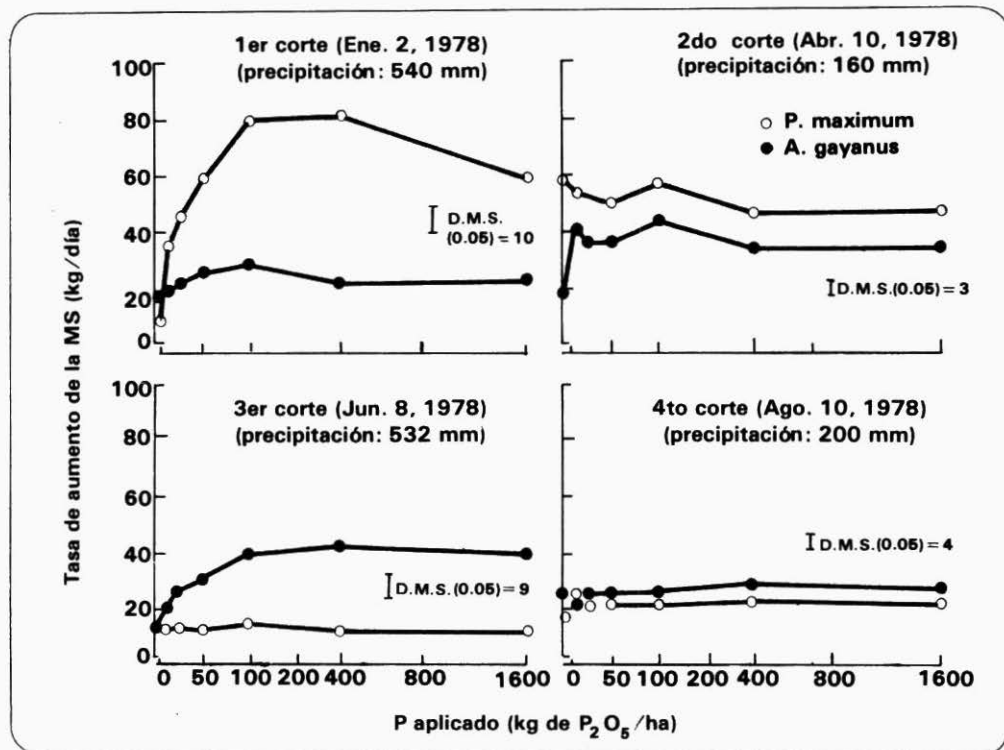


Figura 55. Efectos del P en las tasas de crecimiento de dos gramíneas asociadas con el *Centrosema* híbrido 438 durante el año de establecimiento, en CIAT-Quilichao.

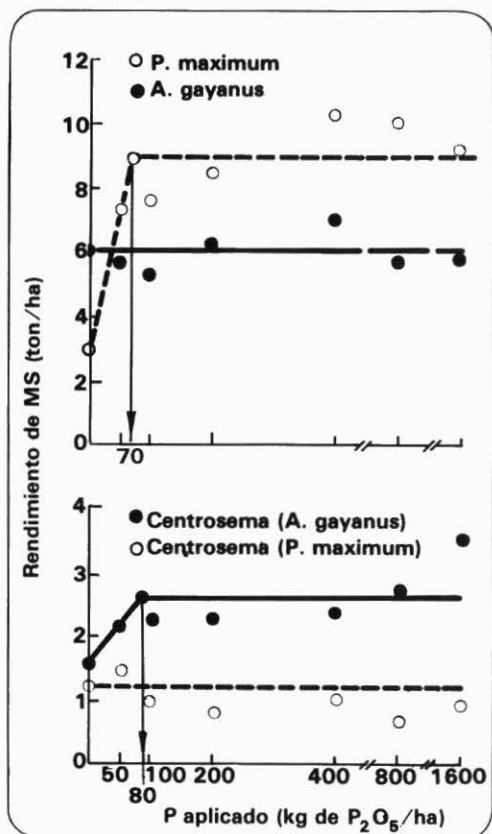


Figura 56. Respuesta de *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum* al P en CIAT-Quilichao y su efecto contrastante sobre la leguminosa asociada (*Centrosema*).

seca con *A. gayanus* que con *P. maximum*, mostrando una respuesta definida a niveles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hasta de 80 kg/ha. En mezcla con *Panicum*, la respuesta de *Centrosema* al P fue negativa, probablemente debido al exceso de competencia por la gramínea, la cual aumentó marcadamente su producción de materia seca al aumentar el nivel de P. Estos datos preliminares muestran que *A. gayanus* tiene requerimientos más bajos de P que *P. maximum* y que, por lo tanto, puede ser más compatible con una leguminosa como *Centrosema* híbrido 438.

En Carimagua, se estableció un experimento similar en el cual se asoció *B. decumbens* con *Desmodium ovalifolium*

350. Las dosis de P fueron más bajas puesto que la fijación de P, en el Oxisol de Carimagua, es aproximadamente la mitad de la que ocurre en el Ultisol de Quilichao. La Figura 57 muestra que *B. decumbens* respondió mucho más al P que las otras dos especies. *B. decumbens* y *A. gayanus* alcanzaron sus máximos rendimientos con 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en tanto que *P. maximum* respondió positivamente hasta 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

En el Cuadro 34 se presentan los niveles críticos internos y externos de P calculados para las tres especies en el Oxisol de Carimagua. Estos datos confirman los niveles críticos similares de P para *A. gayanus* y *B. decumbens*, los cuales son menores que los de *P. maximum*. Los datos de Carimagua indican que *B. decumbens* puede utilizar el P en una forma más eficiente que *A. gayanus*, aunque ambas especies se encuentran bien adaptadas a la baja disponibilidad de P en el suelo.

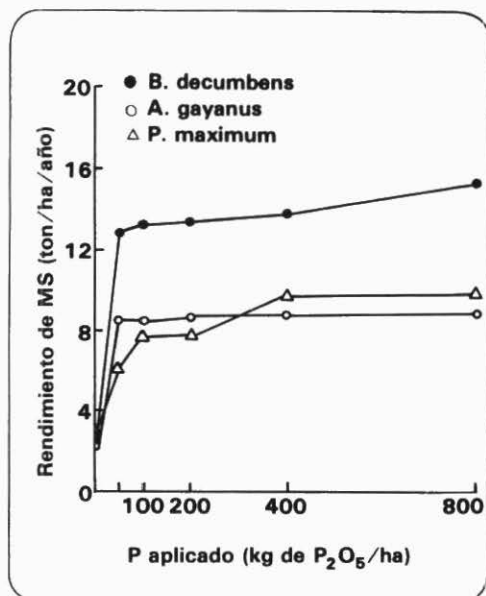


Figura 57. Efecto del P sobre la producción de materia seca de tres gramíneas tropicales cultivadas en un Oxisol, en Carimagua.

Cuadro 34.

Niveles críticos externos e internos de P, para tres especies de gramíneas, durante el año de establecimiento, bajo un régimen de corte, en un Oxisol de Carimagua.

Especie	Niveles críticos	
	P externo disponible (Bray II) (ppm)	P interno en tejido (%)
<i>Andropogon gayanus</i> 621	5	0.11
<i>Brachiaria decumbens</i>	7	0.12
<i>Panicum maximum</i>	6-10 <sup>1</sup>	0.15

1 No está bien definido.

## El Proyecto Fósforo

El objetivo global de este proyecto es desarrollar una estrategia de manejo del P para los principales sistemas de cultivo de los suelos ácidos del trópico de América Latina.

En el Informe Anual del CIAT de 1977 se presentó información completa sobre la alta capacidad de fijación de P y el bajo contenido total y aprovechable de P, en los suelos de América Latina tropical. Aunque el bajo nivel de P es una característica predominante en extensas áreas de América Latina tropical, la región está beneficiada con la presencia de grandes depósitos de rocas fosfóricas (Figura 58). Con el fin de caracterizar estas rocas, según su efectividad agronómica relativa, se están seleccionando y comparando muestras de la mayoría de los principales depósitos conocidos; para el efecto, se



Figura 58. Localidades en las cuales se encuentran los principales depósitos de roca fosfórica, en el trópico de Sur América.

están realizando ensayos de invernadero con *P. maximum* como cultivo indicador. Además, algunas de estas rocas fosfóricas se están alterando química y térmicamente para determinar si la efectividad agronómica de estos materiales se puede aumentar significativamente por estos medios. Los resultados preliminares indican que las rocas fosfóricas aciduladas parcialmente (20%) con  $H_3PO_4$  y aquellas que se funden con silicato de magnesio, presentan muy buenos potenciales desde el punto de vista de sus efectos iniciales y residuales. Además, las mezclas físicas de roca fosfatada en polvo y superfosfato triple (SFT) también parecen ser bastante promisorias.

### Calibración de los Análisis de Suelo

A pesar de que muchos de los suelos ácidos e infértiles del trópico de América Latina se clasifican de manera diferente, su contenido de P es relativamente el mismo. Como resultado, generalmente se ha supuesto que estos suelos reaccionarían aproximadamente de la misma manera a aplicaciones similares de fertilizantes fosfatados. Para validar este concepto, se tomaron varias muestras de suelos de campos experimentales seleccionados, con cantidades conocidas de superfosfato triple aplicadas, tanto del Ultisol de CIAT-Quilichao como del Oxisol de Carimagua, y se midió el contenido de P mediante el método Bray II. La Figura 59 ilustra el comportamiento similar de los dos suelos a todos los niveles de P aplicado. Además, se debe anotar que aún las especies forrajeras que requieren bajos niveles de P (2.5 a 6 ppm P, Bray II) probablemente requerirán aplicaciones de P que oscilan entre 50 y 100 kg  $P_2O_5$ /ha.

### Experimentos con Cal/Fósforo

Se hizo un experimento de incubación con suelos de CIAT-Quilichao y

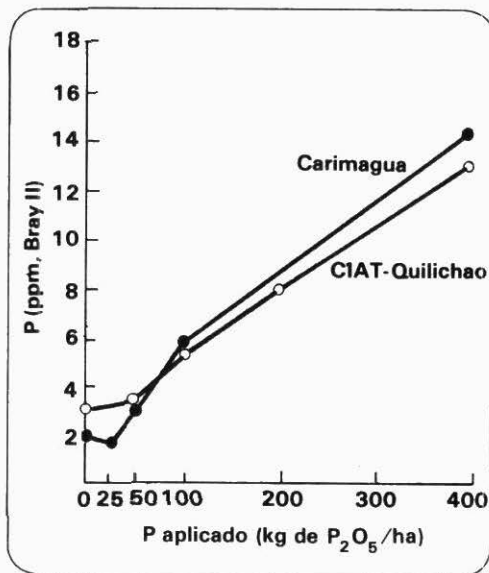


Figura 59. Efecto de las adiciones de superfosfato triple sobre los niveles de P del suelo, para dos localidades en Colombia.

Carimagua para determinar el efecto de diversos niveles de cal y P (en la forma de superfosfato simple, SFS), sobre la disponibilidad de P determinada por el método Bray II. En general, no se observó interacción excepto en la mayor dosis de P aplicado (400 kg de  $P_2O_5$ /ha) y las menores dosis de cal, cuando la disponibilidad de P aumentó marcadamente en el suelo de Carimagua (Figura 60). Sin embargo, en todos los casos, el P disponible en el suelo aumentó con cada incremento de P aplicado. Es interesante anotar la similitud con que reaccionaron los dos suelos a las diversas dosis de cal, cuando se consideró el pH del suelo y el porcentaje de saturación de Al de la capacidad efectiva del intercambio catiónico (Figura 61).

También, se hizo un experimento en el invernadero para determinar el efecto de la dosis y la fuente de P en el rendimiento de *P. maximum* cultivado en dos suelos colombianos, con cal y sin cal. La cantidad de cal aplicada fue la calculada para neutralizar el 80 por ciento de Al intercamb-

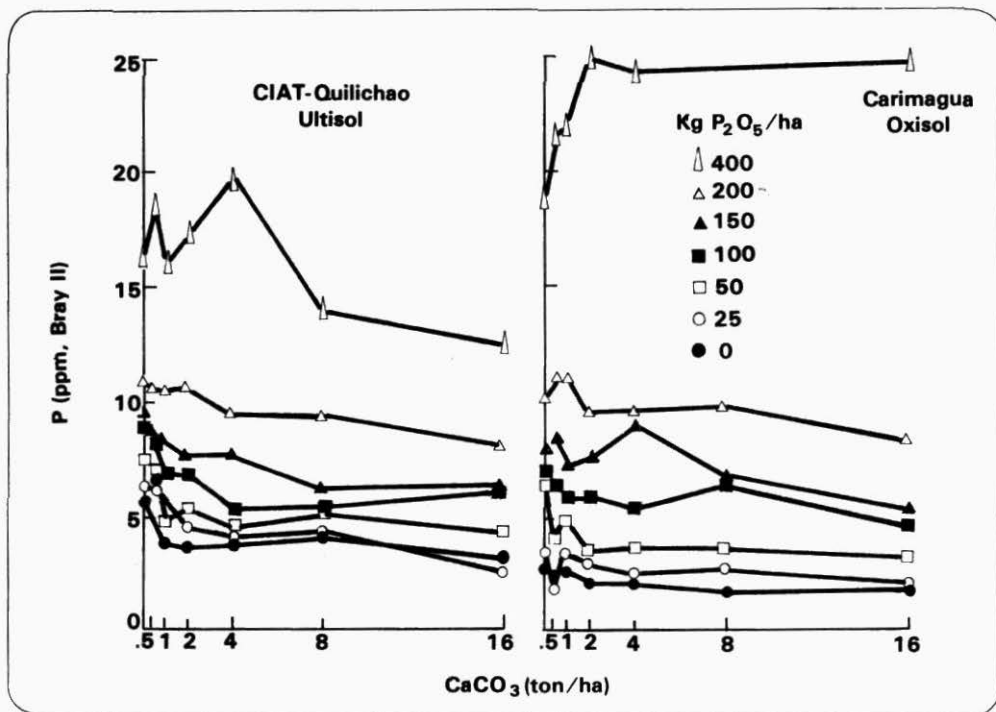


Figura 60. Efecto de diferentes niveles de aplicación de superfosfato simple y de cal sobre la disponibilidad de P en dos suelos de Colombia, después de 30 días de incubación.

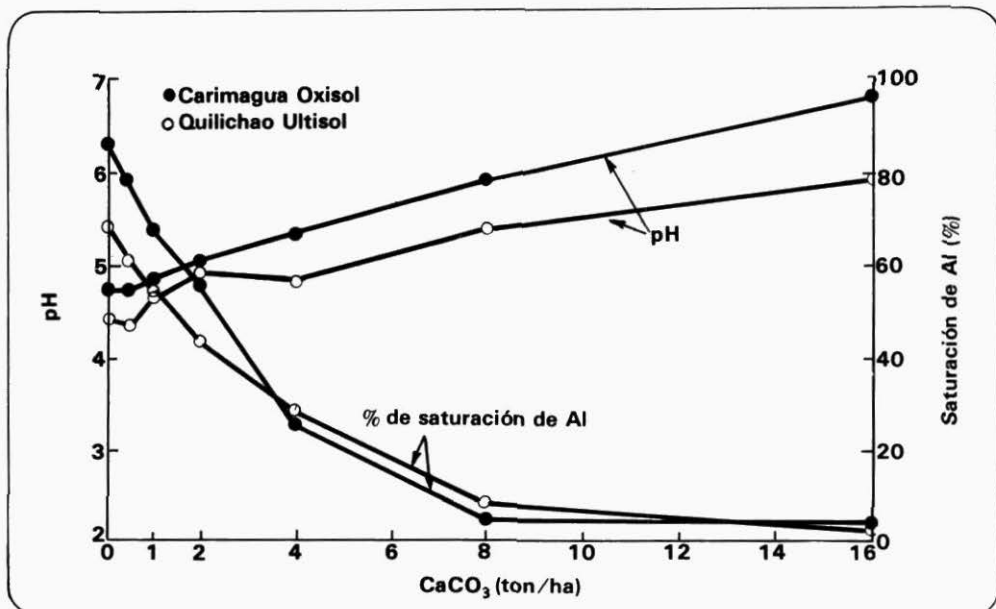


Figura 61. Efecto de diferentes dosis de cal sobre el pH del suelo y porcentaje de saturación de Al, en dos suelos de Colombia, después de 30 días de incubación.

biable. Esta cantidad se estimó que está por debajo de la requerida para el suelo de CIAT-Quilichao debido a la influencia del alto contenido de materia orgánica. En general, la cal no influyó en el rendimiento de *P. maximum*; sin embargo, los rendimientos aumentaron al incrementar el P hasta una dosis de aproximadamente 300 ppm de P para todas las fuentes, excepto el SFT, con el cual los rendimientos se nivelaron a una dosis de aproximadamente 250 ppm de P (Figuras 62 y 63).

## Experimento sobre Incubación de Fósforo

Se hizo un experimento sobre incubación con un Oxisol de Carimagua para determinar los cambios en la disponibilidad de P (Bray I) debidos a la dosis y al tiempo de reacción de seis fuentes diferentes de P. El P disponible disminuyó marcadamente durante el primer período

de incubación (16 días) y permaneció relativamente constante de ahí en adelante, cualquiera que fuera la fuente de P (Figura 64). Este resultado es bastante sorprendente puesto que se esperaría que, con el tiempo, ocurriera una disminución en el P disponible en las fuentes más solubles (SFT y Escorias), debido a la fijación. Aparentemente, se llega a un estado de equilibrio y los niveles de P aprovechable permanecen constantes, determinados por las dosis de P aplicadas y la solubilidad relativa del portador de P.

## Mezclas de Roca Fosfatada y Superfosfato Triple

Una posibilidad para mejorar la disponibilidad de P en las rocas fosfatadas es la de mezclarlas con un material que forme ácidos, como el SFT. Utilizando un material como el SFT hay también la ventaja de suministrar P en una forma

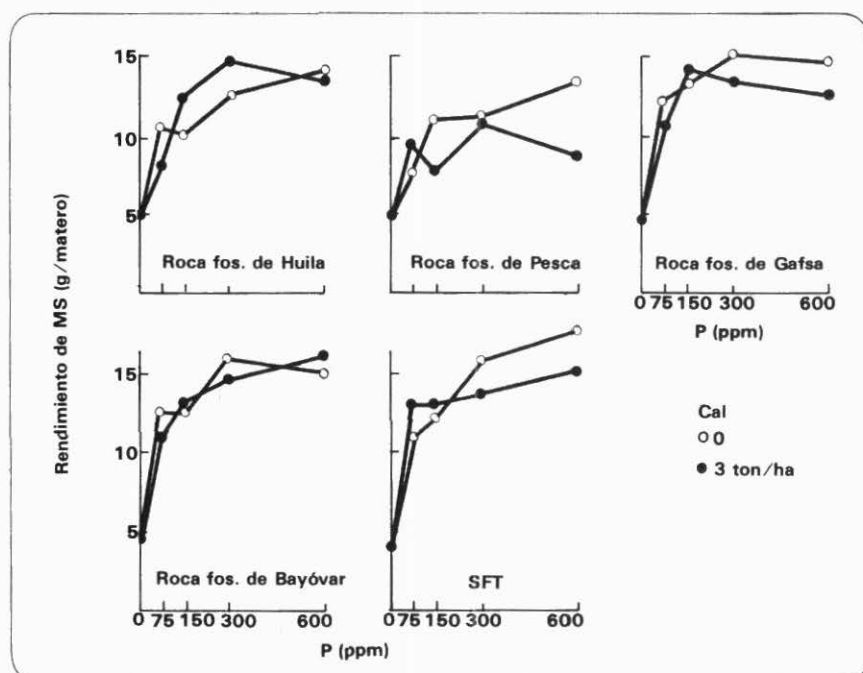


Figura 62. Efecto de la dosis y de la fuente de P sobre el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado en el invernadero, en un Ultisol de CIAT-Quilichao, con aplicación de cal y sin cal. (Promedio de cinco cortes).

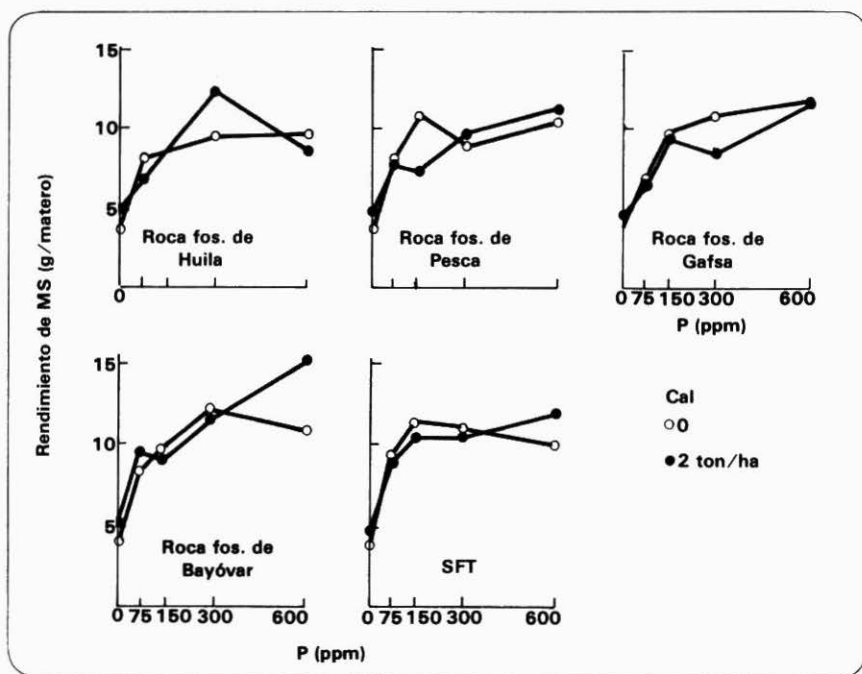


Figura 63. Efecto de la dosis y fuente de P en el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado en invernadero, en un Inceptisol de Popayán, Colombia, con aplicación de cal y sin cal. (Promedio de cinco cortes).

inmediatamente aprovechable. Con base en lo anterior, se estableció un experimento en el invernadero para estudiar el efecto de la proporción de aplicación de SFT y roca fosfatada en el rendimiento de *P. maximum* cultivado en un Oxisol de Carimagua. Los resultados indicarían que la proporción de P en la forma de SFT a roca fosfatada varía marcadamente en lo que respecta a la disponibilidad de P para *P. maximum*, especialmente en la menor dosis de P aplicado (Figura 65). Para la roca fosfatada de Pesca (Colombia), una proporción 75:25 (SFT roca fosfatada) es superior en tanto que, para la roca fosfatada del Huila, una proporción 25:75 parece ser óptima. En la mayor tasa de P aplicado el efecto de las proporciones no fue tan claro, probablemente debido a las mayores cantidades de SFT.

Es difícil explicar el porqué, en la menor tasa de P, el SFT en un 100 por ciento dio

un comportamiento tan pobre (Figura 65). Como el material de todas las fuentes fue molido finamente, tal vez el SFT soluble fue fijado y por lo tanto, el P no fue aprovechado por las plantas. Sin embargo, los resultados de este experimento indican que es necesario realizar un ensayo similar en el cual los materiales finamente molidos se deban granular para determinar el efecto del tamaño de los agregados. Aún más, la granulación de estas mezclas aseguraría un contacto íntimo entre la roca fosfatada y el SFT, de tal manera que sea más factible que el ácido del SFT reaccione con la roca y no sea disipado en el suelo.

## Efectos a Largo Plazo de Diferentes Rocas Fosfatadas

En 1976, se estableció en Carimagua un experimento de campo a largo plazo con *B. decumbens* para comparar los efectos de seis rocas fosfatadas con el SFT. Las dosis

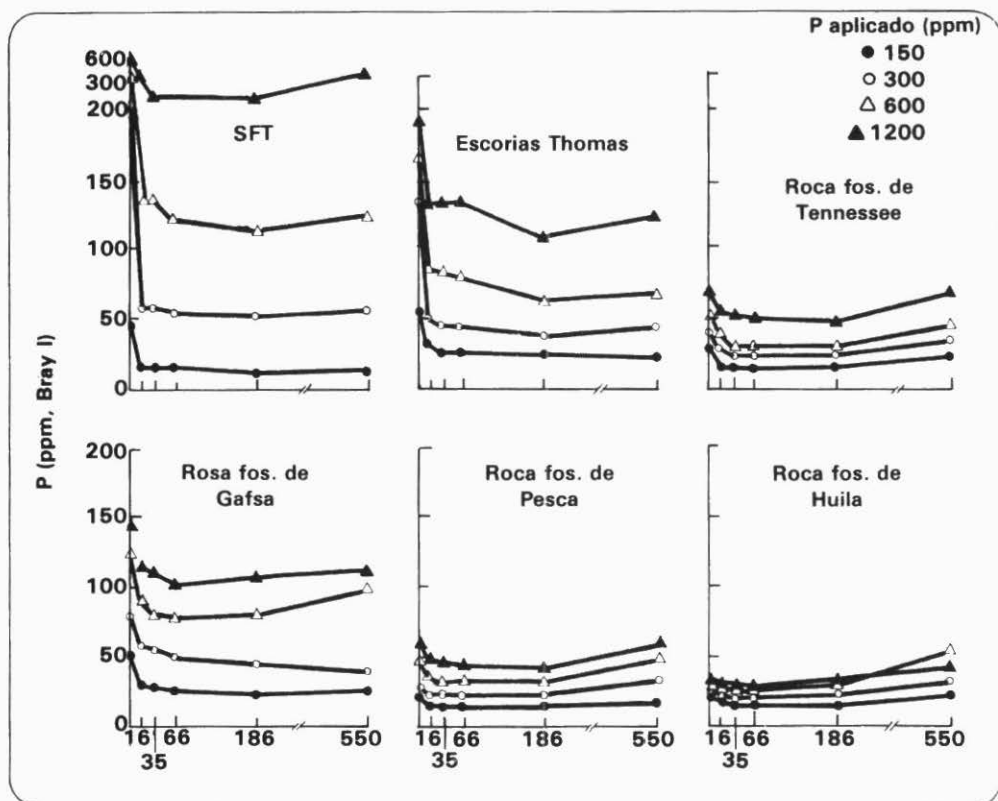


Figura 64. Cambios en la disponibilidad de P (Bray I), debidos al tiempo de reacción de seis portadores diferentes de P, en un Oxisol de Carimagua.

de aplicación oscilaron entre 0 y 400 kg  $P_2O_5$ /ha; todos los fertilizantes se aplicaron al voleo y se incorporaron en la capa superior del suelo. Hasta la fecha, la gramínea se ha cortado siete veces; los resultados se presentan en la Figura 66. Aún cuando los rendimientos variaron marcadamente al comienzo, debido a la fuente de P, después de siete cortes los rendimientos totales han sido muy similares para todas las fuentes, en cualquier tasa de P aplicado. La Figura 67 muestra el excelente comportamiento de las rocas fosfatadas cuando se comparan con el SFT. En cualquier momento dado, las rocas fosfatadas presentan un comportamiento igual y en muchos casos, superior al SFT, especialmente desde el punto de vista residual. En el Cuadro 35 se presenta el

mismo comportamiento global de las fuentes de P.

Se podría concluir que, con el tiempo, una fuente de P resulta ser tan efectiva como otra dentro de un sistema de producción de forraje a largo plazo. Sin embargo, esto podría no ser del todo cierto, pues, quizás otros nutrientes esenciales se volvieron más limitantes que el P, produciendo este efecto de nivelación. La Figura 68 ilustra en forma relativamente clara la deficiencia extrema de K que se presentó entre el segundo y el cuarto corte. Existen indicaciones de que también el Zn pudiera estar llegando a niveles de deficiencia en los tejidos vegetales (Figura 68). Para asegurar la validez de estos resultados experimentales,



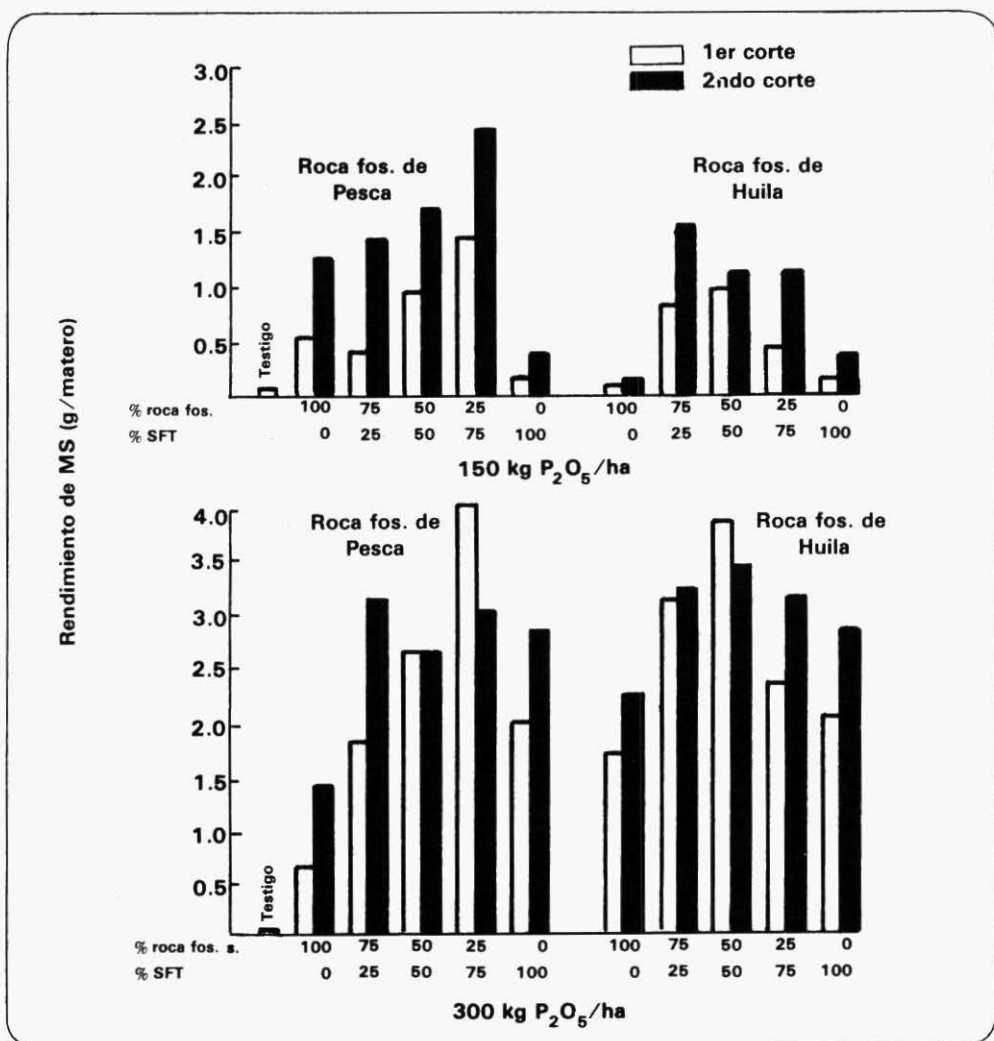


Figura 65. Efecto de la relación SFT/roca fosfórica y de la dosis de P sobre el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado, en invernadero, en un Oxisol de Carimagua.

sería necesario llevar a cabo un análisis continuado de tejidos, como parte integral del programa de investigación que se adelanta con P.

### Tamaño de los Gránulos de las Rocas Fosfatadas

En general, las rocas fosfatadas se deben moler finamente para obtener una mayor efectividad. Esta operación trae ciertos problemas puesto que el producto

resultante generalmente es polvoso y difícil de dispersar uniformemente en el campo. Al efecto, se estableció un experimento en el invernadero para determinar el efecto del tamaño de los gránulos de las rocas fosfatadas en el rendimiento de *P. maximum* cultivado en un Oxisol de Carimagua. Los gránulos se obtuvieron triturando la roca fosfatada, moliéndola finamente con un aglutinante a base de KCl al 3.3 por ciento. Se utilizaron tres tamaños de partículas: en polvo

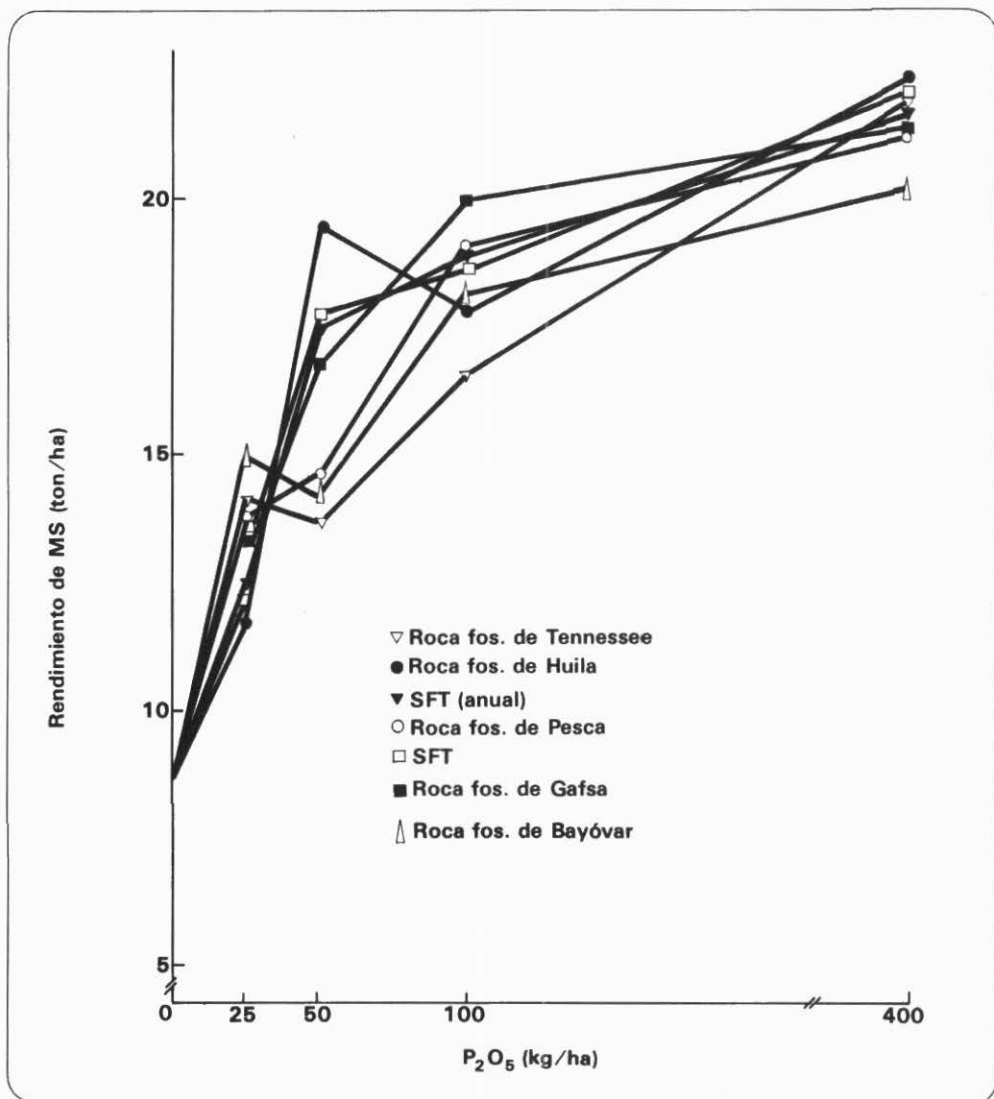


Figura 66. Efecto del portador de P y dosis de aplicación sobre el rendimiento de *Brachiaria decumbens*, cultivado en un Oxisol de Carimagua. (Total de 7 cortes.)

(tamiz < 200), minigránulos (tamiz - 48 + 140) y gránulos fertilizantes de tamaño regular (tamiz - 16 + 16). Las Figuras 69 a 71 ilustran en forma relativamente clara que los minigránulos son tan efectivos como los materiales en polvo, en todas las tasas de aplicación. El uso de minigránulos eliminaría la mayoría de los problemas químicos del manejo de rocas fosfatadas finamente molidas.

## Desarrollo de una Red de Investigación sobre Fósforo

Hasta la fecha, se han establecido 16 experimentos de campo con varios cultivos, en localidades representativas de Colombia, y además en Pucallpa, Perú. A comienzos de 1979, se establecerán varios experimentos de campo adicionales en

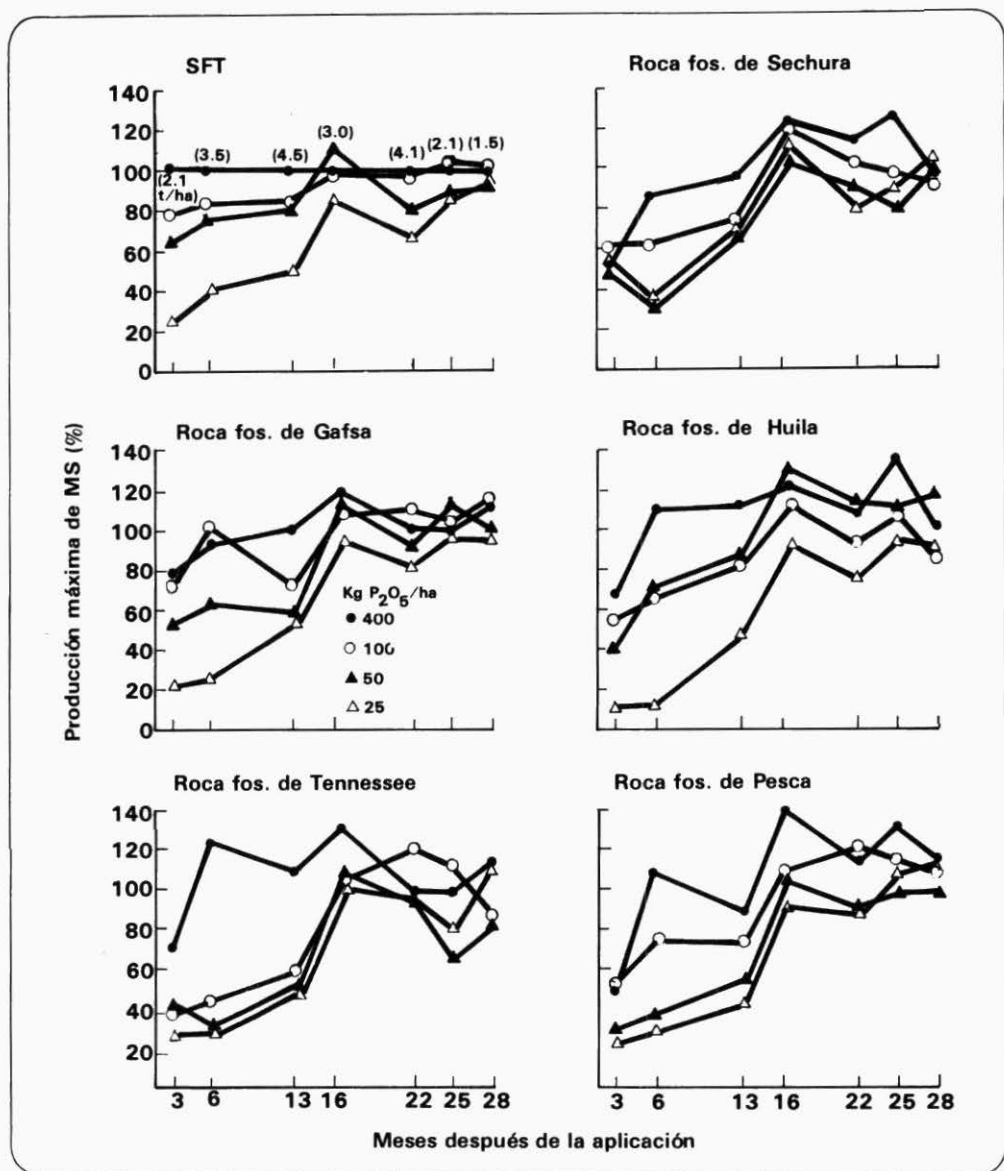


Figura 67. Efectos iniciales y residuales de cinco rocas fosfóricas en comparación con aplicaciones de SFT en los rendimientos de *Brachiaria decumbens*, cultivado en un Oxisol de Carimagua. (El SFT se considera como el 100%, con los rendimientos reales presentados entre paréntesis.)

Brasil, Colombia, Perú y Venezuela (Cuadro 36). Además, se están realizando estudios a nivel de invernadero y de laboratorio para seleccionar materiales fosfatados promisorios, los cuales posteriormente se evaluarán a nivel de campo.

Aún cuando el Proyecto Fósforo es parte integral del Programa de Ganado de Carne, también tiene iguales responsabilidades investigativas con otros cultivos, la mayoría de los cuales son precedidos o cultivados en rotación con pastos tropicales, en Oxisoles y Ultisoles.

**Efectividad agrónomica relativa de las rocas fosfóricas de varias fuentes, determinada mediante el rendimiento obtenido con la gramínea *Brachiaria decumbens*, cultivada en el campo, en Carimagua. (Suma de 7 cortes hechos en un período de 28 meses).**

Fuente de P	Efectividad relativa (%)			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicado (kg/ha)			
	25	50	100	400
Superfosfato triple	100	100	100	100
Roca fosfatada de Huila	96	110	96	109
Roca fosfatada de Pesca	111	81	101	104
Roca fosfatada de Gafsa	110	75	108	99
Roca fosfatada de Tennessee	112	78	88	106
Roca fosfatada de Sechura	125	90	87	98

## Estimación Sistemática de los Requerimientos Nutricionales

La Sección de Fertilidad de Suelos y Nutrición de la Planta se estableció en junio de 1978. Su objetivo fundamental es el de tratar de conocer, dentro de límites aceptables de precisión, los requerimientos nutricionales de las especies forrajeras cultivadas bajo condiciones de suelos ácidos infértiles.

En la mayoría de los casos, los requerimientos nutricionales de las accesiones promisorias de gramíneas y leguminosas no han sido determinados; esta falta de información representa una limitación muy significativa que detiene el progreso en la investigación. Los objetivos específicos de esta sección son los siguientes: 1) caracterizar y definir métodos analíticos para aplicar a los suelos ácidos y para analizar los tejidos de las plantas; 2) evaluar el germoplasma introducido mediante un método rápido por medio del cual se puedan determinar criterios preliminares de selección; 3) determinar los requerimientos nu-

tricionales críticos del germoplasma promisorio.

Las actividades se iniciaron con una evaluación de los laboratorios del CIAT para hacer análisis de suelos y tejidos vegetales, incluyendo los métodos analíticos utilizados para los suelos y los tejidos de las plantas.

Para llevar a cabo los análisis rutinarios de los suelos de CIAT-Quilichao y de Carimagua, los métodos de extracción adoptados son: KCl 1N para Al, Ca y Mg intercambiables, Bray II para el P y K, y finalmente, el extracto ácido doble, para micronutrientes. En el momento, el laboratorio analítico se está adaptando a un sistema para analizar un gran volumen de muestras.

Teniendo en cuenta que el germoplasma de gramíneas y de leguminosas ha sido clasificado en categorías basadas en evaluaciones anteriores, se ha adoptado un sistema de evaluación el cual es compatible con las categorías establecidas. La selec-

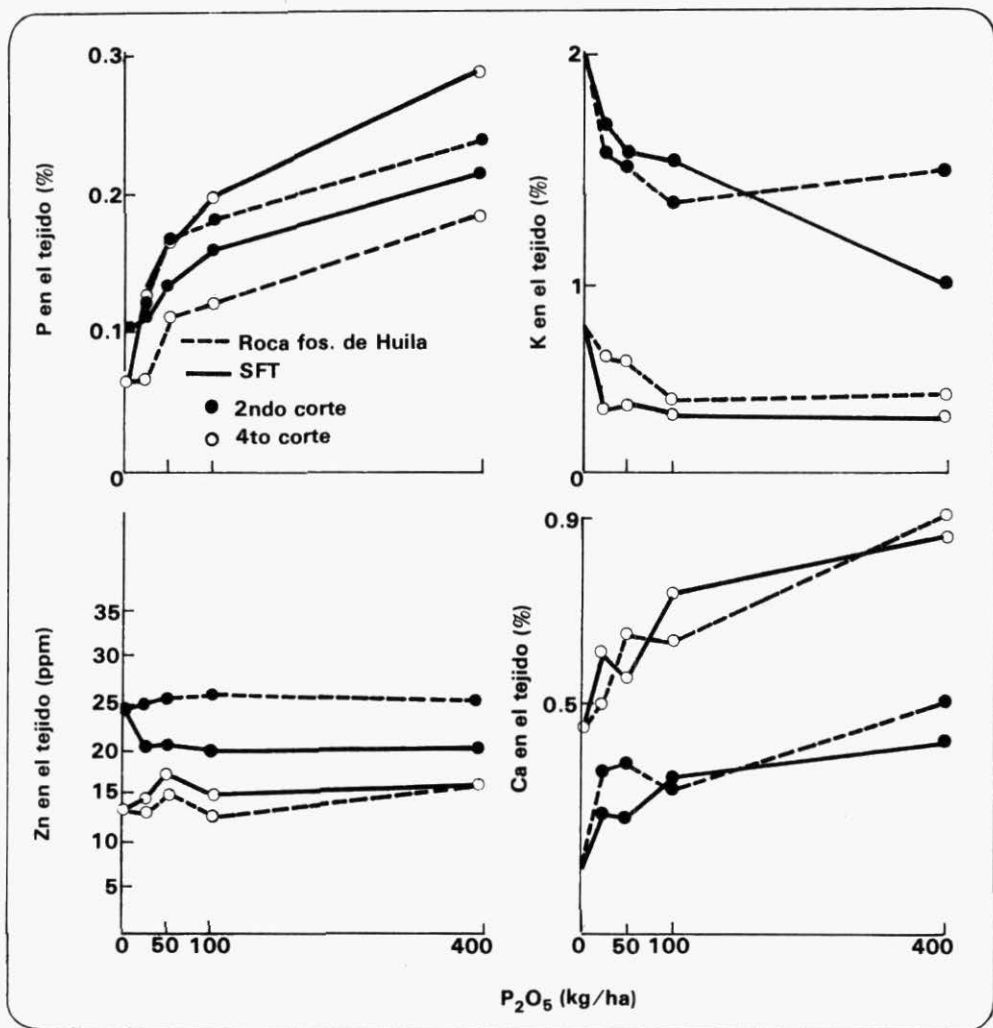


Figura 68. Efecto de dos portadores de P y dosis de aplicación de elementos esenciales seleccionados, en *Brachiaria decumbens* cultivado en un Oxisol de Carimagua.

ción preliminar que ha sido utilizada en las Secciones de Agronomía de Gramíneas y Leguminosas (Informe Anual del CIAT, 1977), representa los criterios de selección establecidos. Dentro de este parámetro, la Sección de Nutrición de Plantas utilizará los siguientes criterios para seleccionar nuevo germoplasma:

1. Una evaluación basada en síntomas visuales de deficiencias o toxicidades. El objetivo es caracterizar los factores que

contribuyen a la adaptación general del material bajo estudio a las condiciones de CIAT-Quilichao y de Carimagua.

2. Selección por tolerancia al Al mediante técnicas simples y rápidas. El objetivo es caracterizar los factores que contribuyen a la tolerancia de Al.

El material existente en las parcelas de introducción en CIAT-Quilichao y Carimagua y los materiales recién introducidos se evaluarán asignando valores

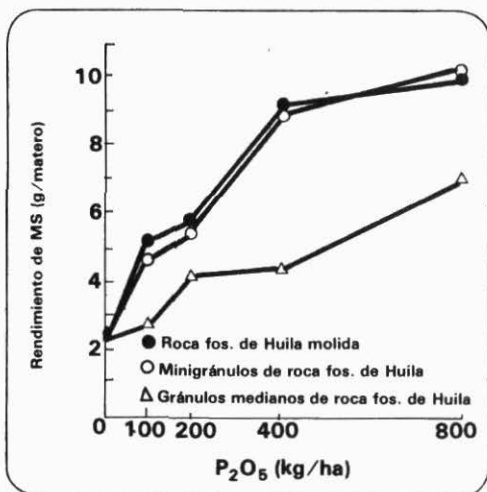


Figura 69. Efecto de la dosis y del tamaño de los gránulos de las roca fosfórica de Huila, sobre el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado en un Oxisol de Carimagua, en el invernadero. (Dos cortes)

a los síntomas visuales de deficiencias o toxicidades; éstos se confirmarán mediante análisis foliares incluyendo testigos. Además de proporcionar información para seleccionar estas especies tolerantes,

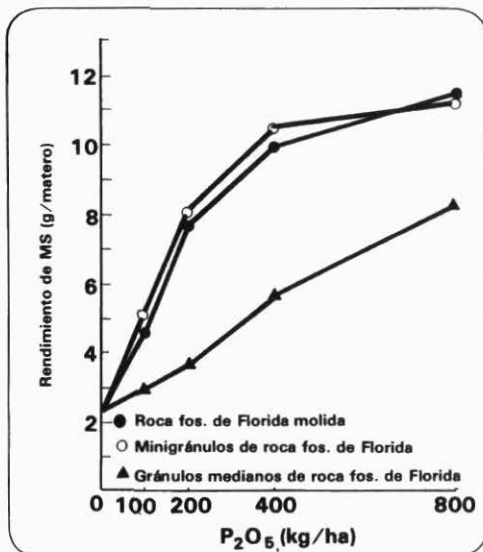


Figura 70. Efecto de la dosis y del tamaño de los gránulos de la roca fosfórica de Florida, sobre el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado en un Oxisol de Carimagua, en el invernadero. (Dos cortes).

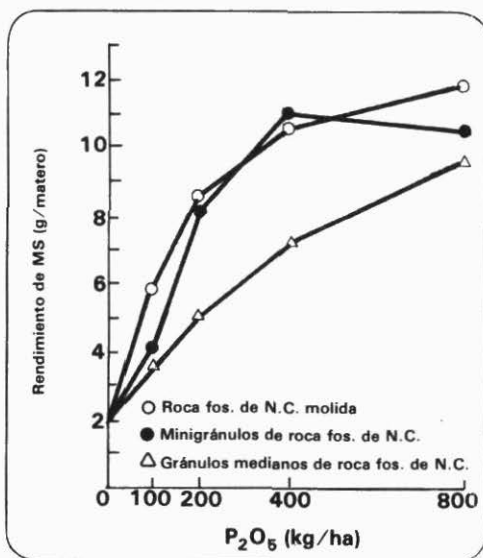


Figura 71. Efecto de la dosis y del tamaño de los gránulos de la roca fosfórica de Carolina del Norte (N.C.) sobre el rendimiento de *Panicum maximum* cultivado en invernadero en un Oxisol de Carimagua. (Dos cortes).

este sistema permitirá diseñar esquemas de los síntomas de deficiencias foliares y toxicidades minerales, lo cual facilitará las evaluaciones futuras.

El germoplasma se seleccionará por su tolerancia al Al utilizando la correlación diferencial de la técnica del sistema radicular. Esta técnica utiliza una solución de hematoxilina, la cual tiene una alta afinidad con el Al y permite la diferenciación de los tejidos meristemáticos, los cuales también tienen una afinidad directa con el Al.

El método original de la hematoxilina fue modificado ligeramente para que se ajustara a las características de la germinación de las semillas forrajeras y al crecimiento inicial de las plantas forrajeras. Esta técnica debe permitir la evaluación de una gran proporción de material de la Categoría I en un tiempo relativamente corto.

Cuadro 36.

**Lista de experimentos de campo ya establecidos y propuestos, en el Proyecto Fósforo.**

Localidad	Cultivos	Condición <sup>1</sup>	No. de exper.	Institución cooperadora
<b>Colombia</b>				
Popayán	Frijol	E	1	
Carimagua	<i>B. decumbens</i>	E	1	
	Yuca	E	1	
Quilichao	Maní/Arroz	E	1	
	<i>P. maximum</i>	P	1	
	Yuca	E	2	
	<i>B. decumbens</i>	E	2	
	Arroz/Maní	E	1	
Villavicencio	Maíz/ <i>D. ovalifolium</i> / <i>P. maximum</i>	P	1	
	Arroz riego/Maní	E	1	ICA
	Arroz seco/Maní	E	1	ICA
	<i>B. decumbens</i>	E	1	ICA
	<i>P. maximum</i>	P	1	ICA
<b>Peru</b>				
Pucallpa	<i>B. decumbens</i>	E	2	IVITA
	<i>P. plicatum</i> / <i>C. pubescens</i>	E	1	IVITA
Yurimaguas	Arroz/Maní/Soya	E	1	CRIA I-NCSU
<b>Brasil</b>				
Centro del Cerrado	Yuca	P	1	EMBRAPA-CPAC
	Soya	P	1	EMBRAPA-CPAC
<b>Venezuela</b>				
Jusepin	Maíz/Maní	P	1	U. Oriente

<sup>1</sup> E = establecido; P = propuesto.

Para los materiales en las Categorías 2, 3 y 4, se ha adoptado una determinación cuantitativa de los requerimientos nutricionales utilizando el método de la concentración crítica. Este método utiliza la técnica de interpretación de Cate-Nelson, la cual está ampliamente aceptada por su simplicidad y precisión.

Como la investigación en el área de los requerimientos de fertilizantes es dinámica, es conveniente utilizar un modelo de manejo sencillo, en el cual los resultados se puedan calcular fácilmente y analizar con rapidez. Después de que son analizados, servirán como base para revisar y hacer los ajustes necesarios en

experimentos posteriores. Este método también será útil para reajustar resultados anteriores.

En 1979 se iniciarán estudios sobre requerimientos nutricionales de las plantas forrajeras. Para facilitar su interpretación rápida estas investigaciones se harán a nivel de invernadero, utilizando suelos de Carimagua, en los cuales se estudiará la mayoría de los nutrientes. Para estudiar la toxicidad por Mn, se utilizarán suelos de CIAT-Quilichao.

En cada nivel nutricional, será posible estudiar diversas especies las cuales estarán sujetas a las siguientes evaluaciones: 1) producción de materia seca (parte aérea y raíces); 2) tasa de crecimiento (neta y

relativa); 3) análisis foliar; y 4) tasa de translocación de nutrientes.

Una vez que se hayan determinado estos parámetros, se someterán a dos tipos de evaluación para determinar los requerimientos críticos nutricionales: 1) diagramas de dispersión y 2) modelos lineales discontinuos.

Finalmente, los resultados se interpretarán por nutrientes múltiples mediante la combinación de modelos lineales discontinuos por nutrientes individuales. Para cada especie, estos criterios se utilizarán para formular los requerimientos de fertilizantes, los cuales se evaluarán inicialmente en CIAT-Quilichao y en Carimagua y posteriormente, en las pruebas regionales establecidas en toda el Área de Actuación del Programa de Ganado de Carne.

## DESARROLLO DE PASTOS

En CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia se investigó sobre el desarrollo de pastos con el objetivo global de encontrar métodos de bajo costo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados. Se lograron avances en: 1) la utilización de cultivos como precursores del establecimiento de pastos; 2) siembras a baja densidad; 3) determinación de los componentes de métodos convencionales de establecimiento; 4) siembras en franjas; y 5) introducción de leguminosas en el Cerrado nativo.

### Cultivos como Precursores en el Establecimiento de Pastos

En CIAT-Quilichao, y Carimagua se estudiaron las posibilidades de establecer pastos mientras se producen cultivos. Los potenciales del intercalamiento de especies de gramíneas y leguminosas promisorias se

evaluaron con cultivos que presentan diferencias en su hábito de crecimiento, duración del crecimiento, arquitectura de la planta y requerimientos nutricionales. En un experimento realizado en un Ultisol de Quilichao se evaluó el establecimiento de *Stylosanthes guianensis* 184 en parcelas puras y en mezclas con *Brachiaria decumbens* o *Panicum maximum* bajo cultivos de yuca, frijol, arroz, maíz, sorgo y maní. Las combinaciones se sembraron en octubre de 1977 con dos niveles de fertilidad del suelo: "bajo", 0.5 ton/ha de cal dolomítica y 100 kg de  $P_2O_5$ /ha en la forma de superfosfato triple y "alto", 4 ton/ha de cal, 400 kg de  $P_2O_5$ /ha y 100 kg de  $K_2O$ /ha, aplicados al voleo e incorporados en los primeros 15 cm del suelo. Cuando fue necesario, los cultivos recibieron riego por aspersión. A continuación, se presentan los resultados con yuca, arroz y frijol, obtenidos en CIAT-Quilichao.



## Yuca

La variedad Chiroza, sembrada a distancias de 1.2 x 0.8 m, creció muy bien y dio un rendimiento hasta de 53 ton/ha de raíces frescas, en 12 meses, cuando se estableció el monocultivo (Cuadro 37). Cuando los tres pastos se sembraron en la misma fecha que la yuca, *S. guianensis* disminuyó los rendimientos de yuca en aproximadamente un 20 por ciento pero presentó un buen establecimiento, reflejando un efecto positivo del intercalamiento. Las praderas mixtas de gramínea/leguminosa fueron muy competitivas para la yuca. Los rendimientos disminuyeron drásticamente y fue necesario cortar la pradera durante el crecimiento de la yuca, una situación impráctica. *P. maximum* disminuyó los rendimientos de yuca más que *B. decumbens*, posiblemente debido a su hábito de crecimiento erecto. No se observaron diferencias significativas debido a la fertilidad. Cuando los pastos se sembraron 60 días después de la yuca, el crecimiento de las gramíneas y

leguminosas fue pobre, probablemente debido a la baja intensidad de luz y a los ataques de la antracnosis en *S. guianensis*. De la misma manera, cuando los pastos se sembraron al voleo 210 y 300 días después de la siembra de la yuca, el cultivo no tuvo una población adecuada. La única alternativa práctica parece ser la siembra simultánea de la leguminosa con la yuca.

## Arroz

La variedad CICA 8 se sembró en hileras a 30 cm y se manejó como un cultivo de secano, pero sin problemas serios por deficiencia de agua debido al riego frecuente por aspersión. El crecimiento del arroz fue tan vigoroso que los pastos presentaron un comportamiento pobre (Cuadro 38). Cuando se sembraron al mismo tiempo, las gramíneas forrajeras se establecieron pero sólo produjeron aproximadamente el 32 por ciento de la materia seca obtenida en praderas sin arroz.

En monocultivo, *S. guianensis* produjo muy poco. Esta leguminosa fue afectada

Cuadro 37.

Efecto del intercalamiento simultáneo de yuca (cv. Chiroza Gallinaza) y pastos (3 cortes), en el Ultisol de CIAT-Quilichao.

Nivel de fertilidad	Especies <sup>1</sup>	Yuca (raíces)			Pastos (materia seca)		
		Mono-cultivo (ton/ha)	Inter-calado (ton/ha)	RR <sup>2</sup> (%)	Mono-cultivo (ton/ha)	Inter-calado (ton/ha)	RR (%)
Bajo	Yuca + Sg	45.6	38.2	84	2.1	1.0	48
	Yuca + Sg + Pm	50.8	8.9	17	6.0	6.2	103
	Yuca + Sg + Bd	42.4	17.0	40	7.0	6.4	92
Alto	Yuca + Sg	53.0	34.4	65	2.7	1.5	56
	Yuca + Sg + Pm	42.7	10.2	24	9.6	8.6	89
	Yuca + Sg + Bd	46.6	23.9	51	8.5	7.7	91

1 Especies forrajeras intercaladas: Sg = *Stylosanthes guianensis* 136; Pm = *Panicum maximum*; Bd = *Brachiaria decumbens*.

2 RR = Rendimiento Relativo =  $\frac{\text{Rendimiento cultivo intercalado}}{\text{Rendimiento en monocultivo}} \times 100$

Cuadro 38.

Efecto del intercalamiento de arroz (var. CICA 8) y de pastos (3 cortes) sembrados en diferentes épocas, en el Ultisol de CIAT-Quilichao. (El primer experimento con arroz se sembró el 12 de octubre de 1977).

Siembra de pastos después del arroz (días)	Nivel de fertilidad	Especies <sup>1</sup>	Arroz en grano		RR <sup>2</sup> (%)	Pastos (materia seca)		RR <sup>2</sup> (%)
			Mono-cultivo	Inter-calado		Mono-cultivo	Inter-calado	
			(ton/ha)	(ton/ha)	(ton/ha)	(ton/ha)		
0	Bajo	Arroz + Sg	2.27	2.80	123	2.15	0.04	2
		Arroz + Sg + Pm	2.65	3.38	128	5.97	2.31	39
		Arroz + Sg + Bd	3.06	3.82	125	6.99	1.96	28
		Media	2.66	3.33	125	5.04	1.44	29
	Alto	Arroz + Sg	4.59	5.04	110	2.67	0.02	1
		Arroz + Sg + Bd	4.54	4.18	92	9.60	3.98	41
		Arroz Sg + Bd	6.53	4.80	74	8.96	2.03	23
		Media	5.22	4.67	90	6.98	2.01	28
45	Bajo	Arroz + Sg	2.27	3.19	140	2.15	0.00	0
		Arroz + Sg + Pm	2.65	3.82	144	5.97	0.00	0
		Arroz + Sg + Bd	3.06	4.32	141	6.99	0.00	0
		Media	2.66	3.78	142	5.04	0.00	0
	Alto	Arroz + Sg	4.59	5.14	112	2.67	0.00	0
		Arroz + Sg + Pm	4.54	6.37	140	9.60	0.00	0
		Arroz + Sg + Bd	6.53	6.20	95	8.96	0.00	0
		Media	5.22	5.90	113	6.98	0.00	0
60	Bajo	Arroz + Sg	2.27	3.61	159	2.15	0.00	0
		Arroz + Sg + Pm	2.65	2.40	91	5.97	0.00	0
		Arroz + Sg + Bd	3.06	3.10	101	6.99	0.00	0
		Media	2.66	3.04	114	5.04	0.00	0
	Alto	Arroz + Sg	4.59	5.23	114	2.67	0.00	0
		Arroz + Sg + Pm	4.54	4.90	108	9.60	0.00	0
		Arroz + Sg + Bd	6.53	6.20	105	8.96	0.00	0
		Media	5.22	5.44	104	6.90	0.00	0

1 Especies forrajeras intercaladas: Sg = *Stylosanthes guianensis* 136; Pm = *Panicum maximum*; Bd = *Brachiaria decumbens*.

2 RR = Rendimiento Relativo =  $\frac{\text{Rendimiento intercalado}}{\text{Rendimiento en monocultivo}} \times 100$

por la antracnosis cuando se cultivó con arroz, pero de manera mucho menos severa que cuando se cultivó sola. Cuando los pastos se sembraron 45 y 60 días después del arroz, se establecieron tan pocas plantas que no fue posible obtener estimativos de la producción de materia seca. Los rendimientos de arroz fueron altos, particularmente con niveles de alta fertilidad. A los bajos niveles de fertilidad, los rendimientos de arroz aumentaron en aproximadamente un 27 por ciento cuando se intercaló con pastos; este efecto prácticamente desapareció a un alto nivel de fertilidad. Aún no se comprende el porqué de esta observación inesperada.

En julio de 1978 se estableció un segundo experimento con la misma variedad de

arroz, sembrada a dos distancias entre hileras (30 y 45 cm), a fin de que la competencia fuera menor para los pastos utilizados. Se reemplazó el *S. guianensis* por *Desmodium ovalifolium* 350 debido a su mejor tolerancia a la antracnosis y al sombrío. La leguminosa se sembró con la gramínea *B. decumbens*, cada una de las cuales se sembró entre hileras alternas de arroz a los 14, 30, 45 y 120 días después de la siembra del arroz. El arroz se cosechó 180 días después de la siembra. Los rendimientos del arroz fueron aún más altos que antes, alcanzando un máximo de 7.7 ton/ha. La Figura 72 muestra que los rendimientos de arroz fueron severamente afectados por el intercalamiento de los pastos 15 días después de la siembra del arroz, pero los rendimientos de arroz se

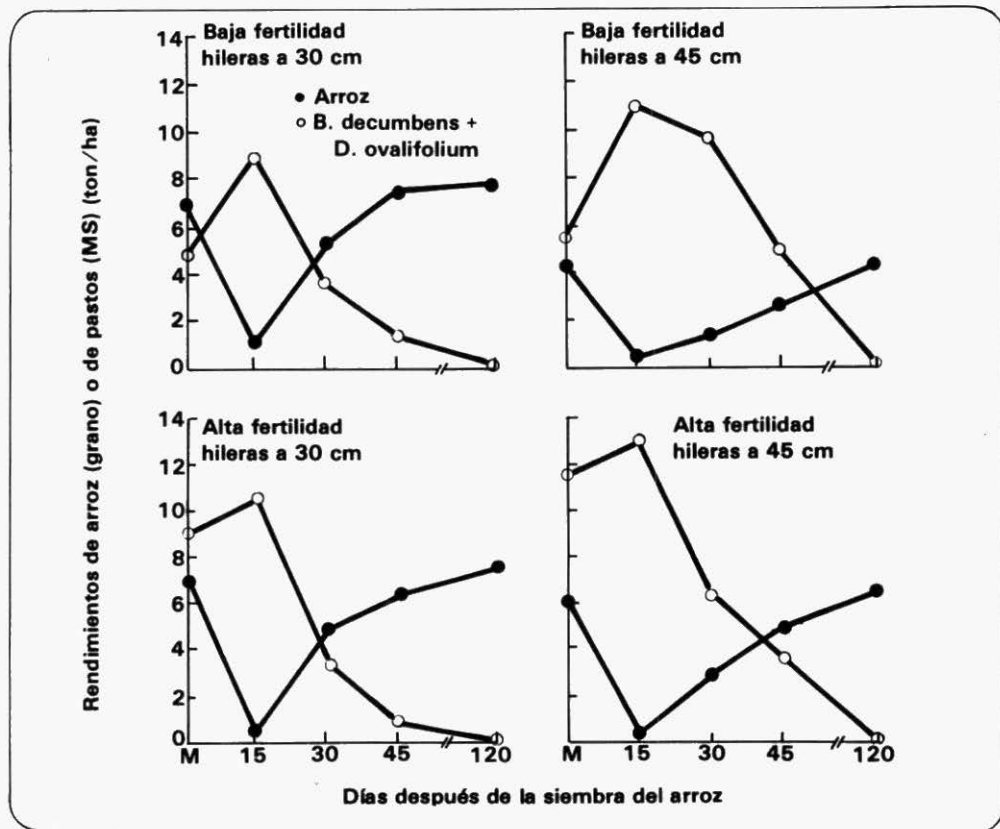


Figura 72. Efectos del nivel de fertilidad y del espaciamento entre las hileras de arroz en el tiempo en el cual se intercaló arroz (var. CICA 8) con *Desmodium ovalifolium* y *Brachiaria decumbens*, en CIAT-Quilichao. (Siembra de julio de 1978. M= monocultivos de arroz o de especies de pastos.)

aproximaron al máximo cuando el intercalamiento se retrasó hasta los 45 días después de la siembra y el crecimiento de los pastos aún fue bueno. El punto óptimo para el sistema de intercalamiento parece ser entre los 30 y 45 días. Esta cifra también muestra la naturaleza altamente competitiva de este sistema de cultivos intercalados. La mayor distancia entre hileras es mejor para los pastos y viceversa. Los resultados indican que es factible el establecimiento de pastos con variedades vigorosas de arroz, que sean de poca altura y con un alto potencial de rendimiento.

### Fríjol

También, se ensayó el fríjol como cultivo intercalado para evaluar el potencial de un cultivo de madurez temprana con altos requerimientos de fertilidad. Los resultados de la primera cosecha (Cuadro 39) muestran altos rendimientos con un alto nivel de fertilidad y ningún efecto de los pastos intercalados sobre los rendimientos del fríjol hacia la mitad del ciclo

de vida del fríjol. En presencia del fríjol, la producción de pastos disminuyó aproximadamente la mitad. Sin embargo, el hecho de que los pastos no ejercieron efecto adverso sobre los rendimientos de fríjol indica que el establecimiento de pastos intercalados con fríjol, es altamente deseable con este cultivo de ciclo corto.

### Desarrollo de Pastos en los Llanos

La Sección de Desarrollo de Pastos de Carimagua inició una serie de nuevos ensayos durante 1978, con énfasis principalmente en métodos de establecimiento de pastos con bajos insumos y sistemas de mantenimiento y manejo de pastos. Esta ampliación de los esfuerzos fue posible gracias a la adición de un especialista en nutrición de plantas, quien ha asumido la responsabilidad de gran parte de la investigación sobre requerimientos de cal y de nutrimentos, previamente realizada por este grupo.

Cuadro 39.

**Efecto del intercalamiento del fríjol (var. ICA-Tui) con pastos (1 cosecha) sembrados 45 días después del fríjol, en CIAT-Quilichao. (Siembra en octubre 11, 1977).**

Nivel de fertilidad	Especies <sup>1</sup>	Rendimientos de grano de fríjol			Rendimientos de MS de pastos		
		Mono-cultivo (ton/ha)	Inter-calado (ton/ha)	RR <sup>2</sup> (%)	Mono-cultivo (ton/ha)	Inter-calado (ton/ha)	RR <sup>2</sup> (%)
Bajo	Fríjol + Sg	1.08	1.08	100	0.80	0.37	46
	Fríjol + Sg + Pm	1.06	0.91	86	2.03	1.27	62
	Fríjol + Sg + Bd	1.22	1.24	102	1.70	0.93	55
	Media	1.12	1.08	96	1.51	0.86	57
Alto	Fríjol + Sg	1.57	1.58	100	1.40	0.85	61
	Fríjol + Sg + Pm	1.63	1.47	90	6.06	2.19	36
	Fríjol + Sg + Bd	1.67	1.84	110	2.29	2.11	92
	Media	1.62	1.63	100	3.25	1.72	53

1 Especies forrajeras intercaladas: Sg = *Stylosanthes guianensis* 136; Pm = *Panicum maximum*; Bd = *Brachiaria decumbens*.

2 RR = Rendimiento Relativo =  $\frac{\text{Rendimiento intercalado}}{\text{Rendimiento en monocultivo}} \times 100$

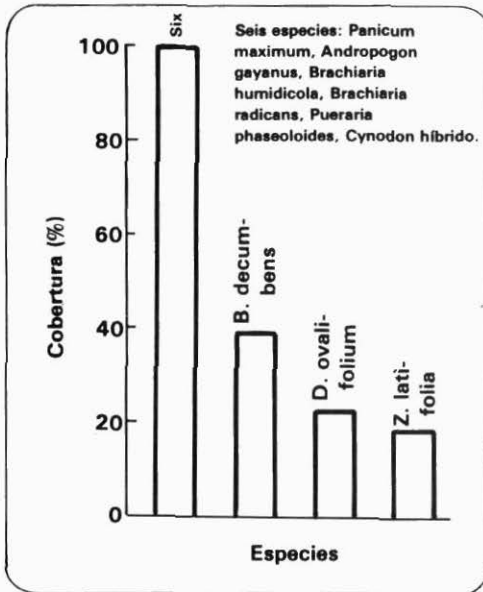
Durante el establecimiento de una serie de nuevos ensayos se ha aprendido una serie de lecciones con relación a los métodos de establecimiento. Se sembró una serie de ensayos en sitios en donde la sabana nativa había sido pastoreada en forma relativamente intensiva, lo cual resultó en cambios en la composición botánica y en la presencia de una mayor cantidad de maleza, con respecto a la que normalmente se encuentra en la sabana nativa vírgen. En varios ensayos, se presentaron serios problemas de competencia por malezas debido a la aplicación de P al voleo, antes o al momento de la siembra, por lo cual se requirió el control de malezas, por medios químicos o manuales, después de la siembra. En contraste, los ensayos que se sembraron en hileras con el fertilizante aplicado en bandas no presentaron problemas serios de malezas durante la fase de establecimiento. Los problemas más severos con las malezas se presentaron cuando la semilla y los fertilizantes se aplicaron al voleo. Esta experiencia hace énfasis en la importancia de la fertilización en bandas o localizada, al momento de la siembra. Después del establecimiento de los pastos, es apropiado hacer las aplicaciones de los fertilizantes al voleo.

Varias observaciones hechas durante la estación indican la importancia de la competencia de plántulas de gramíneas y leguminosas con gramíneas y leguminosas ya establecidas. Por ejemplo, las nuevas plántulas de *A. gayanus* rara vez sobrevivieron o crecieron considerablemente en la presencia de una población relativamente rala y ya establecida de *A. gayanus* (aproximadamente, 20,000 plantas/ha). En un ensayo de siembra a baja densidad (1000 plantas/ha) con *A. gayanus*, se observó que, en un radio de aproximadamente 1 m alrededor de las plantas madres (las plantas originalmente sembradas), el terreno sembrado estaba

libre de plántulas nuevas. Más allá de ese radio, la población de nuevas plántulas fue excelente. Otro ejemplo se presenta con plántulas de *Stylosanthes capitata*. En la presencia de plantas establecidas de *S. capitata*, las plántulas desarrollaron un vigor moderado, pero, en la presencia de gramíneas establecidas, las plántulas presentaron poco crecimiento y exhibieron síntomas severos de deficiencia de K y Mg. Es bien conocido el hecho de que, generalmente, las plántulas de pastos tienen requerimientos más altos de nutrimentos (concentración de los nutrimentos en la solución del suelo) durante la fase de plántula que después de su establecimiento. Parece lógico que la competencia por las plantas ya establecidas agravaría esta situación, por lo cual se requeriría un mantenimiento especial cuando es necesario favorecer la supervivencia de las plántulas para aumentar la población.

## Establecimiento de Pastos

Se continuaron los trabajos de experimentación con las siembras a baja densidad, los cuales se presentaron preliminarmente en el Informe Anual del CIAT de 1977 (ver páginas A-67 y A-68). Se sembraron 10 especies a razón de 1000 montículos/ha con una aplicación inicial de fertilizantes sólo en el montículo. Después de asegurar el establecimiento, el fertilizante se aplicó al voleo entre los montículos. Los datos preliminares del establecimiento se presentaron en ese informe. El porcentaje de cobertura del área de las parcelas, utilizado como una medida del establecimiento, se presenta en la Figura 73. En mayo se había logrado una cobertura total con *Brachiaria humidicola*, *B. radicans*, un híbrido de *Cynodon*, *A. gayanus*, *P. maximum* y *Pueraria phaseoloides*. La fertilidad extremadamente baja del suelo fue un mecanismo efectivo para el control de las malezas y por



**Figura 73.** Porcentaje de cobertura proporcionada por estolones y/o plántulas, en mayo de 1978, en una siembra a baja densidad (1000 sitios/ha) hecha en setiembre de 1977.

lo tanto, éstas no constituyeron un problema. Las poblaciones iniciales de *S. capitata* 1078 fueron muy pobres y la resiembra no fue satisfactoria; en consecuencia, no se tienen datos confiables para dicha especie.

En junio, 9 meses después de la siembra, las parcelas de *B. humidicola*, *B. radicans*, *P. maximum*, *A. gayanus* y *P. phaseoloides* estaban listas para el pastoreo. En ese momento, el colchón de *P. phaseoloides* no estaba bien enraizado pero, después del pastoreo, estaba totalmente anclado en el suelo. El híbrido de *Cynodon* proporcionó cobertura pero presenta una adaptación muy pobre para ser considerado promisorio para este ecosistema.

Para setiembre de 1978 (1 año después del establecimiento), todas las especies, excepto *S. capitata*, habían proporcionado una cobertura total. La Figura 74 muestra la condición de *A. gayanus* en mayo, poco

tiempo después del inicio de la estación de lluvias. Los recuentos de población, presentados en el Cuadro 40, dieron un promedio de más de 150 plantas/m<sup>2</sup> para *A. gayanus* desarrolladas a partir de 1000 plantas/ha en la siembra original. Los recuentos de población para *P. maximum* fueron mucho menores, oscilando entre 5 y 15 plantas/m<sup>2</sup> pero esta población se considera adecuada para el establecimiento de este pasto.

El sistema de siembra a baja densidad para el establecimiento de pastos muestra ser muy promisorio para reducir la inversión inicial en fertilizantes, mano de obra y semilla, factores que con frecuencia son recursos críticos limitantes en regiones en desarrollo. Con base en estas primeras experiencias se ha establecido una serie de ensayos nuevos. En uno de ellos se estudia la interacción de los métodos de labranza con la densidad de siembra de *A. gayanus*. En otro, se evaluará el efecto del estado de desarrollo de la sabana nativa (con quema y sin quema) en el establecimiento de tres leguminosas (*D. ovalifolium*, *S. capitata* y *P. phaseoloides*) asociadas con *A. gayanus*. En otro ensayo, se prueba la interacción de los métodos de labranza y especies de gramíneas.

También, se están estudiando métodos convencionales de establecimiento en ensayos sembrados durante el año. La interacción de labranza x especies x fecha de siembra incluye la preparación convencional de lechos para la simiente y el control de la labranza nativa mediante una cubierta protectora del rastrojo. Otro ensayo está diseñado para evaluar la interacción entre los métodos de siembra y la época de siembra de leguminosas con relación a la época de siembra de las gramíneas. Se incluyen cuatro asociaciones con *S. capitata*, *P. phaseoloides*, *A. gayanus* y *P. maximum*. Las primeras evaluaciones indican que la



**Figura 74.** *Andropogon gayanus* establecido mediante el método de siembra rala, en Carimagua. Las plantas "madres" (con porte alto) se sembraron en setiembre de 1977, espaciadas a 3.16 m (1000 sitios/ha). Estas plantas comenzaron a producir semilla en noviembre, al final de la estación lluviosa; y la germinación ocurrió después de las primeras lluvias de la siguiente estación lluviosa, en marzo de 1978. Las semillas se establecieron en el fondo de los surcos dejados por la cultivadora, dando la impresión de haber sido sembradas a propósito en hileras. Los recuentos de población, hechos en abril de 1978, dieron un promedio de 150 plantas/m<sup>2</sup>.

siembra en surcos alternos o pares alternos de surcos proporciona el mejor equilibrio. La siembra al voleo y la aplicación de

fertilizantes también al voleo, ha resultado en un excesivo crecimiento de malezas y un deficiente equilibrio entre las especies.

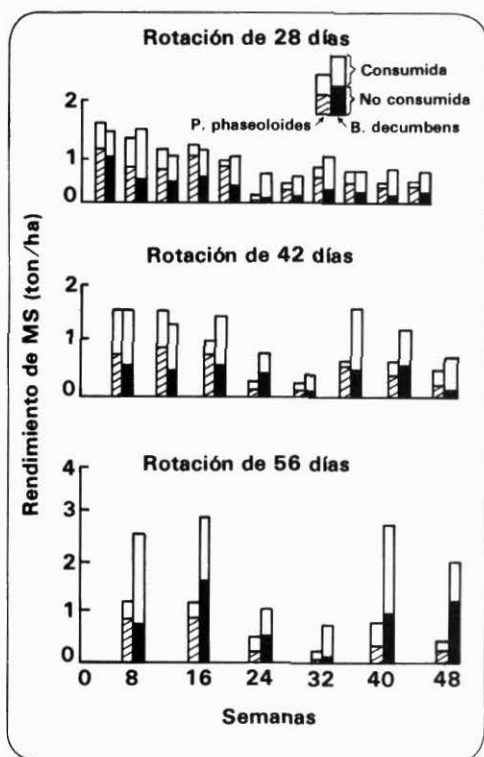
## Mantenimiento y Manejo de Pastos

El experimento sobre siembra en franjas de *P. phaseoloides*/gramínea, iniciado en 1975-76 y descrito en el Informe Anual del CIAT de 1977 se continuó en 1978 con algunas modificaciones. *B. decumbens* sigue siendo fuertemente competitivo en rotaciones de 56 y 42 días y mantiene buenas poblaciones aún en rotaciones de 28 días (Figuras 75 y 76). Ha invadido las franjas de *P. phaseoloides*, especialmente en la rotación de 56 días. Este tiempo es suficiente para que *B. decumbens* produzca semilla; la mayor parte de la invasión

Cuadro 40.

**Efecto del P y del K en los recuentos de población de siembras de *Andropogon gayanus* y de *Panicum maximum*, a baja densidad, en Carimagua, 1978.**

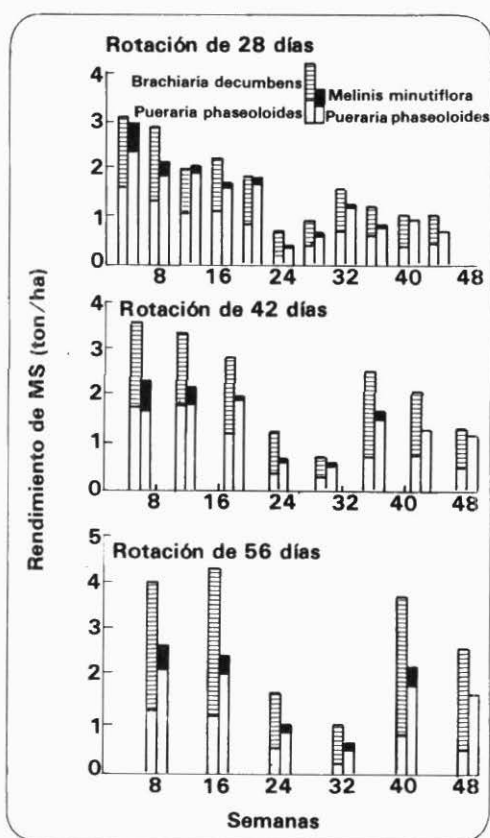
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha			
	0.5	1	3	9
	(plantas/m <sup>2</sup> )			
<i>A. gayanus</i>	97	170	144	176
<i>P. maximum</i>	4.8	6.3	6.6	13.2
	K <sub>2</sub> O kg/ha			
	0	0.5	1.5	
<i>A. gayanus</i>	136	160	146	
<i>P. maximum</i>	6.4	7.3	9.5	



**Figura 75.** Efecto de la frecuencia del pastoreo sobre la producción de materia seca y consumo de forraje de *Pueraria phaseoloides* y *Brachiaria decumbens* sembradas en franjas alternas de 2.5 m, en Carimagua.

parece haber ocurrido mediante plántulas nuevas. Hay mucho menos invasión en las rotaciones de 42 y 28 días.

Por otra parte, *Melinis minutiflora* e *Hyparrhenia rufa* comenzaron a declinar en etapas muy tempranas de los ciclos de pastoreo en las tres rotaciones; a mediados de 1978, estas dos gramíneas habían desaparecido de las franjas de 2.5 m en donde se habían sembrado inicialmente. Estas especies fueron desplazadas por *P. phaseoloides* de las franjas alternas de 2.5 m. El fracaso de estas dos gramíneas se debió a una serie de factores. Las poblaciones iniciales de todas las especies fueron buenas, con la excepción de *H. rufa*, la cual presentó desventajas desde un



**Figura 76.** Efecto de la frecuencia del pastoreo sobre la producción de materia seca total de dos asociaciones de pastos, en Carimagua.

comienzo. Bajo las condiciones de Carimagua, ambas especies presentan tasas de crecimiento relativamente lentas en comparación con *B. decumbens*, la cual se recupera rápidamente después del pastoreo y produce mucha más materia seca que las otras en un determinado período de descanso. El diseño del experimento no permitió el pastoreo separado de las tres asociaciones; en consecuencia, el pastoreo preferencial de *M. minutiflora* y *H. rufa* también contribuyó a su fracaso. Ambas especies son bastante apetecibles durante la estación de lluvias. La disminución rápida de *M. minutiflora* se ilustra en la Figura 76. Los datos para *H. rufa* son casi idénticos. Las dos gramíneas desplazadas por *P.*



*phaseoloides* fueron reemplazadas a finales del año por *B. humidicola* y por *P. maximum* después de hacer un pase de rastra de discos sobre la franja de gramíneas para controlar la invasión de *P. phaseoloides*. Se considera que ambas especies son lo suficientemente agresivas para mantener poblaciones estables con *P. phaseoloides*. Con base en observaciones hechas en otros ensayos establecidos en Carimagua, estas dos especies parecen presentar un vigor y una tasa de producción de materia seca muy similares a *B. decumbens*.

La Figura 75 muestra que la producción de leguminosas se correlaciona negativamente con la producción de gramíneas. Hasta la fecha, la producción total de leguminosas ha sido mayor en la rotación de 28 días y menor en la rotación de 56 días. La tendencia de la producción total de gramíneas ha tomado la dirección opuesta con la mayor producción en la rotación de 56 días. La producción total combinada fue mayor para la rotación de 28 días y menor para la de 56 días. Aparentemente, la rotación de 42 días sería la mejor de las opciones para la producción y persistencia tanto, de *B. decumbens* como de *P. phaseoloides*.

Durante el ciclo de pastoreo de 1978, se observó que *B. decumbens*, establecido dentro de la franja de *P. phaseoloides*, se benefició con la mejor fertilidad, en tanto que *B. decumbens*, a sólo 2.5 m de distancia en la mitad de la franja de la gramínea, presenta claras deficiencias de N. La gramínea parece estar mejorando a expensas de la leguminosa en la franja de la leguminosa y declina rápidamente, por falta de N, en la franja de gramíneas. Es posible que la leguminosa mejore en las franjas de la gramínea a medida que disminuya la competencia de la gramínea. Este puede ser (en cuanto a espacio) un ejemplo de ciclos de: mejoramiento de la

gramínea/disminución de la leguminosa y posteriormente, disminución de la gramínea/mejoramiento de la leguminosa, observados en el transcurso del tiempo, bajo condiciones de campo. Podría ser posible diseñar un tipo de parcela para pastoreo con una distribución espacial que favorezca un cambio cíclico en el equilibrio de especies forrajeras pero con ciclos no correspondientes en cuanto a madurez de las plantas entre una franja y otra, lo cual proveería una disponibilidad permanente de forraje y una calidad constante de pastos dentro de la parcela.

En este experimento, la leguminosa *P. phaseoloides* se estableció en 1975 y las gramíneas se establecieron a principios de 1976. Aunque la leguminosa está declinando en la asociación con *B. decumbens* (Figura 75) ha persistido durante tres estaciones secas; pareciera que es una especie productiva, de vida relativamente larga en los ecosistemas de sabana similares al que tiene Carimagua. Requiere niveles de fertilización más altos que *S. capitata* y *Zornia latifolia*.

La validez de este tipo de experimento de pastoreo rotacional está por comprobarse; es difícil extrapolar los resultados obtenidos en las experiencias investigativas a las condiciones de nivel de finca. Con base en los resultados promisorios que se han obtenido con *B. decumbens* y *P. phaseoloides* y en la aparente longevidad de *P. phaseoloides* se ha iniciado un ensayo sobre distribución espacial de las dos especies, en la cual el ancho de la franja con cada especie varía entre 0 y 8 m, en tanto que el ancho de la franja de la especie asociada se mantiene constante a 4 m. Este nuevo ensayo será pastoreado continuamente, con presiones de pastoreo ajustadas a la disponibilidad de forraje. Se tomarán datos sobre la

persistencia de las especies, invasión de las franjas, incidencia de malezas y eficiencia de la transferencia de N de la leguminosa a la gramínea.

En 1978, se inició un ensayo adicional relacionado con el mantenimiento y manejo de praderas, a fin de estudiar la interacción entre niveles de P y asociaciones de especies forrajeras. Se han establecido cuatro asociaciones combinando dos gramíneas y dos leguminosas (*P. maximum*, *A. gayanus*, *S. capitata* y *P. phaseoloides*); cada una de las asociaciones se fertilizó con tres niveles diferentes de P. Las gramíneas y las leguminosas incluídas en el ensayo difieren marcadamente en sus requerimientos de P; consecuentemente, el nivel de P debe ejercer un fuerte efecto en la competitividad relativa y productividad de los componentes de las asociaciones.

### Disponibilidad de Humedad en el Subsuelo para las Especies de Pastos

Al comienzo de la estación seca de 1977-78, se instalaron bloques Bouyoucos a diferentes profundidades del perfil del suelo hasta 1.20 m, con el fin de medir la extracción de humedad del subsuelo que hacen varias gramíneas. Los resultados obtenidos son aún preliminares. En la estación seca venidera, se adelantarán trabajos adicionales. En la Figura 77 se observa que *P. maximum* y la sabana nativa mostraron tener capacidades de extracción de humedad casi idénticas. Ambos tipos fueron relativamente ineficientes para extraer humedad a profundidades de 90 y 120 cm, en comparación con *A. gayanus* y *B. decumbens*, las cuales secaron totalmente el perfil hasta una

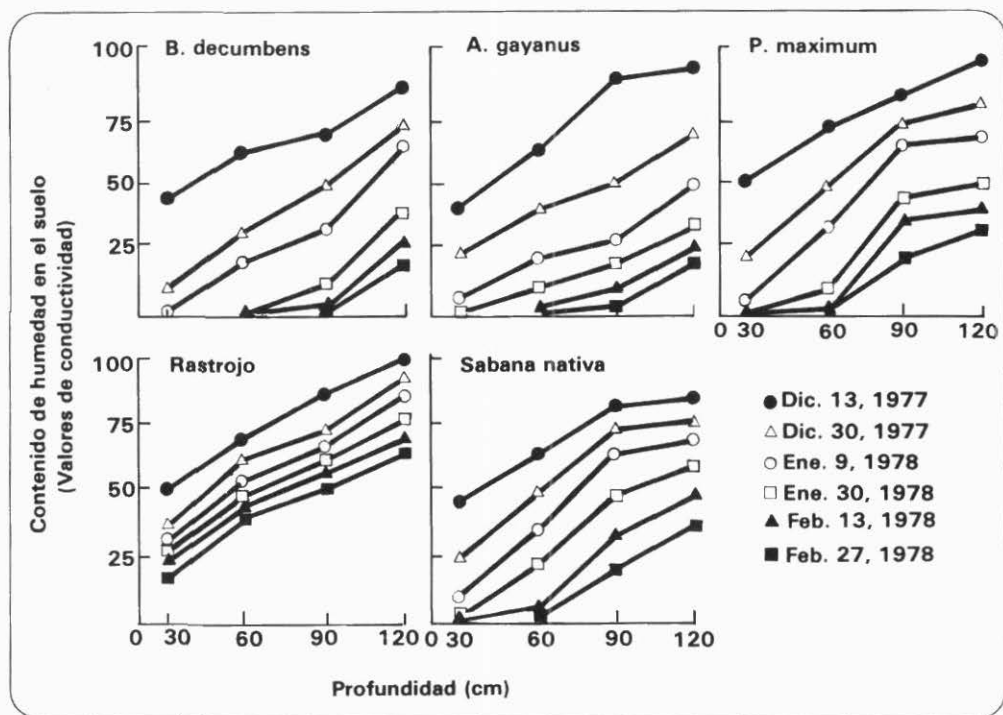


Figura 77. Perfiles de extracción de humedad en suelos de rastrojo, o cubiertos con sabana nativa, *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*, durante la estación seca de 1977-78, en Carimagua.

profundidad de 90 cm y aparentemente, extrajeron mayor humedad a 120 cm que los otros dos pastos. Bajo condiciones de rastrojo, aunque se perdió algo de humedad del subsuelo, éste permaneció relativamente húmedo durante la estación seca aún a una profundidad de 30 cm. Es necesario anotar que los índices obtenidos no corresponden al contenido de humedad del suelo sino que son valores de conductividad y por lo tanto, no se deben tomar como mediciones precisas del contenido de humedad.

Estas observaciones tienen buena correlación con la aparente resistencia a la sequía de las especies observadas. *A. gayanus* y *B. decumbens* se caracterizan por su buen comportamiento durante la estación seca. En gran parte, esto se puede deber a su habilidad para enraizar profundamente, teniendo entonces la capacidad de extraer la humedad almacenada en el subsuelo. *P. maximum* se comporta en forma bastante pobre en las épocas de verano y aparentemente es incapaz de utilizar la humedad del subsuelo en la misma forma como lo hacen las otras dos gramíneas.

Se ha especulado sobre cuáles podrían ser las asociaciones de leguminosas/gramíneas más convenientes para los ecosistemas de sabana, en donde la estación seca es severa y prolongada. Las gramíneas que tengan más tolerancia a la sequía, quizás no sean las plantas más deseables en tales ecosistemas puesto que, obviamente, competirán más fuertemente y con mayor ventaja con la leguminosa por la limitada humedad disponible. En consecuencia, lo más deseable sería asociar una gramínea menos competitiva pero que tolere bien la estación seca y que se recupere rápidamente en la siguiente estación de lluvias.

## Requerimientos de Fertilizantes bajo Pastoreo

En áreas limitadas de parcelas sometidas al pastoreo, se evalúan las respuestas de *B. decumbens* a los principales elementos fertilizantes, bajo tres cargas animales. Se ha observado una marcada respuesta al N, pero aún no ha sido posible observar respuesta a los tratamientos con P y K utilizando dos repeticiones de un diseño factorial completo 3 x 3.

## Desarrollo de Pastos en el Cerrado (Proyecto Colaborativo CIAT/CPAC-EMBRAPA)

Una revisión hecha en la literatura publicada sobre la respuesta de los cultivos y los forrajes a factores edáficos y nutricionales indica que se dispone de muy poca información para predecir cuáles son los factores edáficos más importantes que limitan la utilización eficiente de las gramíneas y leguminosas forrajeras de interés en el Cerrado de Brasil. Para algunos cultivos y posiblemente, para *B. decumbens*, se tiene un buen conocimiento de los requerimientos de fertilización con P para su establecimiento, pero se conoce muy poco sobre los requerimientos del establecimiento y mantenimiento para leguminosas forrajeras o para asociaciones de gramíneas/leguminosas. La mayor parte de las investigaciones realizadas en 1978, con relación a los métodos de establecimiento, se hizo con especies forrajeras cultivadas. Hay poca información sobre mejoramiento de pastos nativos, incluyendo la introducción de leguminosas en sabanas nativas. Tradicionalmente, las praderas mejoradas en el Cerrado de Brasil se han desarrollado mediante métodos costosos mecanizados para efectuar el desmonte, arada, encalamiento y preparación completa del

suelo para la siembra de poblaciones puras de gramíneas o bien, asociaciones de gramíneas/leguminosas. La persistencia de las leguminosas ha sido siempre un problema; actualmente, la mayoría de los agricultores e investigadores es pesimista acerca del potencial de las asociaciones gramíneas/leguminosas. La fertilización de mantenimiento y el mejor manejo del pastoreo, probablemente, ayudarían a superar algunos de los problemas de la persistencia de las leguminosas.

## Factores Nutricionales Limitantes

Para identificar estos factores se inició una serie de experimentos exploratorios establecidos en materos. Todos los elementos mayores, secundarios y micronutrientes, excepto N, P, Cl y Fe, se incluyeron en un diseño factorial<sup>28</sup> con un cuarto de repetición. El P y Fe se estudiaron en ensayos anexos siendo el P un elemento constante en los experimentos factoriales. Se utilizaron dos plantas indicadoras para cuantificar requerimientos de fertilidad altos y bajos, en dos experimentos establecidos con dos Oxisoles, el Latosol Vermelho Escuro (LVE) y el Latosol Vermelho Amarelo (LVA). Se observó una respuesta visual muy notoria al S en ambos suelos y con ambas plantas indicadoras. Sólo se dispone de datos de respuesta en términos de materia seca para el LVA. Estos datos confirman las observaciones de deficiencia de S y también muestran otras deficiencias.

La producción de materia seca de *Centrosema* híbrido 448 se duplicó cuando se aplicaron 30 kg de S/ha. *Calopogonium muconoides* también respondió significativamente al S. Ambas leguminosas respondieron al Ca cuando se aplicaron 500 kg/ha en forma de  $\text{CaCO}_3$ , lo cual se ha interpretado como una respuesta al Ca como elemento y no como un efecto del enclamiento logrado con el

$\text{CaCO}_3$ . Se están haciendo análisis de plantas y del suelo para confirmar esta hipótesis.

El K también se ha identificado como factor limitante para ambas leguminosas en el suelo LVA. En *Centrosema* se observó una respuesta significativa al Mo. Probablemente, a medida que las próximas cosechas continúen extrayendo nutrientes del suelo se presentarán otras deficiencias.

Con base en estas observaciones, se han iniciado experimentos con S, Ca, K y Mo. Si en los experimentos establecidos en materos se comprueba que otros nutrientes son potencialmente limitantes, se probará la aplicación de tales elementos por aspersión.

## Requerimientos de la Planta Durante el Establecimiento

Los suelos del Cerrado son típicamente deficientes en P pero la cantidad de P requerida para el establecimiento y mantenimiento de praderas de leguminosas no está aún bien definida. Como base para seleccionar niveles de P que se utilizarían en experimentos de campo, se hizo un ensayo preliminar en materos con las mismas plantas leguminosas y suelos previamente descritos. El objetivo adicional es verificar la validez de los niveles de P y Ca escogidos para el experimento anterior.

Se utilizaron cuatro niveles de P equivalentes a 50, 100, 200 y 400 kg de P/ha en la forma de monofosfato de calcio y 0, 100, 500 y 1000 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha. Para el suelo LVA, las respuestas de las plantas se presentan en las Figuras 78 y 79. En ambas especies se observó respuesta al  $\text{CaCO}_3$  en niveles equivalentes a 500 kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha pero no por encima de este nivel. La respuesta al P fue alta, aún a

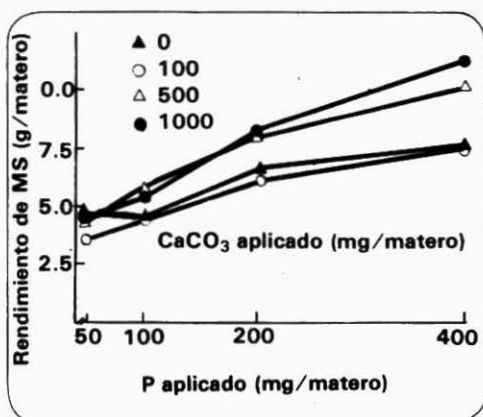


Figura 78. Respuesta de *Calopogonium muconoides* a las aplicaciones de cal y P, en un Latosol rojo-amarillo, en Brasilia, Brasil.

niveles de 200 y 400 kg de P/ha. Esto indica que se requieren grandes cantidades de P para lograr un máximo crecimiento de plántulas en el campo.

Con base en los resultados anteriores, se inició en 1978 un experimento de campo para evaluar tres fuentes y varios niveles de P. Con base en los resultados del experimento factorial 2<sup>8</sup> y en la información disponible para otros cultivos se incluyeron niveles constantes de S, Ca, K, Zn y Mo. El objetivo es determinar los requerimientos de fertilización con P para el establecimiento de una asociación de *A.*

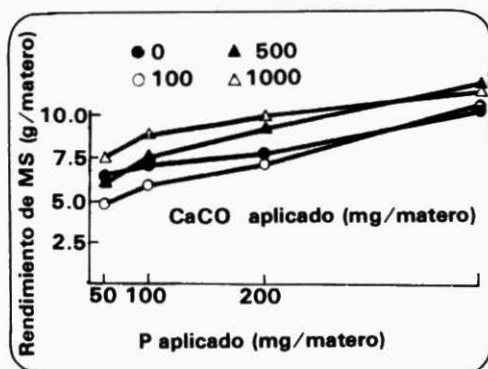


Figura 79. Respuesta del *Centrosema* híbrido 438 a las aplicaciones de cal y de P en un Latosol rojo-amarillo, en Brasilia, Brasil.

*gayanus/S. capitata* utilizando superfosfato triple, roca fosfatada de Araxá y Yoorin, una roca fosfatada térmica. Las parcelas experimentales básicas se dividirán el próximo año para determinar los efectos residuales y las óptimas dosis de mantenimiento.

## Métodos de Establecimiento

En enero de 1978, se estableció un experimento de campo para probar varios métodos de introducción de leguminosas en sabana nativa con diferentes grados de labranza. Se seleccionaron tres especies de leguminosas (*S. capitata*, *C. mucunoides* y *Galactia striata*) con base en información previa disponible en el CPAC. La quema se incluyó como un tratamiento para eliminar el exceso de vegetación madura acumulada en años anteriores y mejorar el contacto semilla/suelo.

Después de la siembra, se presentó una sequía de 20 días y el crecimiento se redujo como consecuencia de la corta estación de las lluvias pero el establecimiento fue satisfactorio con algunas especies y métodos. El Cuadro 41 presenta los recuentos de población hechos en abril y agosto.

## Renovación de Praderas

En el Cerrado de Brasil, existen extensas áreas de praderas de gramíneas, puras, como también de asociaciones de gramíneas/leguminosas, en las cuales la leguminosa ha desaparecido. Las especies gramíneas dominantes son *B. decumbens*, *H. rufa* y *M. minutiflora*. Estos pastos disminuyen en productividad, después de unos cuantos años, probablemente debido a la poca disponibilidad de N en el suelo como resultado de la baja tasa de mineralización de la materia orgánica, bajo condiciones de pastoreo. Además, la calidad del forraje disminuye, es-

Cuadro 41.

Efecto de los métodos de establecimiento sobre los recuentos de población de tres leguminosas introducidas en sabana nativa (Cerrado de Brasil, suelo LV). (Medias de 20 observaciones hechas en abril y 40 observaciones en agosto).

Método	<i>Stylosanthes capitata</i> 1405		<i>Calopogonium mucunoides</i>		<i>Galactia striata</i>	
	Abril 78	Agosto 78	Abril 78	Agosto 78	Abril 78	Agosto 78
	(plantas/m <sup>2</sup> )					
Resiembra	<1	<1	<1	<1	3	1
Quema y resiembra	2	1	8	3	2	<1
Rastrillada y resiembra	2	2	31	12	13	4
Quema, rastrillada y resiembra	4	2	29	16	10	5
Siembra por césped	2	1	32	17	12	4
Quema y siembra por césped	3	<1	40	16	8	4

pecialmente durante la estación seca, en poblaciones puras de estas especies. La introducción de leguminosas en céspedes de gramíneas aumenta la producción total, mejora la calidad del forraje e incorpora N al sistema.

*B. decumbens* domina a casi todas las otras especies en asociación. Claramente, existe la necesidad de identificar las especies y los métodos adecuados para establecer leguminosas en praderas viejas de *Brachiaria*.

En 1978 se inició un experimento de campo para probar varios métodos y especies a fin de renovar una pradera de *Brachiaria* de 3 años de edad. Los métodos de renovación, probados en parcelas de 8 x 12 m en un diseño de bloques completamente al azar, fueron los siguientes: 1) resiembra de *Brachiaria*; 2) resiembra de *Brachiaria* después de pasar una rastra de discos; 3) la siembra de cespedones (en surcos amplios a 50 cm); 4) la siembra en franjas (bandas de 1.50 m de anchura cultivadas con un arado rotatorio); 5) la aplicación de fertilizantes nitrogenados

después del pase de una rastra de discos, sin introducción de leguminosas.

Para cada método de establecimiento se sembraron tres especies; *C. mucunoides*, una leguminosa muy conocida en el área y adaptada a las condiciones del Cerrado; el *Centrosema* híbrido CIAT 438 el cual es más productivo a niveles de fertilidad relativamente más altos, y *D. ovalifolium* CIAT 350, probablemente la leguminosa que presenta las mejores condiciones para competir con *Brachiaria*.

El experimento proporcionará información sobre la adaptación de las especies para su asociación con *Brachiaria* ya sembrada y sobre los métodos más adecuados para la introducción de leguminosas. Las asociaciones de gramíneas/leguminosas que tengan éxito se compararán con parcelas de *Brachiaria* fertilizadas con N.

## Otros Experimentos

Se han iniciado experimentos adicionales en el campo y establecidos en

materos, diseñados para ayudar en la interpretación de los experimentos descritos anteriormente. Se están adelantando dos experimentos en materos para estudiar el Fe, Ca y Mn y las fuentes de S, en dos suelos y utilizando dos plantas de

prueba. Se han establecido dos experimentos de campo, en antiguos sitios experimentales, con diferentes niveles de P disponible y pH, a fin de estudiar el efecto de estos factores en las asociaciones de gramíneas/leguminosas.

## UTILIZACION DE PASTOS

Las unidades de la Sección de Utilización de Pastos del programa de Ganado de Carne adelantaron actividades en Carimagua, CIAT-Quilichao y Brasilia. Todas las actividades se relacionan con la evaluación del material en la Categoría 4, desde el punto de vista del uso que los animales pueden hacer de este germinoplasma promisorio.

### Valor Nutricional de *Andropogon gayanus*

Se hicieron ensayos de consumo y de digestibilidad con varios forrajes promisorios en CIAT-Quilichao, empleando carneros castrados enjaulados a los cuales se les ofreció forraje en cantidades crecientes.

La digestibilidad de *Andropogon gayanus* CIAT 621 se determinó utilizando

paja cortada durante la estación seca, después de 44 días de rebrote. El heno se ofreció en cuatro niveles, entre 50 y 200 g de MS/W<sup>.75</sup>/día (los niveles de consumo se determinaron según el peso metabólico, W<sup>.75</sup>). La Figura 80 muestra la relación cuadrática que existe entre el consumo de forraje y la digestibilidad. La digestibilidad máxima del 60 por ciento se obtuvo a un nivel de consumo de 60 g. La Figura 81 muestra que el consumo de la MS digerible fue superior al nivel requerido para el mantenimiento cuando los niveles de forraje fueron de 50 g y mayores, lo cual indica un buen grado de utilización.

### Valor Nutricional de Especies de *Desmodium*

Se suministró *Desmodium ovalifolium* 350 fresco, sin picar, a niveles que oscilaron entre 30 y 240 g de MS/W<sup>.75</sup>/día y de cinco

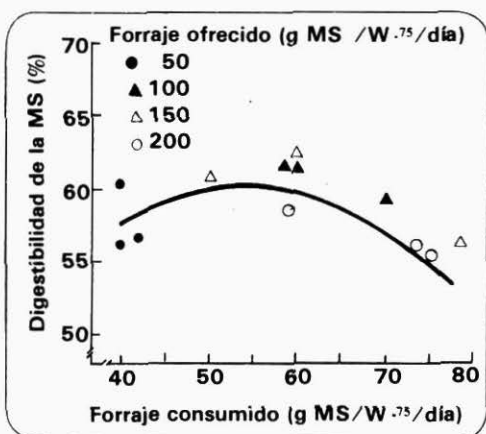


Figura 80. Relación entre el forraje ofrecido, el forraje consumido y la digestibilidad del heno de *Andropogon gayanus* 621, hecho con plantas de 44 días (rebrote), durante la estación seca.

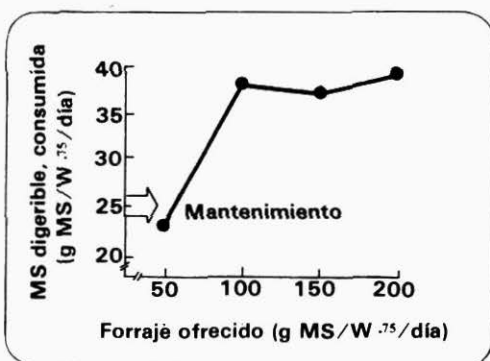


Figura 81. Efecto de la cantidad de forraje ofrecido, sobre el consumo de MS digerible de heno de *Andropogon gayanus* 621, hecho con plantas de 44 días (rebrote), durante la estación seca y suministrada a carneros castrados enjaulados.

edades (50, 80, 100, 125 y 145 días, después del rebrote). El último ensayo coincidió con el inicio de la estación seca en CIAT-Quilichao.

La Figura 82 muestra la relación que existe entre la cantidad de *D. ovalifolium* ofrecida y su consumo. La relación es claramente asintótica y muy similar para todas las edades del forraje. El máximo consumo de MS fue alcanzado entre los 80 y 90 g de MS/W<sup>.75</sup> ofrecida, incluyendo el forraje cortado durante la estación seca. La digestibilidad aumentó a medida que el nivel de consumo aumentó, alcanzando niveles de alrededor del 60 por ciento, en todos los cortes, los cuales se pueden considerar adecuados para las leguminosas forrajeras tropicales (Figura 83). El aumento en la digestibilidad, al aumentar

el consumo de forraje, se puede aplicar por el aumento en el consumo de hojas como se ilustra en la Figura 84. Es importante observar que el consumo de materia seca digerible fue superior al nivel aproximado de mantenimiento de 25 g/W<sup>.75</sup>/día (Figura 85).

La Figura 86 muestra el contenido promedio de proteína cruda (PC) y P en las hojas y tallos en cada edad. La proteína no se encuentra en niveles altos, pero, su nivel en las hojas es relativamente adecuado para el crecimiento y reproducción de los animales. El contenido de P en las hojas es insuficiente para el crecimiento o reproducción, aún cuando se aplicó 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha durante el establecimiento. Los niveles críticos de proteína y P generalmente son del orden del 7-10 por ciento y 0.2 por ciento, respectivamente.

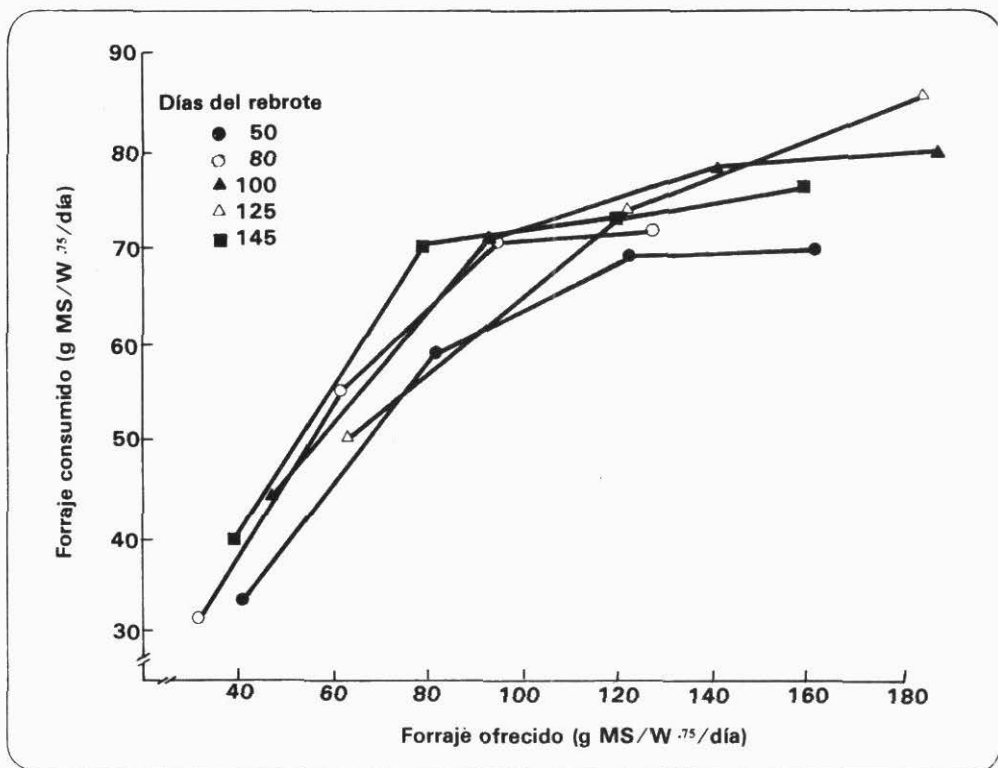


Figura 82. Relación entre el estado de madurez del rebrote, el forraje ofrecido y el consumo de *Desmodium ovalifolium* 350, verde (no henificado) suministrado a carneros castrados enjaulados.



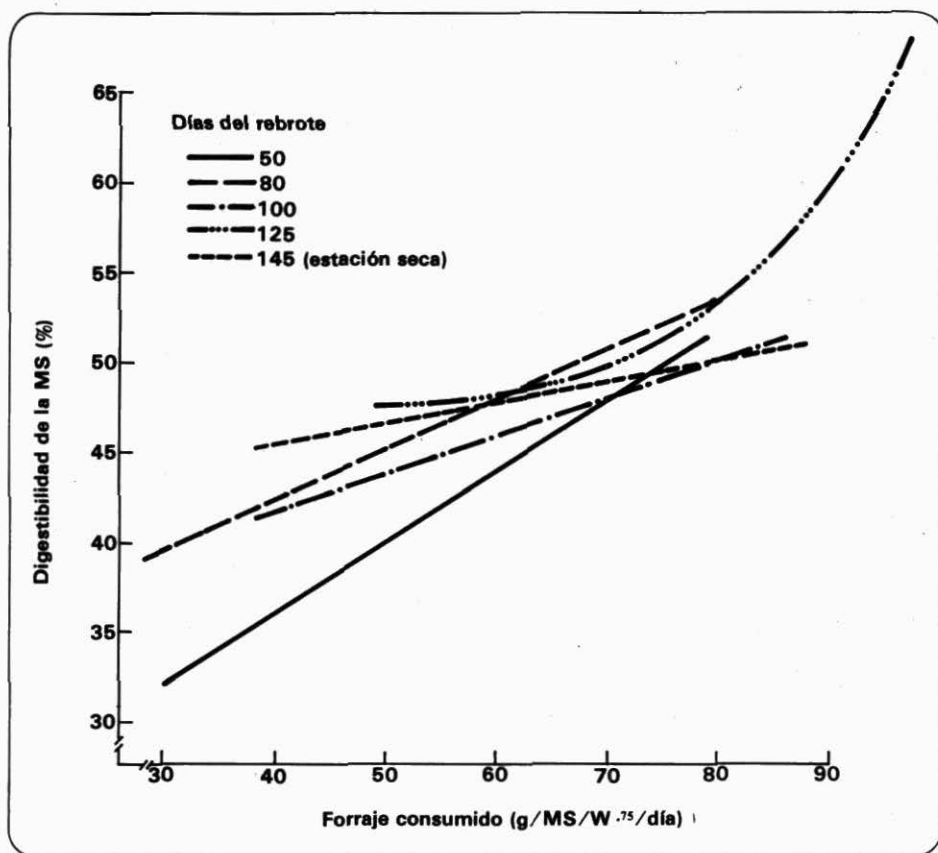


Figura 83. Relación entre el estado de madurez del rebrote, el consumo y la digestibilidad del forraje de *Desmodium ovalifolium* 350, verde (no henificado) suministrado a carneros castrados enjaulados.

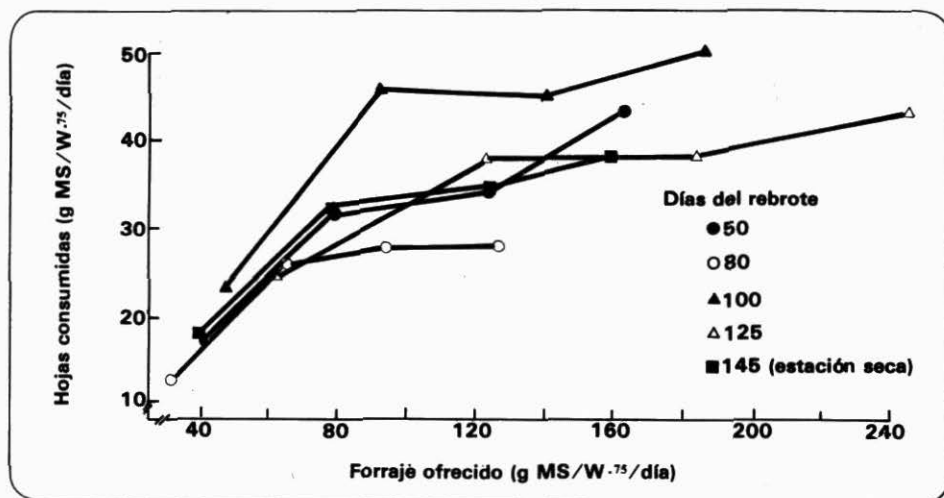


Figura 84. Relación entre el estado de madurez del rebrote, el forraje ofrecido y el consumo de follaje de *Desmodium ovalifolium* 350 verde (no henificado), suministrado a carneros castrados enjaulados.

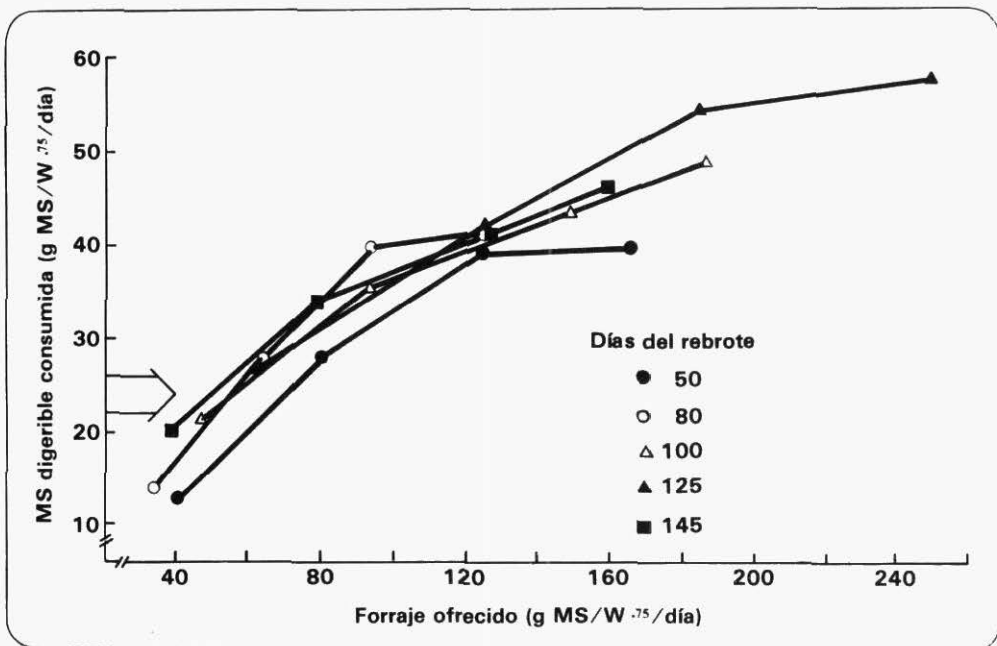


Figura 85. Efecto de la cantidad del forraje ofrecido y del estado de madurez del rebrote sobre el consumo de materia seca digerible por carneros castrados enjaulados.

Se comparó la digestibilidad y el consumo de tres especies de *Desmodium* cuando se cortaron para obtener heno durante la estación seca. La especie *D. ovalifolium* 350 y *D. heterophyllum* 349 son de interés para las áreas de suelos

Ultisoles y Oxisoles. *Desmodium distortum* 335 se incluyó como testigo positivo puesto que previamente se había determinado que tenía un alto valor nutricional, a pesar de no estar adaptada a los suelos ácidos. Las Figuras 87 y 88 muestran los valores de consumo y de digestibilidad de las tres leguminosas, a medida que aumentan los niveles de forraje ofrecido. Nuevamente el buen valor nutricional de *D. distortum* se evidencia por su aumento lineal en el consumo y digestibilidad, hasta el nivel más alto ofrecido. *D. heterophyllum* presentó un mayor nivel de consumo que *D. ovalifolium* pero ambos llegaron cerca del máximo nivel de consumo cuando se ofrecieron 80 g. La digestibilidad de estas dos últimas leguminosas no cambió al aumentar el forraje ofrecido; o, el consumo aumentó, en contraste con lo ocurrido con *D. distortum*. La diferencia refleja la selección mucho más drástica de hojas que ocurrió a medida que aumentó la disponibilidad de forraje. A un nivel de 40 g de MS ofrecida,

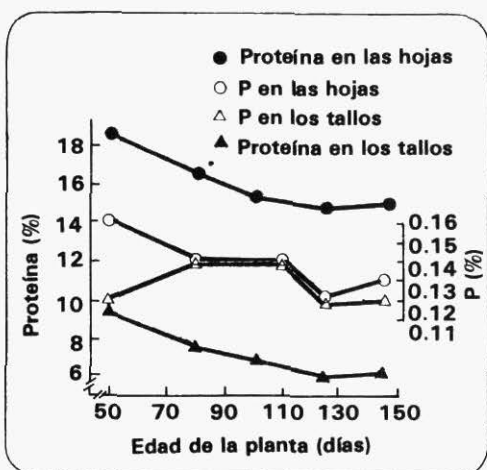


Figura 86. Efecto de la edad de la planta sobre el contenido de proteína y de P en hojas y tallos de *Desmodium ovalifolium* 350.

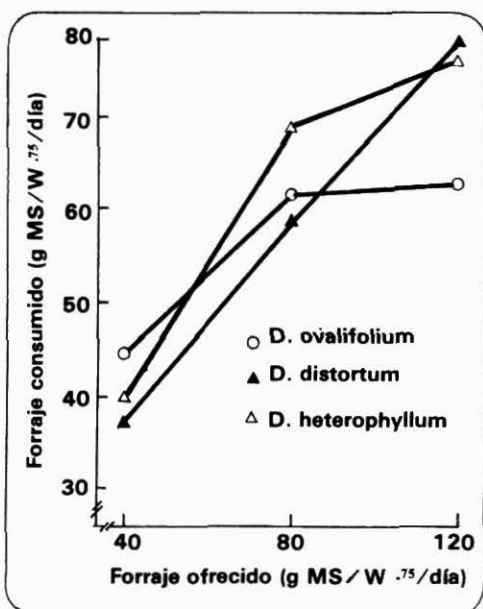


Figura 87. Efecto de la cantidad de forraje ofrecido sobre el consumo de heno de *Desmodium ovalifolium*, *Desmodium distortum* y *Desmodium heterophyllum* cortado en la estación seca y suministrado a carneros castrados enjaulados.

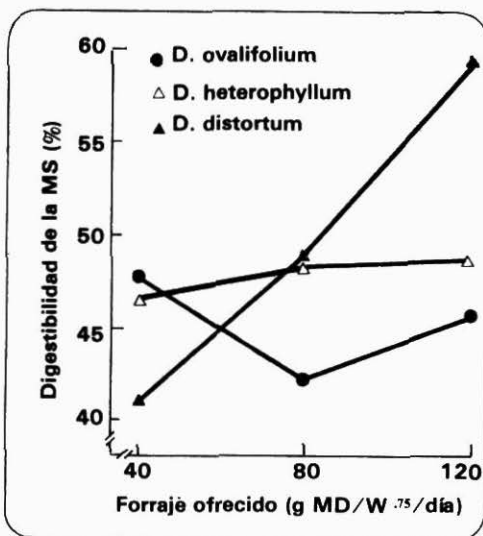


Figura 88. Efecto de la cantidad de forraje ofrecido sobre la digestibilidad de MS de heno de *Desmodium ovalifolium*, *Desmodium distortum* y *Desmodium heterophyllum* cortado en la estación seca y suministrado a carneros enjaulados.

la baja digestibilidad de *D. distortum* se asoció con el consumo total de los tallos principales leñosos de la leguminosa. *D. heterophyllum* y *D. ovalifolium* parecen ser especies muy apetecibles, con un alto potencial de consumo, a pesar de la menor posibilidad que tienen los animales para seleccionar hojas.

## Manejo del Pastoreo en Asociaciones de Leguminosas/Gramíneas

El efecto del intervalo de rotación en la supervivencia y productividad del *Centrosema* híbrido 438 se estudió en dos experimentos en CIAT-Quilichao. En uno de los experimentos, se sembró *Centrosema* en mezcla con *Panicum maximum* var. Común, *Brachiaria decumbens* y *A. gayanus* 621 y se pastoreó en intervalos de 4, 6 y 8 semanas con bajas y altas intensidades de pastoreo. En todas las mezclas, el rendimiento de los forrajes tendió a aumentar a medida que se prolongaron los períodos de descanso; el aumento fue mucho más pronunciado en la mezcla *Centrosema/Andropogon* y menor en *B. decumbens*. (Figura 89). Este incremento no se observó en la primera estación de lluvias pero fue muy notorio en la siguiente estación seca (Figura 90).

Las Figuras 91 y 92 presentan el efecto de la gramínea asociada sobre el contenido de leguminosas en las mezclas para la estación de lluvias y la estación seca, respectivamente. El contenido de leguminosa fue bajo en la mezcla con *B. decumbens* y *P. maximum* en la primera estación de lluvias y disminuyó a casi cero en la siguiente estación seca. Por otra parte, *A. gayanus* permitió una buena persistencia de la leguminosa, manteniendo un rendimiento razonable de MS, particularmente con los períodos de descanso más prolongados (Figura 89).

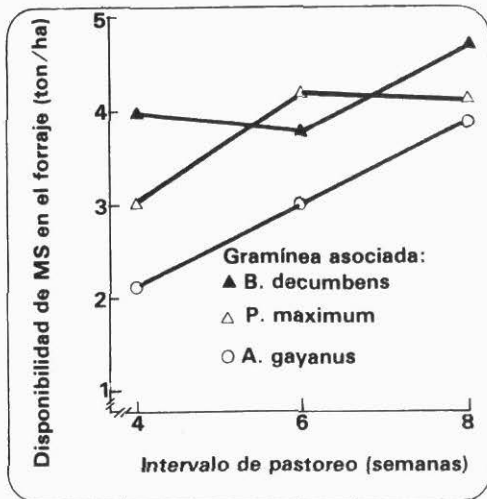


Figura 89. Efecto del intervalo de pastoreo sobre mezclas de *Centrosema* híbrido 438 y cada una de las gramíneas *Panicum maximum* var. Común, *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus* 621.

Los datos de las primeras dos estaciones de pastoreo indican que sólo *A. gayanus* permitirá la persistencia de esta leguminosa bajo las condiciones del experimento.

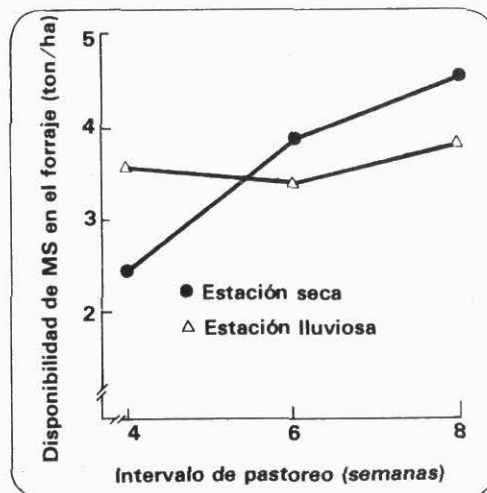


Figura 90. Efecto del intervalo de pastoreo sobre la disponibilidad de materia seca en mezclas de *Centrosema* híbrido 438 y las gramíneas *Panicum maximum* var. Común, *Brachiaria deumbens* y *Andropogon gayanus* 621, durante las estaciones de lluvia y de sequía, en Carimagua.

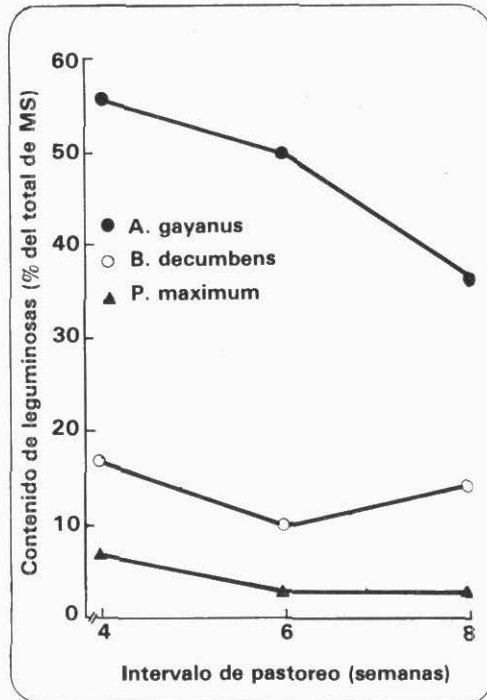


Figura 91. Efecto del intervalo de pastoreo sobre el contenido de leguminosas en praderas que contienen mezclas de *Centrosema* híbrido 438 y cada una de las gramíneas *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* o *Andropogon gayanus* 621, durante la estación lluviosa, en CIAT-Quilichao.

En el segundo experimento, las asociaciones de leguminosas/gramíneas están continuamente bajo pastoreo con una carga de 2 animales/ha. Todas las mezclas contienen *Centrosema*, una de las dos accesiones de *Stylosanthes guianensis* (136 y 184) y una de las siguientes gramíneas: *P. maximum* var. Común, *B. decumbens* y *A. gayanus* 621. El Cuadro 42 muestra la MS disponible para cada una de las mezclas, durante la primera estación de lluvia y la siguiente estación seca. En todos los casos, la disponibilidad de MS disminuyó pero las cantidades de forraje disponible son grandes, lo cual indica un problema de subpastoreo. Esta condición se corregirá aumentando la carga a 3 animales/ha, en años posteriores. Bajo pastoreo continuo, el rendimiento de *A.*

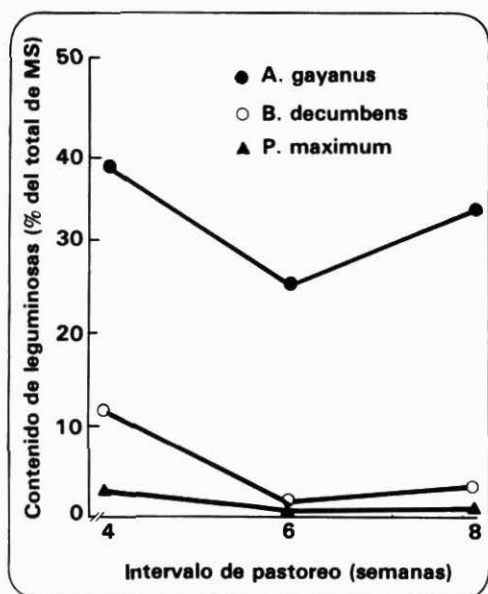


Figura 92. Efecto del intervalo de pastoreo sobre el contenido de leguminosas en praderas que contienen mezclas de *Centrosema* híbrido 438 y cada una de las gramíneas *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* o *Andropogon gayanus* 621, durante la estación seca, en CIAT-Quilichao.

*gayanus* se ha reducido severamente. Esta reducción se puede explicar parcialmente por la insuficiente población inicial resultante de la propagación vegetativa y por la preferencia de los novillos por esta especie forrajera. Para finales de la estación seca, la contribución de *A. gayanus* había disminuido a menos del 5

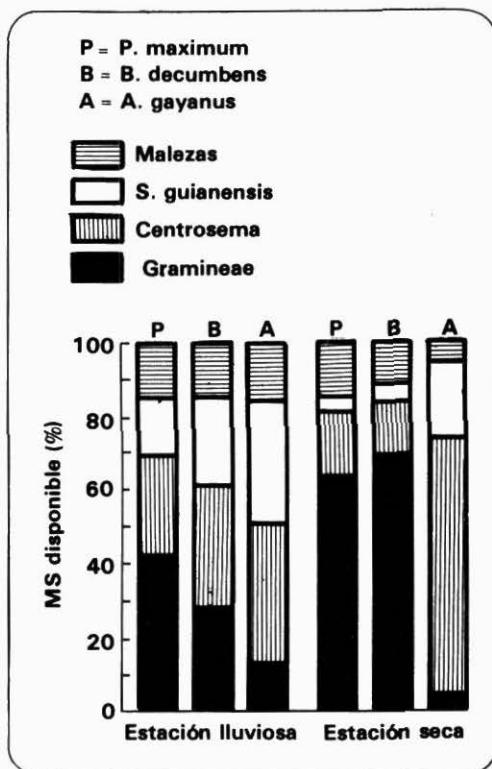


Figura 93. Composición botánica de parcelas establecidas con mezclas de *Centrosema* híbrido 438, *Stylosanthes guianensis* 136 y 184, y cada una de las gramíneas *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus* 621, bajo pastoreo continuo, en CIAT-Quilichao.

por ciento (Figura 93). Las otras dos gramíneas han comenzado a dominar y la leguminosa ha disminuido a niveles del 10-

Cuadro 42.

Disponibilidad de forraje en mezclas de *Centrosema* híbrido CIAT 438, *Stylosanthes guianensis* 136 y 184 y cada una de las gramíneas *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus* 621, en parcelas continuamente pastoreadas, en CIAT-Quilichao.

Componente	Rendimiento de MS en la estación lluviosa (ton/ha)			Rendimiento de MS en la estación seca (ton/ha)		
	<i>P. maximum</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>P. maximum</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>A. gayanus</i>
<i>Centrosema</i>	2.5	3.8	3.4	0.9	0.5	2.4
<i>S. guianensis</i>	1.5	2.8	2.9	0.2	0.2	0.8
Gramínea	3.9	3.2	1.2	3.3	2.6	0.2
Total	9.3	11.6	9.0	5.2	3.7	3.6

20 por ciento de la población. Ambas introducciones de *S. guianensis* están desapareciendo rápidamente.

Con base en los resultados obtenidos hasta el momento, *A. gayanus* no se debe pastorear cuando las poblaciones iniciales de plantas son bajas, ya que los animales la pueden eliminar rápidamente.

Dos animales pastoreando continuamente un lote de 1 ha obtuvieron ganancias de 164 kg, cada uno, durante 233 días de pastoreo, para un promedio de ganancia diaria de peso de 704 g/novillo.

En CIAT-Quilichao, se han establecido dos experimentos nuevos, similares al anterior, para determinar el manejo más adecuado del pastoreo para las mezclas de *D. ovalifolium* 350 y dos de las gramíneas. En pastoreo continuo *B. decumbens* no se incluirá y *A. gayanus* ocupará la mayor parte del área en la mezcla para evitar su eliminación por el pastoreo preferencial.

## Potencial de Producción Animal de Praderas de Gramíneas Puras

### *Brachiaria decumbens*

Los ensayos con *B. decumbens* en

Carimagua entraron a su cuarto año de establecimiento, con el fin de determinar el manejo más apropiado que se debe dar a la pradera durante todo el año. Los Cuadros 43, 44 y 45 presentan los resultados de este año. Las ganancias de peso vivo son similares a las obtenidas en los años anteriores, con la excepción de ciertos tratamientos con cargas animales variables durante la estación seca/estación lluviosa. Es importante anotar que *B. decumbens* es capaz de producir hasta 260-280 kg de ganancias de peso vivo/ha/año. La disponibilidad de forraje osciló entre 1 y 2 ton/ha de MS verde, durante la estación de lluvias y 0.2-0.5 ton/ha, durante la estación seca. La recuperación, al inicio de la estación de lluvias (abril) es rápida, pero, como se muestra en la Figura 94, es más lenta con una carga animal más alta. La disponibilidad de forraje durante la estación lluviosa se recuperó para el mes de mayo, en todos los casos. La Figura 95 muestra una situación similar cuando las cargas animales son mayores en la estación de lluvias, lo cual demuestra claramente la necesidad de esperar por lo menos 1 mes después del inicio de las lluvias para establecer cuáles son las cargas animales adecuadas para la estación de lluvias.

La productividad de los pastos en Carimagua es considerablemente estable

Cuadro 43.

**Efecto de la carga animal sobre los cambios de peso vivo de novillos que pastorearon *Brachiaria decumbens* en cargas constantes, durante el año 1978, en Carimagua. (Cuarto año de pastoreo)**

Carga (animales/ha)		Ganancia por animal (kg)			Ganancia por hectárea (kg)		
Estación seca <sup>1</sup>	Estación lluviosa <sup>2</sup>	Estación seca	Estación lluviosa	Total	Estación seca	Estación lluviosa	Total
0.9	0.9	-8	86	76	-7	77	70
1.3	1.3	2	71	73	3	92	95
1.7	1.7	3	73	77	5	124	129

1 83 días de pastoreo, diciembre a marzo.

2 251 días de pastoreo, marzo a noviembre.

Cuadro 44.

**Efecto de las cargas animales, durante la estación lluviosa, sobre los cambios de peso vivo en novillos que pastorearon *Brachiaria decumbens*, a cargas bajas, durante la estación seca. (Tercer año de pastoreo).**

Carga (animales/ha)		Ganancia por animal (kg)			Ganancia por hectárea (kg)		Total
Estación seca <sup>1</sup>	Estación lluviosa <sup>2</sup>	Estación seca	Estación lluviosa		Estación seca	Estación lluviosa	
			Temprana	Tardía			
0.7	1.62	15	36	63	11	127	138
0.7	2.34	10	25	55	7	146	153
0.7	3.06	37	45	66	26	233	259

1 83 días, desde diciembre hasta marzo.

2 Las cargas animales, durante la estación lluviosa, no se reestablecieron sino hasta mayo 5, 1978, para permitir la recuperación de las praderas. Estación lluviosa temprana, desde marzo hasta mayo (57 días) y estación lluviosa tardía, desde mayo hasta noviembre (194 días).

con el transcurso del tiempo, a pesar de las grandes variaciones estacionales. Las diferencias tienden a anularse en las estaciones consecutivas debido a las ganancias compensatorias, como se ilustra en la Figura 96 para *B. decumbens* pastoreado continuamente con cargas animales fijas.

### **Panicum maximum**

En julio de 1977, se sembró la gramínea *Panicum maximum* var. Común, con

una aplicación de 140 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en forma de Escorias Thomas; desde febrero de 1978 se ha pastoreado continuamente con cargas de 0.9, 1.3 y 1.7 novillos/ha. En esa época, el pasto presentaba buena altura, con un exceso de material viejo seco. En mayo y junio de 1978, fue necesario aumentar las cargas animales para reducir el forraje disponible. Sin embargo, las ganancias de peso durante la estación seca y la estación de lluvias fueron excelentes, alcanzando un máximo de 314 kg/ha y ganancias por animal de 114 kg

Cuadro 45.

**Efecto de la carga animal, durante la estación seca, sobre los cambios de peso vivo, en novillos que pastorearon *Brachiaria decumbens* a una carga animal intermedia, durante la estación lluviosa. (Segundo año de pastoreo)**

Carga (animales/ha)		Ganancias de peso por animal (kg)			Ganancias de peso por hectárea (kg)		Total
Estación seca <sup>1</sup>	Estación lluviosa	Estación seca	Estación lluviosa		Estación seca	Estación lluviosa	
			Temprana	Tardía			
0.72	2.16	20	29	49	14	127	141
1.03	2.08	27	38	104	28	255	283
1.36	2.04	13	24	87	18	210	228

1 83 días, desde diciembre hasta marzo.

2 167 días. Las cargas animales de la estación lluviosa no se reestablecieron sino hasta mayo 5, 1978, para permitir la recuperación de las praderas. La estación lluviosa temprana, desde marzo hasta mayo (57 días), y la estación lluviosa tardía, desde mayo hasta noviembre (194 días).

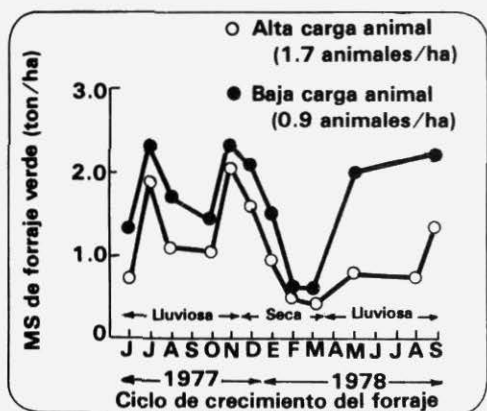


Figura 94. Efecto de la carga animal y del ciclo de crecimiento del forraje sobre la cantidad de forraje ofrecido, en praderas de *Brachiaria decumbens* pastoreadas continuamente, bajo cargas animales constantes, durante todo el año. (No se muestra la carga animal intermedia.)

con una carga de 1.7 animales/ha (Cuadro 46). Estos son solamente los resultados del primer año y como tales, son de limitado valor ya que es bien conocido el hecho de que *P. maximum* es una gramínea nutritiva, de crecimiento rápido y con altos requerimientos nutricionales, particularmente de N, el cual se agota rápidamente en los suelos tropicales.

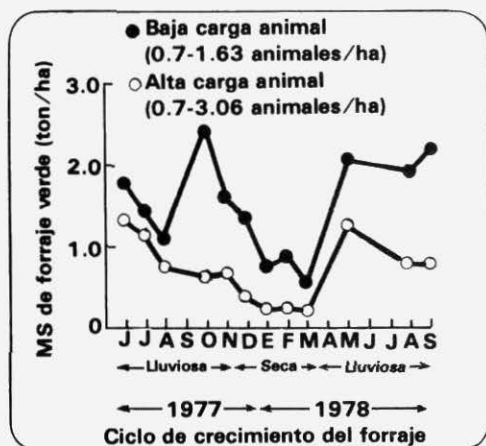


Figura 95. Efecto de las cargas animales durante la estación lluviosa y del ciclo de crecimiento del forraje sobre la cantidad de forraje ofrecido, en praderas de *Brachiaria decumbens* pastoreadas continuamente, bajo cargas animales bajas (0.7 animales/ha), durante la estación seca.

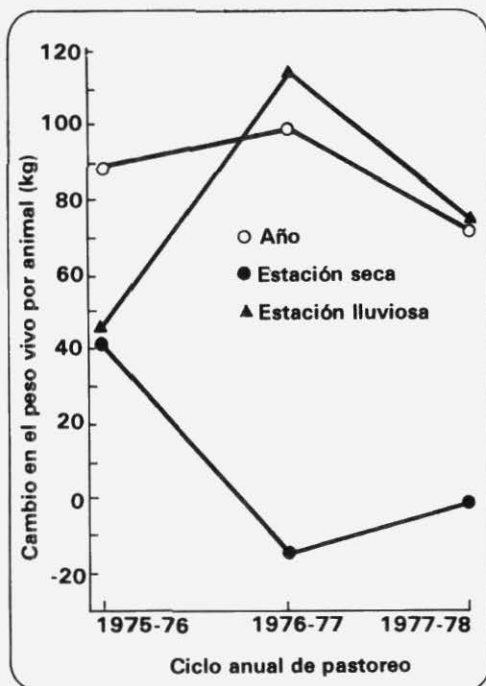


Figura 96. Efecto del ciclo anual de pastoreo sobre los cambios de peso vivo de novillos que pastorearon *Brachiaria decumbens*. Los datos corresponden a los promedios de tres cargas animales establecidas: 0.9, 1.3 y 1.7 novillos/ha.

### Andropogon gayanus

En agosto de 1976 se estableció un experimento con *A. gayanus* 621. Se tomó material vegetativo de esta siembra y se utilizó en mayo-agosto de 1977 para sembrar otros dos experimentos similares. El primer experimento se sometió al pastoreo en diciembre de 1977, con cargas de 0.9, 1.3 y 1.7 novillos/ha y los otros dos, en julio de 1978, con cargas de 0.9, 1.3, 1.7 y 1.63, 2.34 y 3.06 novillos/ha. El manejo del pastoreo de estos experimentos no fue fácil ya que las plantas se establecieron lentamente, en particular cuando se utilizó material vegetativo. Se requirió casi 1 año para acumular suficiente crecimiento de la parte aérea y asegurar un buen pastoreo. Sin embargo, una vez establecido, *A. gayanus* crece muy rápidamente, re-



Cuadro 46.

**Efecto de la carga animal y de la estación sobre las ganancias de peso vivo, en novillos que pastorearon *Panicum maximum*, en el primer año de pastoreo en Carimagua.**

Carga (animales/ha)		Ganancia de peso por animal (kg)			Ganancia de peso por hectárea(kg)		
Estación seca <sup>1</sup>	Estación lluviosa <sup>2</sup>	Estación seca	Estación lluviosa	Total	Estación seca	Estación lluviosa	Total
0.9	0.9	9	127	135	8	172	180
1.3	1.3	11	111	121	15	232	247
1.7	1.7	13	96	114	23	291	314

1 27 días, desde febrero hasta marzo.

2 251 días. La carga animal se aumentó entre mayo 4 y junio 21, 1978, a 2.7, 3.9 y 5.1 novillos/ha, respectivamente, a fin de reducir la acumulación excesiva de forraje.

quiriendo altas cargas animales para mantener el pasto a una altura razonable.

El Cuadro 47 resume los datos comparativos de la disponibilidad del forraje de las tres principales especies de gramíneas actualmente utilizadas en Carimagua. Se debe tener cuidado al interpretar estos datos puesto que las edades de los pastos son diferentes, pero, sirven para señalar la gran producción de biomasa que ocurre con *A. gayanus* y las dificultades que se presentan para pastorearlo adecuadamente.

Los Cuadros 48 y 49 muestran que los contenidos de proteína y P de *B. decumbens* y *A. gayanus* son bastante similares durante la estación de lluvias. Sin embargo, durante la estación seca, *B. decumbens* presenta un contenido de proteína y de P que es 1 por ciento superior con cargas animales iguales (1.7 animales/ha). El contenido de proteína del forraje verde de *B. decumbens*, durante la estación seca, fue mucho mayor cuando se pastoreó durante la estación de lluvias anterior con una carga de 3.06 animales/ha que a cargas más bajas. Esto explica las

Cuadro 47.

**Efecto de la disponibilidad de forraje sobre la estación y de la carga animal, en tres gramíneas continuamente pastoreadas, en Carimagua.<sup>1</sup>**

Carga (novillos/ha)	Estación seca		Estación lluviosa		
	<i>A. gayanus</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>B. decumbens</i>	<i>P. maximum</i> <sup>2</sup>
	(ton de forraje verde seco/ha)				
0.9	3.7	2.1	7.7	1.6	2.4
1.3	3.3	1.4	4.2	1.1	1.6
1.7	5.5	1.6	4.7	0.8	1.7

1 Número de años bajo pastoreo: *A. gayanus* y *P. maximum*, 1 año; *B. decumbens*, 4 años.

2 No se tomaron muestras en la estación seca. El pastoreo se inició en febrero, 1978.

Cuadro 48.

**Efecto de la carga animal y de la estación sobre la composición química de *Brachiaria decumbens*, en Carimagua, en 1978.**

Carga (novillos/ha)		Estación	Parte de la planta	Proteína	P
Estación seca	Estación lluviosa			(%)	
1.7	1.7	Lluviosa	Verde	7.00	0.15
			Muerta	1	-
		Seca	Verde	3.50	0.13
			Muerta	0.82	0.10
0.7	3.06	Lluviosa	Verde	6.70	0.16
			Muerta	-	-
		Seca	Verde	6.61	0.20
			Muerta	2.03	0.08

1 No se dispuso de muestras para el análisis.

mayores ganancias de peso observadas durante la estación seca en los animales que pastorearon en la carga animal más alta.

### **Brachiaria humidicola**

La gramínea *Brachiaria humidicola* es bien conocida en Brasil y en otras áreas tropicales del mundo. Ha sido incluida en la lista de especies promisorias para Carimagua, por ser una planta estolonífera

fuerte, la cual cubre rápidamente el suelo, compitiendo muy bien con las malezas debido a su capacidad de enraizar en los nudos de los estolones. En mayo-junio de 1978 se sembró *B. humidicola* en Carimagua y comenzará a ser pastoreada a comienzos de 1979.

### **Potencial de Producción Animal en las Praderas de Gramíneas/Leguminosas**

Siete leguminosas han alcanzado la Categoría 4 dentro del sistema de clasificación de germoplasma del Programa: *Pueraria phaseoloides* (kudzu), *D. ovalifolium* CIAT 350, *S. capitata* (CIAT 1019, 1315, 1405, 1078) y *Zornia latifolia* CIAT 728. En Carimagua, se sembraron parcelas repetidas de 2/ha de cada especie, en combinación con *A. gayanus*, con el fin de medir el potencial de producción animal de las asociaciones. El pastoreo se inició en noviembre de 1978.

Para las áreas de pastoreo extensivo o semiintensivo, en donde la sabana nativa es abundante, el concepto de establecer una

Cuadro 49.

**Composición química de *Andropogon gayanus* 621, en dos estaciones del año. (Carga animal: 1.7 animales/ha, durante todo el año).**

Estación	Parte de la planta	Proteína	P
		(%)	
Lluviosa	Verde	7.04	0.16
	Muerta	2.94	0.05
Seca	Verde	2.43	0.09
	Muerta	1.82	0.02

área limitada de una asociación leguminosa/gramínea parece ser la técnica más lógica y factible para aumentar el comportamiento reproductivo y el crecimiento de terneros (ver el informe de la Sección de Manejo Animal). Otra de las alternativas es establecer pequeñas áreas de leguminosas puras, como bancos de proteína, para su utilización durante las épocas de escasez de proteína, particularmente durante la estación seca. *P. phaseoloides* es una leguminosa que, comunmente, no prospera bajo condiciones de pastoreo continuo pero cubre rápidamente el suelo y compite en forma efectiva con las malezas. Esta leguminosa se sembró en Carimagua como banco de proteína en combinación con la sabana nativa y con *B. decumbens*. El pastoreo de las parcelas se inició en noviembre de 1978.

## Ensayos de Producción Animal en Brasilia (Proyecto Colaborativo CIAT/CPAC-EMBRAPA)

En Brasilia, se inició un ensayo de pastoreo al comienzo de la estación de lluvias utilizando una pradera de leguminosas (*Brachiaria ruziziensis* x *Stylosanthes guianensis* cv. Endeavour), la cual se había establecido el año anterior como parte de un experimento de mayor magnitud diseñado para estudiar métodos de manejo del Cerrado para actividades agrícolas. Se está estudiando el efecto de dos niveles de  $P_2O_5$  (120 y 240 kg/ha aplicados durante el establecimiento) y de la carga animal sobre el comportamiento de los animales. El experimento se pastoreó 1 mes, después de iniciadas las lluvias, hasta que los animales comenzaron a perder peso en la siguiente estación seca.

Las ganancias de peso de los animales se relacionaron inversamente con la carga

animal; la carga animal más baja (1.5 animales/ha) resultó en ganancias de 582 g/día en comparación con las ganancias de 343 g/día para la mayor carga animal (2.7 animales/ha) (Figura 97).

Ni la carga animal ni el nivel de  $P_2O_5$  dieron diferencias en los promedios de ganancias de peso diario en las dos cargas intermedias (1.9 ó 2.3 animales/ha). Las ganancias de estos grupos fueron superiores a las del grupo con la carga animal más alta (Cuadro 50) y casi iguales a las ganancias del grupo con la carga animal más baja. Sus ganancias/ha/día fueron mayores que para la carga animal baja, especialmente, con 2.3 animales/ha. La relación entre las ganancias individuales y las ganancias/ha se presentan en la Figura 98.

Al comienzo del experimento se estimó que la pradera contenía un 40 por ciento de leguminosas y un 60 por ciento de gramíneas. A medida que comenzaron a disminuir las lluvias, se redujo la disponibilidad de *B. ruziziensis* al aumentar la carga animal; las parcelas de pastoreo con 2.7 animales/ha parecían praderas casi puras de *S. guianensis*, lo cual indica una preferencia por *Brachiaria* durante la estación lluviosa.

El número de días de pastoreo (Cuadro 50) se relacionó directamente con la carga animal; es decir, a medida que aumentó la carga animal, el número de días de pastoreo no aumentó a pesar de que las cargas animales más altas se eliminaron del experimento. Cuando el número de días de pastoreo se multiplica por la ganancia diaria promedio, no hay diferencia en la ganancia total de peso entre las cargas animales superior e inferior; las dos cargas animales intermedias son superiores a las cargas animales superior e inferior, en términos de la ganancia total de peso.

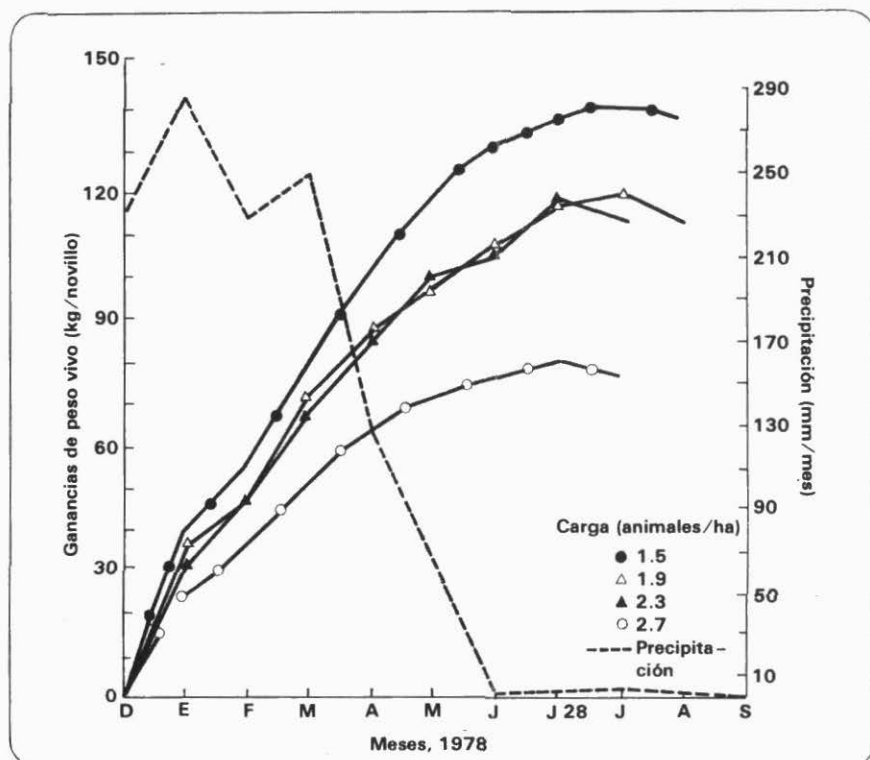


Figura 97. Efecto de la carga animal y del ciclo de crecimiento de forraje sobre la distribución de las ganancias de peso en novillos que pastorearon una pradera de *Brachiaria ruziziensis*/*Stylosanthes guianensis*, en el Cerrado de Brasil.

Cuadro 50.

Efecto de la carga animal y de la fertilización con P sobre el crecimiento de novillos Cebú, en praderas de *Brachiaria ruziziensis*/*Stylosanthes guianensis*, en el Centro del Cerrado, Brasil (diciembre 1977 a agosto 1978).

Parámetros	Carga (novillos/ha)					
	1.5	1.9		2.3	2.7	
		(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)				
Parámetros	120	120	240	120	240	240
Días del experimento	238	238	238	224	224	224
Ganancias diarias por animal (g)	582	492	481	514	519	343
Ganancias diarias por hectárea (g)	878	934	913	1177	1188	929
Ganancia total de peso/ha durante el experimento (kg)	209	222	217	264	266	208

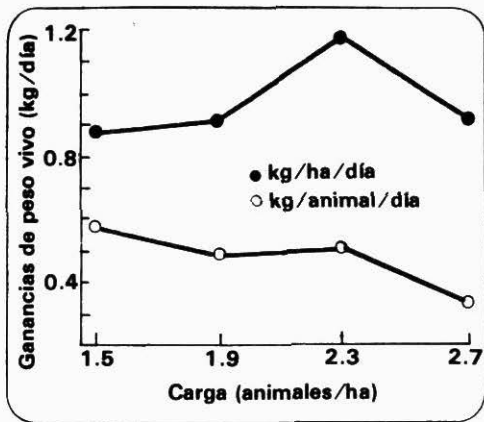


Figura 98. Efecto de la carga animal sobre las ganancias de peso de novillos que pastorearon praderas mixtas de *Brachiaria decumbens* y *Stylosanthes guianensis*, en el Cerrado de Brasil.

Como ha ocurrido en Colombia, la antracnosis ha destruido aproximadamente el 90 por ciento de las plantas de *S. guianensis* durante este ensayo, lo cual confirma la necesidad de eliminar los cultivares susceptibles del proceso de evaluación de germoplasma. Sin embargo, a diferencia del caso de Colombia, hubo un nuevo crecimiento vigoroso de plántulas al inicio de la estación de lluvias de 1978-79, el cual debe extender la vida del componente en la mezcla.

## MANEJO ANIMAL

Las dos unidades de la Sección de Manejo Animal del Programa de Ganado de Carne, en CIAT-Palmira y en Brasilia, están desarrollando sistemas mejorados de producción de ganado de carne utilizando tecnología de pastos mejorados desarrollada por otras secciones del Programa. Durante 1978, las actividades se concentraron en: 1) evaluación de los sistemas de producción de ganado de carne ya existentes en Colombia, Brasil y Venezuela; 2) uso estratégico de pastos mejorados en Colombia; y 3) manejo de hatos experimentales. Los experimentos de manejo de hatos en Brasilia se iniciaron

Tres nuevos experimentos se iniciaron en 1978. Uno de ellos está diseñado para comparar el efecto de la gramínea sola más N versus asociaciones gramínea/leguminosa para levantar terneros destetados. Las gramíneas y leguminosas establecidas para su estudio son: *B. decumbens*, *A. gayanus*, *S. capitata* y *Calopogonium mucunoides*. *Brachiaria* y *Calopogonium* son las especies mejoradas más comúnmente encontradas en el Cerrado; se están comparando con dos especies relativamente nuevas.

Un segundo experimento se ha diseñado para estudiar el efecto de diferentes niveles de nutrición de los pastos y edad del destete sobre el comportamiento reproductivo de las vacas en período de lactancia.

Un experimento a largo plazo, el cual se inició en el último trimestre del año, está diseñado para estudiar los efectos de: 1) la duración de la época de reproducción; 2) el uso estratégico de pastos mejorados durante la época de reproducción; y 3) las edades en que se hace el destete sobre el comportamiento reproductivo del ganado de carne en el Cerrado.

durante el año pero aún no se dispone de resultados.

### Evaluación de Sistemas de Producción de Ganado de Carne

El Proyecto de Evaluación Técnico/Económica de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES), es realizado conjuntamente por las Secciones de Manejo Animal y de Economía con el apoyo de la Sección de Salud Animal y en colaboración con el Centro del Cerrado de

EMBRAPA (CPAC), en Brasil, y el Centro de Investigaciones Agropecuarias del Nororiente (CIARNO) del FONAIAP, en Venezuela. Los sistemas de producción de ganado de carne, que prevalecen en los Llanos de Colombia y Venezuela y en el Cerrado de Brasil, se están evaluando en términos tecnológicos y económicos.

En cada región bajo estudio, se han seleccionado fincas representativas de diferentes niveles tecnológicos, las cuales se están inspeccionando continuamente en relación con los recursos naturales disponibles, manejo aplicado, insumos físicos, producción, salud animal y condiciones económicas. Tres equipos regionales visitan las fincas seleccionadas, 3 ó 4 veces al año, para recolectar datos.

### Los Llanos de Colombia

En esta región, la colección de datos a nivel de fincas se inició en octubre de 1977. Hasta octubre de 1978, se habían hecho cuatro estudios periódicos en 17 fincas (entre 20 seleccionadas inicialmente). Dos de los estudios, correspondientes al final de la estación lluviosa y al principio de la siguiente estación lluviosa, proporcionaron una serie completa de datos sobre el comportamiento animal. Los otros dos fueron complementarios y sirvieron principalmente para actualizar los registros.

Otra actividad principal realizada en colaboración con la Unidad de Servicios de Datos del CIAT, fue el desarrollo de un sistema computadorizado de procesamiento de datos, con el propósito de almacenar y analizar los componentes de un banco de datos sobre: 1) descriptores no variables de las fincas; 2) descriptores variables de las fincas; 3) utilización de pastos (inventario animal por lote bajo pastoreo); 4) comportamiento individual de las hembras; 5) comportamiento individual de los machos; y 6) gastos e ingresos. Los análisis finales se

harán después de 2 años de observaciones. Se han hecho análisis preliminares para los datos incluidos en los archivos 3, 4 y 5.

El Cuadro 51 muestra la disponibilidad de pastos en las fincas seleccionadas. El tamaño promedio de las fincas es de aproximadamente 2900 ha, de las cuales el 5 por ciento se siembra con pastos y el resto corresponde a sabana nativa. Se ha encontrado una gran variación en el área total de praderas sembradas con pastos y en las áreas sembradas con tres especies forrajeras. La gramínea predominante es *Brachiaria decumbens*, en tanto que *Melinis minutiflora* y particularmente *Hyparrhenia rufa*, están decreciendo en importancia. Esto confirma los resultados experimentales obtenidos en Carimagua, los cuales muestran la baja productividad de *Melinis* e *Hyparrhenia* durante la estación seca y la mala adaptación a las condiciones de suelos ácidos de *Hyparrhenia*. En casi todos los casos, *H. rufa* se encuentra en tierras que originalmente eran bosques. El área sembrada con *B. decumbens* está aumentando rápidamente puesto que ha mostrado buena adaptación, alta producción y una superioridad relativa durante la estación seca. Es algo preocupante el hecho de que esta gramínea se esté extendiendo tan rápidamente, ya que los costos de su establecimiento son altos y en realidad, se desconoce su productividad a largo plazo (persistencia productiva). Además, con frecuencia se subestiman los riesgos que pueden representar ciertas plagas como el mión o salvazo y los problemas de manejo.

En general, hay una falta de conocimiento acerca de cómo se debe manejar este pasto. Los datos en el Cuadro 51 presentan un resumen de la utilización de los pastos en términos de carga animal. Las fincas presentan patrones de carga animal muy variables. Las cargas animales varían entre 2.9 y 12.5 ha/U.A. (0.08-0.34 U.A./ha).

Cuadro 51.

## Inventario de pastos y carga animal, con relación a la cantidad de pastos sembrados en 16 fincas, en los Llanos Orientales de Colombia.

Finca No.	Pastos sembrados						No. de U.A.	Carga animal global (ha/U.A.)	Disponibilidad de pastos sembrados (ha/U.A.)	Pastos sembrados por vaca de cría (ha) <sup>2</sup>
	Area total <sup>1</sup> (ha)	Area total sembrada (ha)	% del área total	Especies (%)						
				<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i>				
2	1060	272	26	62	20	18	292	3.7	0.93	0.1
4	3050	22	1	27	73	0	610	5.0	0.04	0.0
5	810	143	18	50	0	50	238	3.4	0.60	0.5
6	1590	231	15	47	5	48	398	4.0	0.58	0.3
7	4950	457	9	27	25	48	969	5.3	0.47	0.0
8	380	162	43	100	0	0	130	2.9	1.25	3.0
9	470	0	0	0	0	0	131	3.6	0.00	0.0
11	5250	52	1	0	0	100	436	12.5	0.12	0.0
12	4430	161	4	94	6	0	558	8.3	0.29	0.0
13	1410	0	0	0	0	0	258	5.6	0.00	0.0
14	1700	30	2	17	83	0	325	5.3	0.09	0.0
15	3580	164	5	21	79	0	930	3.8	0.18	0.0
17	2240	321	14	1	99	0	329	6.7	0.98	0.0
18	8890	144	2	38	33	29	1101	8.3	0.13	0.0
19	3950	20	1	0	0	100	377	11.1	0.05	0.0
20	2860	65	2	77	23	0	559	5.3	0.12	0.0
Media	2910	140	5	35	28	25	488	5.9	0.36	0.06

1 Incluye sabana nativa, bosques "de galería" (término local que se refiere a bosques que se han dejado en las orillas de los ríos y manantiales), y pastos sembrados.

2 Depende del grado de utilización por las vacas de cría.

La cifra promedio observada de 5.9 ha/U.A. se considera adecuada y es contraria a la opinión general de que las fincas en los Llanos se encuentran sub-pastoreadas. Aún no se conoce en forma precisa la carga animal óptima para la sabana nativa, a fin de obtener un mejor desempeño de los animales, pero, en Carimagua, los hatos de cría se manejan con cargas animales similares, o sea de 6 a 7 ha/U.A.

La disponibilidad media de pastos sembrados por unidad animal es de 0.36 ha/U.A. En general, los agricultores le permiten al ganado de cría poco acceso a las praderas mejoradas; prefieren utilizarlas con ganado macho en etapa

avanzada de ceba o vacas de descarte para la venta. También, en la mayoría de los casos, los pastos sembrados se utilizan para recuperar aquellas vacas que están en muy malas condiciones físicas, como son las que están todavía lactando durante la estación seca. Este uso "estratégico" de las praderas mejoradas, para evitar pérdidas de vacas durante la estación seca, es una práctica de manejo común en toda la región.

El Cuadro 52 muestra la estructura de los hatos (la proporción de animales en cada categoría). Aproximadamente un 39 por ciento de los animales son vacas de cría (hembras que han parido). Esta cifra es típica para los sistemas de cría y levante,

Cuadro 52.

**Estructura del hato en 16 fincas de los Llanos de Colombia.**

Finca No.	Categoría animal (%)				Total No.
	Vacas de cría	Toros	Novillas <sup>1</sup>	Novillos <sup>1</sup>	
2	36	2	24	38	315
4	49	3	33	15	674
5	50	3	31	17	265
6	46	4	34	15	460
7	40	3	35	23	1038
8	37	3	36	24	145
9	43	4	31	22	145
11	36	5	33	27	517
12	24	2	26	48	603
13	44	2	35	19	282
14	44	3	34	19	369
15	34	2	37	25	1046
17	33	3	34	22	369
18	40	4	30	26	1219
19	40	2	30	27	412
20	33	2	32	33	627
Media global	39	3	33	25	530
Total	3324	258	2833	2779	9194

<sup>1</sup> Las novillas y novillos incluyen terneros no destetados y los novillos incluyen las vacas descartadas para engorde.



con bajos índices reproductivos, una edad avanzada de las novillas al primer parto y una edad avanzada de mercadeo para los novillos.

Las fincas 4, 5 y 6 presentan un porcentaje promedio de vacas de cría que es superior (y una baja proporción de novillos), lo cual es indicativo de operaciones que tienden hacia la cría y venta de novillos a una edad relativamente joven.

La muestra de fincas incluye un caso (finca 10) de manejo orientado hacia el engorde (en *Brachiaria*) y no es representativo de las fincas en los Llanos. Hay otras siete fincas (por ejemplo, la finca 12) que

tienen operaciones de engorde pero de manera marginal o tentativa.

Es común observar en los hatos una alta proporción de novillas las cuales se utilizan para el reemplazo. Esto explica la estructura del hato de cría por edades, presentada en el Cuadro 53.

La edad promedio de las vacas es de 76 meses, lo cual indica una vida productiva relativamente corta. Sólo un 8 por ciento del hato total de cría se ha clasificado como vacas viejas (más de 9 años de edad).

En la muestra total de 196 novillas, entre los 2 y 4 años de edad, sólo un 37 por ciento estaban preñadas. Estas 72 novillas

Cuadro 53.

**Estructura relativa por edad de las vacas de cría, en 16 fincas, en los Llanos Orientales de Colombia.**

Finca No.	No. de observaciones	Clases por edad			Edad promedio (meses)
		Jóvenes <60 meses (%)	Intermedias 60-108 meses (%)	Viejas >108 meses (%)	
2	55	44	42	14	74
4	0	- <sup>1</sup>	-	-	-
5	73	37	62	1	71
6	46	46	46	8	68
7	79	4	96	0	73
8	49	18	79	3	71
9	44	25	68	7	71
11	73	45	55	0	59
12	65	25	69	6	75
13	72	26	74	0	70
14	56	22	71	7	78
15	0	-	-	-	-
17	47	9	55	36	106
18	73	14	74	12	84
19	43	25	70	5	80
20	50	26	52	22	84
<b>Media</b>					
global	825 <sup>2</sup>	26	66	8	76

<sup>1</sup> Información no disponible.

<sup>2</sup> Número total de observaciones.

preñadas tenían una edad promedio de 38 meses y un peso promedio de 305 kg. Generalmente estas cifras indican que las novillas de reemplazo producen su primer ternero cuando tienen más de 4 años de edad. Por consiguiente, la vida productiva promedio de una vaca, incluyendo su primera gestación, se puede estimar en 4-5 años, un tiempo no mucho mayor que el período de levante. Si el próximo año se confirman estos resultados, conjuntamente con la tasa de natalidad promedio calculada del 50 por ciento, se puede esperar que una vaca produzca de 2-2.5 terneros durante su vida. Es necesario considerar que las vacas jóvenes, particularmente las primerizas, son menos eficientes que las vacas viejas. Por lo tanto, la estructura por edad presentada en el Cuadro 53 puede explicar los bajos índices reproductivos.

La baja proporción de vacas viejas, probablemente, no se relaciona con la longevidad de la población de hembras en sí, aunque las condiciones de una mala nutrición continua puede tener efecto sobre esa proporción. La razón principal por la cual las vacas presentan una vida corta es el alto valor que tiene la carne; es decir, si los dueños de fincas ganaderas necesitan dinero, prefieren vender vacas viejas (en vez de novillos jóvenes, los cuales al año siguiente pueden tener un valor más alto). Este descarte de vacas con buen peso corporal (frecuentemente preñadas), ejerce un efecto adverso sobre el nivel reproductivo del hato.

El Cuadro 54 presenta un resumen de la adopción de tecnologías sobre el manejo de hatos en las fincas. La aplicación de las técnicas 1 a 4 tiene un efecto directo (activo) en la producción del hato, en tanto que las otras pueden tener un efecto indirecto (pasivo). Se asignó un máximo de 10 puntos (según el grado de adopción) para las técnicas 1 a 5 y un máximo de 5

puntos para las técnicas 6 a 10. Esta cuantificación no implica la aplicación de la tecnología que sea apropiada.

En contra de la opinión general, la suplementación mineral es una práctica bastante común en las fincas; en realidad, casi todas las fincas dan suplementos minerales a los animales aunque, en la mayoría de los casos, en una forma más o menos restringida. Se registró un promedio global de consumo diario de 48.6 g/U.A./día (o sea 17.7 kg/U.A./año) de una mezcla mineral con aproximadamente un 5 por ciento de P, equivalente a 2.8 g P/U.A./día. Es interesante anotar que la mayoría de los propietarios de fincas ganaderas y aún los vaqueros, tienen un buen conocimiento de las deficiencias minerales y de su relación con los abortos y la baja fertilidad en los hatos. El grado de adopción de la suplementación mineral está limitada principalmente por la disponibilidad de dinero efectivo para la compra de tal insumo.

Las prácticas de salud animal (vacunación, control de parásitos, desinfección del ombligo en terneros recién nacidos) también muestran un nivel de adopción relativamente alto, aunque la mayor parte de la tecnología relacionada con estas prácticas no ha sido desarrollada para los Llanos y consecuentemente, puede ser inapropiada.

El descarte de vacas improproductivas se practica rara vez ya que requiere el conocimiento de algunas técnicas básicas, tales como la identificación individual de los animales y el mantenimiento de registros individuales de producción (abortos, nacimientos, mortalidad de terneros), lo cual implica un alto nivel de manejo. Se considera que el potencial de adopción de esta práctica de manejo es alto, ya que se puede hacer a un costo relativamente bajo y además, aseguraría un fuerte e inmediato

Cuadro 54.

Frecuencia y grado de adopción<sup>1</sup> de las técnicas de manejo de hatos, en 16 fincas, en los Llanos Orientales de Colombia.

Componente tecnológico	No. de la finca																Adopción relativa (%)
	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20	
1. Suplementación mineral	4	8	10	4	8	10	8	8	6	4	8	4	10	10	8	4	70
2. Programa de salud animal	6	8	8	6	8	10	6	10	4	4	6	8	10	6	-	8	70
3. Descarte	-	10	10	2	2	2	2	2	-	-	2	2	5	2	-	2	30
4. Destete	4	10	4	8	4	10	8	10	4	4	4	4	10	4	-	10	60
5. Subdivisión del hato	4	10	4	10	4	10	-	10	4	-	-	4	8	4	-	4	50
6. Registros de producción	-	5	5	-	-	5	-	2	2	-	2	2	-	-	-	-	20
7. Monta estacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8. Asistencia técnica	-	5	3	-	1	-	3	-	-	-	3	1	3	-	-	-	20
9. Descornada	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	20
10. Identificación de cada animal	-	5	5	-	5	5	-	5	5	-	5	5	5	5	-	5	60
Nivel relativo de manejo (%)	24	81	72	40	43	70	36	63	33	16	47	40	75	41	10	44	46

<sup>1</sup> Las técnicas No. 1-5 tuvieron un máximo "puntaje" de 10 puntos; las técnicas No. 6-10, un máximo de 5 puntos. Por lo tanto, se puede alcanzar un máximo total de 75 puntos.

impacto en la eficiencia reproductiva de los hatos de cría.

En muy pocas fincas se practica el destete sistemático; en muchos casos, el destete ocurre en forma natural (cuando las vacas detienen su producción de leche). Este hecho está relacionado con el apareamiento continuo que se practica en la mayoría de las fincas, lo cual resulta en que se registran nacimientos durante todo el año. La mayoría de los ganaderos están de acuerdo en que los partos se concentran al final de la estación seca, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en Carimagua. Como los ganaderos reúnen sus hatos sólo 1 ó 2 veces al año — al inicio y al final de la estación de lluvias — las edades de los terneros tienen una gran variación, lo cual complicaría hacer el destete a una edad determinada. En este caso, los ganaderos prefieren destetar sus terneros a una edad relativamente avanzada (aproximadamente, a los 10 meses).

En las fincas que se incluyeron en la muestra, no se practica la monta estacional o restringida, ni tampoco se ha oído de ella en fincas fuera de la muestra. Los ganaderos consideran que esa práctica de manejo de hatos "no funciona" ya que "las vacas no concebirán". Esto es consistente con el hecho de que la adopción exitosa de la monta estacional requiere buena habilidad administrativa. Esta falta de conocimiento resalta la importancia de un experimento realizado en Carimagua, el cual será descrito posteriormente en esta sección.

Aunque es bastante común que los ganaderos numeren y marquen individualmente a sus animales, sólo en pocos casos se llevan registros individuales del comportamiento de cada animal, excepto para controlar el inventario del ganado.

Los datos que se presentan en el Cuadro 54 muestran que existe un enorme potencial para aumentar la productividad de los hatos transfiriendo tecnologías de manejo ya conocidas, tales como el descarte y la monta estacional, las cuales se pueden adoptar a un costo bajo. En la mayoría de las fincas, la infraestructura existente (por ejemplo, corrales y cercas) sólo requeriría mejoramientos pequeños para incorporar estas prácticas al manejo tradicional de los hatos.

El Cuadro 55 presenta un estimativo del comportamiento de los hatos de cría en cuanto a su capacidad de reproducción, en relación con el peso corporal de las vacas secas y de las vacas en el período de lactancia. Como los ganaderos hacen muy poco por mejorar los pastos, la condición nutricional de las vacas y los índices reproductivos resultantes son expresiones del potencial de producción del forraje existente en la sabana. Según los resultados obtenidos en Carimagua, el peso corporal de una vaca seca en los Llanos, bajo condiciones adecuadas de alimentación en praderas para obtener un comportamiento reproductivo satisfactorio, es de aproximadamente 400 kg. En las fincas, el peso promedio de las vacas secas fue de 318 kg (en la primera estación de lluvias), aproximadamente un 20 por ciento por debajo del óptimo estimado. En algunas fincas, el estrés nutricional pareció ser extremadamente alto. Por ejemplo, en las fincas 18 y 19, las vacas en período de lactancia pesaron en promedio 262 kg. Sólo en cuatro fincas las vacas en período de lactancia pesaron más de 300 kg. Estas condiciones inadecuadas de alimentación son la causa principal del mal comportamiento reproductivo de los hatos en los Llanos de Colombia.

Las tasas de nacimiento, estimadas en el Cuadro 55, corresponden al período noviembre de 1977 - octubre de 1978. Para

Cuadro 55.

**Comportamiento reproductivo<sup>1</sup> del ganado de cría, en 16 fincas, en los Llanos Orientales de Colombia.**

Finca No.	Edad de las vacas (meses) $\bar{X}$	Peso corporal de las vacas (kg)				Tasa de natalidad estimada <sup>2</sup> (%)	Índice reproductivo <sup>3</sup> (%)
		Vacas secas		Vacas lactantes			
		No.	$\bar{X}$	No.	$\bar{X}$		
2	74	29	317	26	302	45	0.78
4	-4	107	320	-	-	34	0.85
5	71	39	297	33	284	57	0.74
6	68	25	348	22	299	77	0.94
7	73	58	303	25	290	42	0.67
8	71	15	410	31	356	67	1.09
9	71	21	344	20	313	54	0.85
11	59	44	326	29	298	51	0.96
12	75	50	308	16	283	38	0.59
13	70	45	344	27	285	59	0.79
14	78	42	306	14	272	48	0.73
15	-	32	303	26	289	56	0.85
17	106	23	337	23	310	52	0.91
18	84	31	298	41	261	44	0.83
19	80	28	279	16	264	30	0.56
20	84	23	312	26	276	45	0.92
Media global	76	622	318	375	293	49	0.81

1 Con base en los datos obtenidos en mayo-junio, 1978.

2 Calculada con base en su condición de lactancia y preñez (ver el texto).

3 Suma de las proporciones de vacas en lactancia y preñadas.

4 Información no disponible.

determinar esas tasas se utilizó la siguiente fórmula: número de vacas en lactancia (1-6 meses) más número de vacas preñadas (3-9 meses) dividido por el número total de vacas en la muestra.

Debido a la variación natural de las tasas de nacimiento dentro de un hato, de un año a otro, estas cifras se deben complementar con 1 año de observaciones. Sin embargo, la tasa promedio de 49 por ciento es confiable y concuerda con la tasa del 52 por ciento mencionada en un estudio anterior (Informe Anual del CIAT, 1974). Según la hipótesis inicial, la variación entre fincas es alta, oscilando entre un 30 y un 77 por ciento. La relación cercana que existe entre

la condición nutricional (peso corporal) y el índice de reproducción, es evidente.

El Cuadro 55 muestra también los valores para el índice reproductivo, obtenido mediante la adición de las vacas en lactancia y las preñadas (las vacas preñadas en lactancia se consideran dos veces), dividiendo luego esa suma por el número total de vacas en la muestra. Este índice cuantifica la proporción de vacas que están activamente en reproducción, durante un período de aproximadamente 18 meses y por lo tanto, este índice se considera como un parámetro más adecuado para comparar el estado reproductivo de un hato en comparación

con la tasa de nacimientos estimada con base en observaciones individuales.

El mejor y peor índice reproductivo (fincas 8 y 19, respectivamente), coinciden con el mayor y menor peso corporal de las vacas. Con base en este índice, se estima que se debe descartar aproximadamente del 10 al 15 por ciento de la población de vacas debido a su nivel de reproducción extremadamente bajo o bien a su infertilidad.

El Cuadro 56 presenta la distribución relativa de las vacas de cría según su estado reproductivo (preñez y lactancia) entre una muestra total de 988 observaciones. Solamente el 2 por ciento de las vacas en lactancia estaban preñadas. Un estudio realizado en 1974 indicó un 9 por ciento. Esta evidencia confirma nuevamente que la gran mayoría de las vacas en lactancia no son capaces de reconcebir, principalmente debido al estrés nutricional. La vaca

promedio tiene que recuperarse durante varios meses después del destete, lo cual resulta en un intervalo entre partos de aproximadamente 24 meses y corresponde a tasas de nacimiento del 50 por ciento.

El Cuadro 57 presenta el peso promedio corporal del ganado joven, dentro de la categoría de "edad del animal". Se excluyen las operaciones de engorde, de tal manera que los resultados presentados se refieren solamente al ganado que pastorea en sabana. También, se presentan los resultados de las dos estaciones de pesaje. No se encontraron diferencias significativas en la edad dentro de las categorías establecidas, durante estas estaciones. Aunque los datos no han sido analizados totalmente, los efectos del sexo y de la estación (seca o húmeda) no parecen ser importantes. Las hembras, en la categoría de más de 4 años de edad, son novillas que aún no han parido.

Cuadro 56.

**Distribución de vacas de cría con base en su condición de preñez y lactancia, en 988 observaciones, en los Llanos Orientales de Colombia.**

	Secas	En lactancia ≤6 meses	En lactancia >6 meses	Media
Preñez		(%)		
Sin preñar	21	23	13	57
Preñadas 3 meses	16	-	1	17
Preñadas > 3 meses	25	-	1	26
Media (en lactancia)	62	23	15	100

Cuadro 57.

**Pesos corporales del ganado por categoría de edad, en las muestras de fincas de los Llanos Orientales de Colombia.**

Categorías por edad	Media global			Estación seca temprana		Estación lluviosa temprana	
	No.	Edad (meses)	Peso (kg)	No.	Peso (kg)	No.	Peso (kg)
<b>Ganado hembra</b>							
Destetas	195	8	138	87	129	180	145
1 - 2 años	267	16	185	89	191	178	182
2 - 3 años	226	27	250	105	245	121	254
3 - 4 años	193	38	267	118	259	75	279
> 4 años <sup>1</sup>	100	52	280	62	272	38	294
Vacas (secas)	1245	76	309	632	300	613	318
<b>Ganado macho<sup>2</sup></b>							
Destetos	187	8	136	111	138	76	132
1 - 2 años	273	16	184	125	178	148	189
2 - 3 años	90	26	232	38	240	52	227
>3 años	23	49	259	19	259	4	258

1 Aún no han parido.

2 Castrados y sin castrar.

**El Cerrado de Brasil Central**

La Sección que tiene a su cargo el estudio del Área de Actuación identificó cuatro subregiones principales, ecológicamente homogéneas, en el Cerrado Brasileiro: 1) occidente de Minas Gerais central; 2) Goiás del Sur; 3) Goiás del Norte; y 4) Mato Grosso central.

En enero de 1978 se iniciaron las actividades al ingresar al equipo del CIAT-CPAC un zootecnista del CIAT, el cual es financiado con fondos especiales. Debido a limitaciones físicas para cubrir estas cuatro extensas subregiones, fue necesario hacer una selección inicial en cuanto al área que comprendería el estudio. Con este propósito, se hicieron viajes extensivos de reconocimiento. Se partió de la base de que

en las subregiones 1 y 2 prevalece la ganadería lechera (60 al 80 por ciento de las fincas utilizan vacas de carne para la producción de leche); se decidió concentrar los esfuerzos investigativos y los recursos en las subregiones 3 y 4 en donde, definitivamente, predominan los sistemas de producción de ganado de carne. Sin embargo, la creciente importancia y tendencia hacia la ganadería de doble propósito puede tener implicaciones para la orientación futura del Programa.

A partir de mayo, se preseleccionaron las fincas; en setiembre, se habían identificado ocho fincas en el área de Mato Grosso central y siete en Goiás del Norte, para las cuales se completó la colección inicial de datos que se necesita obtener para su caracterización. Se identificaron y

numeraron 1900 cabezas de ganado con el propósito de llevar registros del comportamiento individual de los animales. Las fincas seleccionadas se presentan en el Cuadro 58.

El Cuadro 58 muestra una variación relativamente grande en cuanto al tamaño de las fincas, el tamaño de los hatos y en las cargas animales reales, oscilando entre 2 y

5 ha/cabeza de ganado. Sin embargo, es interesante anotar que las cifras medias para ambas regiones son muy similares. La estructura del hato también es comparable; el ganado de cría representa el 45-47 por ciento del hato completo.

La principal diferencia entre las dos subregiones parece ser la proporción de pastos sembrados en las fincas, siendo este

Cuadro 58.

**Características de las fincas seleccionadas en el Cerrado de Brasil.**

Finca No.	Nivel tecnológico <sup>1</sup>	Tipo de operación <sup>2</sup>	Area (ha)		Ganado		Carga <sup>4</sup> (ha/animal)	
			Total <sup>3</sup>	Pastos sembrados	Vacas	Total		
<b>Sub-región: Mato Grosso Central</b>								
1	I	C/L	2000	400	-	-	-	
2	I	C	1700	310	88	300	5.6	
3	I	C	2000	550	300	503	3.9	
4	A	C/L	5450	1200	520	1200	4.1	
5	B	C/L	990	250	305	442	1.9	
6	B	C/L	4400	800	460	1135	3.4	
7	I	C	1126	215	210	419	2.4	
8	I	C/L	1467	220	120	307	4.2	
Media: Mato Grosso			2400	500	290	615	3.6	
<b>Sub-región: Goiás del Norte</b>								
9	A	C/L	1630	288	200	593	2.0	
10	B	C	700	250	120	255	2.2	
11	B	C	870	50	90	244	3.6	
12	I	C/L	3100	500	348	661	4.6	
13	I	C/L	3560	100	308	791	4.4	
14	A	C	3370	300	300	540	4.0	
15	I	C	2100	275	420	816	1.9	
Media: Goiás del Norte			2200	250	255	560	3.2	

1 A = alto; I = intermedia; B = bajo.

2 C = cría; L = levante.

3 Incluye cultivos y bosques.

4 Carga animal global: sabana + pastos sembrados/No. total de ganado.



valor más alto en Mato Grosso (24% del total de las praderas) que en Goiás (14%). Sin embargo, en ambas regiones, las únicas dos especies importantes —*Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria decumbens*— se han encontrado en la misma proporción de (2/3) : (1/3), respectivamente.

Comparando estos hallazgos con los resultados obtenidos en los Llanos de Colombia, no parece haber una gran diferencia en el tamaño de las fincas y en el tamaño de los hatos. Los ganaderos del Cerrado parecen utilizar una carga animal más alta (3-4 ha/U.A. en Brasil) que en los Llanos de Colombia (5-6 ha/U.A.). También, se puede observar una diferencia significativa en la proporción de pastos sembrados en las fincas (en el Cerrado, 14-24% y en los Llanos, 5%). Mientras que en Brasil la especie sembrada más importante es *H. rufa*, en los Llanos predominan *B. decumbens* y *M. minutiflora*. En ambas regiones del Cerrado (Mato Grosso y Goiás), casi todos los agricultores siembran algunos cultivos (principalmente, arroz) aunque en una escala relativamente pequeña. En las fincas de los Llanos no se encontraron cultivos comerciales.

También, se pueden observar algunas diferencias en las estructuras de los hatos. En tanto que en las fincas del Cerrado más del 45 por ciento del hato total está representado por vacas de cría, en las fincas de los Llanos sólo el 36 por ciento lo constituyen las vacas. Esto indica que los ganaderos de Brasil venden su ganado a una edad más joven que los ganaderos colombianos.

### Los Llanos Orientales de Venezuela

En 1978 se firmó un acuerdo con FONAIAP. Entre otras actividades colaborativas, el Proyecto ETES se llevará a cabo como una investigación conjunta. En octubre, un zootecnista del CIAT se

integró al equipo multidisciplinario asignado a dicho Proyecto en el Centro Regional del CIARNO, en Maturín. Inicialmente, se ha seleccionado la región nororiental de los Llanos, con posibilidades de ensanchar posteriormente las actividades a las regiones centrales. Ya se completó la preselección de las fincas, proporcionando una base para su selección final. A comienzos de 1979, se iniciará la colección de datos relacionados con el comportamiento animal.

### Sistemas de Manejo de Hatos de Cría

El objetivo central de este experimento es evaluar el uso estratégico de pastos mejorados en sistemas de producción de cría, en las regiones de sabana tropical.

El uso estratégico se define como el acceso temporal del hato de cría a pastos mejorados, durante períodos críticos del ciclo reproductivo (parto, comienzos de la lactancia, reconcepción). Para hacer un buen uso estratégico de los pastos mejorados, pareciera que es esencial restringir el apareamiento a determinadas épocas del año.

Los objetivos experimentales se describieron en el Informe Anual de 1977. En el Cuadro 59 se presenta el diseño final de esta investigación.

Aproximadamente, el 10 por ciento del área total utilizada por los Hatos 2, 4 y 6 corresponde a pastos mejorados; es decir, 120 ha de gramíneas (principalmente, *B. decumbens*, pero en asociación con *M. minutiflora* y parcialmente, con *A. gayanus*) y 30 ha de *Stylosanthes guianensis* 136, sembradas en agosto-setiembre de 1977, con baja aplicación de fertilizantes (47 kg de  $P_2O_5$ /ha a toda el área de pastos mejorados, más 10 kg de S/ha a las leguminosas).

**Tratamientos en el experimento de sistemas de manejo de hatos de cría, durante 1978, en Carimagua.<sup>1</sup>**

Hatos	No. de vacas	Praderas		Períodos de monta	
		Tipo	Tiempo en pastos mejorados (días)	Meses	Duración (días)
1	54	Sólo sabana	0	Ene.-Dic.	365
3	54	"	0	Jun.-Set.	120
5	54	"	0	May.-Jul. <sup>2</sup>	90
2	54	Sabana +	114	Ene.-Dic.	365
4	54	Praderas mejoradas	155	Jun.-Set.	120
6	54		91	May.-Jul. <sup>2</sup>	90

1 Dentro de los hatos, el 50% de los terneros se destetarán a los 6 meses y el otro 50% a los 9 meses.

2 Se planificó un segundo período de monta de 90 días, durante diciembre 1978-enero 1979.

El uso estratégico con 20 vacas de alta prioridad (al comienzo de su período de lactancia) por cada uno de los Hatos 2, 4 y 6 se inició a finales de la estación seca (febrero 15 hasta abril 30, 1978). Durante este período, la carga animal de la leguminosa fue de 1.6 U.A./ha y en las gramíneas (durante el establecimiento), 0.36 U.A./ha.

Desde mayo hasta setiembre, los lotes de gramíneas y de leguminosas fueron pastoreados intermitentemente, con una carga animal promedio de 1.6 U.A./ha. El Cuadro 59 muestra los períodos durante los cuales los Hatos 2, 4 y 6 tuvieron acceso a los pastos mejorados.

Las praderas de sabana nativa tuvieron una carga animal promedio de 0.15 U.A./ha. Estas praderas son quemadas en secuencia (dentro de los lotes de pastoreo) 2 ó 3 veces al año. Algunas incluyen una alta proporción de áreas bajas productivas

(hasta el 50%). En un intento por eliminar los efectos de los lotes de pastoreo sobre los resultados obtenidos, todos los hatos en la sabana se rotan mensualmente en los lotes de pastoreo.

Los hatos experimentales se formaron en diciembre de 1977. Las vacas se seleccionaron con base en un único criterio: el de la fertilidad comprobada — por lo menos, dos terneros para las vacas viejas (nacidas en 1969) y un ternero o preñez, para las vacas jóvenes. Las novillas de reemplazo deben pesar 280 kg cuando cumplen 3 años de edad. El descarte de vacas infértiles se hace en forma rutinaria. Todos los hatos son comparables en edad y en condición fisiológica (lactancia y preñez). En agosto de 1978 se incluyeron otras 16 novillas, de tal manera que cada hato tiene actualmente 56 hembras de cría.

El programa de manejo rutinario de los seis hatos incluye: 1) Suplementación

mineral *ad libitum* durante todo el año. El contenido de fósforo en la mezcla varía entre 7 y 8 por ciento. El consumo promedio ha sido de 58 g/U.A./día (21 kg/U.A./año). 2) Un programa completo de salud animal, incluyendo el control de enfermedades infecciosas (fiebre aftosa, brucelosis, edema maligno, pasteurelosis y pierna negra), parásitos externos (cada 2 meses) e internos (terneros, dos veces al año y adultos, una vez al año) y cuidados con los terneros recién nacidos (particularmente, desinfección del ombligo). 3) Los toros reciben un suplemento de 0.6 kg de torta de algodón durante la estación seca y se mantienen en praderas mejoradas, durante los períodos de descanso, 4) Revisiones individuales de todos los animales, cada 2 meses, durante la época de recolección de datos para el estudio.

Por lo tanto, el manejo general de los hatos y de los pastos está a un nivel de óptima factibilidad, en lo que respecta al ambiente y al estado actual del conocimiento.

Entre setiembre de 1977 y agosto de 1978, los hatos experimentales de cría tuvieron el siguiente comportamiento promedio: tasa de natalidad, 72.5 por ciento; mortalidad de terneros, antes del destete, 9.9 por ciento; mortalidad de

adultos, 1.5 por ciento; y abortos, 0.6 por ciento.

Durante el mismo período, estos parámetros aún no habían sido afectados por los tratamientos experimentales. Sin embargo, en diciembre de 1977, la alta tasa de nacimientos resultó en una alta proporción de vacas en lactancia, durante los períodos de apareamiento (debido a la selección y al descarte), lo cual permitió el estudio de la reconcepción durante la lactancia.

A partir de junio, se observó un efecto significativo del tratamiento con pastos mejorados, en el peso de los terneros al destete. Todos los terneros que fueron concebidos durante 1977, se destetaron a los 9 meses de edad.

El Cuadro 60 presenta los resultados de junio y agosto. A pesar de que las vacas de los Hatos 2, 4 y 6, sólo tuvieron acceso a los pastos mejorados durante la fase final de la lactancia, con un promedio de 160 días, destetaron terneros que eran 11 por ciento (18 kg) más pesados que los de las vacas que sólo pastorearon sabana nativa.

En la Figura 99 se muestra el efecto de los pastos sobre el peso corporal de las vacas, según su época del período de lactancia. En tanto que las vacas secas, con

Cuadro 60.

**Efecto del tipo de pradera sobre el peso de los terneros al momento del destete, durante la estación lluviosa.**

Meses de destete	Peso de de los terneros (kg)						Diferencia
	Media global		Sólo sabana		Sabana + 10% de pastos sembrados		
	No. de observ.	Media	No. de observ.	Media	No. de observ.	Media	
Junio	56	176	26	166	30	185	19
Agosto	28	179	15	171	13	189	18
Total	84	177	41	168	43	186	18

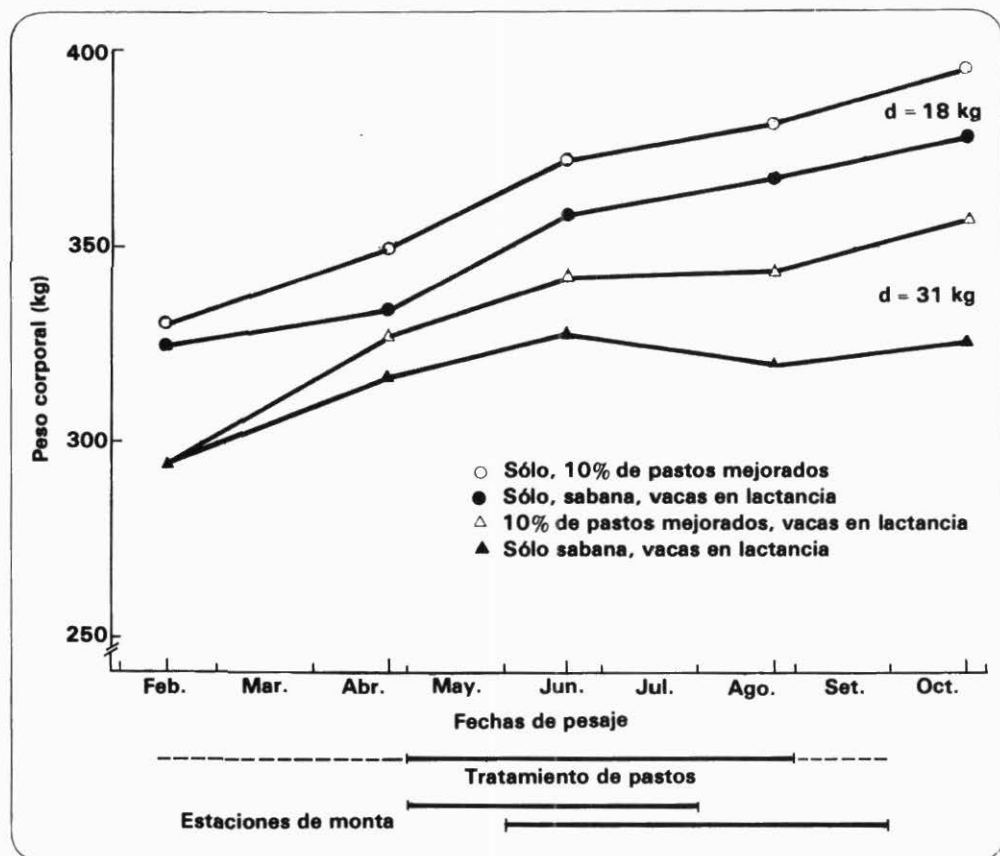


Figura 99. Efecto de los sistemas de pastos sobre el peso corporal de las vacas, según su estado de lactancia, en los Sistemas de Manejo de Hatos de Cría, Carimagua.

acceso a pastos mejorados, presentaron una diferencia positiva casi constante en comparación con las vacas con acceso a la sabana nativa, hay diferencias continuamente crecientes entre las vacas en lactancia.

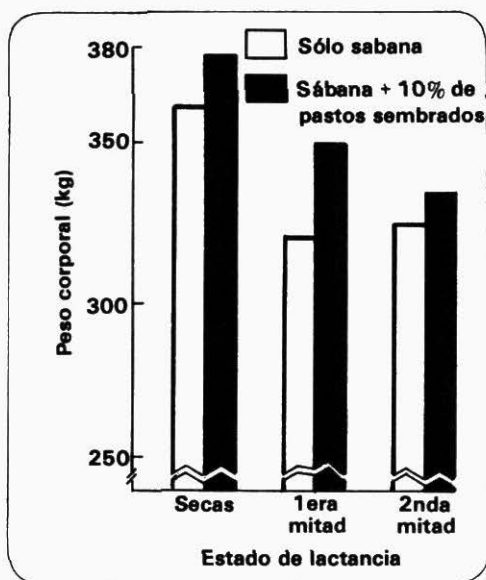
En octubre, las vacas en lactancia de los Hatos 2, 4 y 6 pesaron 31 kg más que las vacas en lactancia de los Hatos con acceso solamente a la sabana.

Al analizar el efecto de los pastos sobre el peso corporal de las vacas por períodos de lactancia, se pone de manifiesto que la suplementación de pastos mejorados es particularmente efectiva durante la primera parte de la lactancia, cuando los

requerimientos nutricionales son más altos. La Figura 100 muestra los pesos tomados en junio y en agosto. Aunque todas las diferencias son significativas, las diferencias debidas a los pastos mejorados, durante la primera mitad de la lactancia, son de aproximadamente 30 kg y de sólo 10 kg durante la segunda mitad.

El Cuadro 61 muestra los resultados de los pesajes hechos en octubre. La diferencia de los pesos entre las vacas que lactaron hasta un período temprano aumentó a 43 kg; para las que lactaron hasta más tarde, 23 kg y sólo 18 kg para las vacas secas.

A finales de octubre, se hizo un diagnóstico de preñez (Cuadro 62). Se



**Figura 100.** Efecto del uso estratégico de pastos sembrados sobre el peso corporal de vacas con relación a su estado de lactancia, durante la estación lluviosa, en Carimagua (medias para junio-agosto).

calcularon las tasas de concepción para todas las vacas y para las vacas en capacidad de concebir (definidas como vacas que parieron 90 días o menos antes de finalizar la estación de monta y que, por lo tanto, se recuperaron del período normal sin estros durante la lactancia). La tasa de concepción para las vacas en capacidad de concebir, es aproximadamente equivalente a la tasa global de concepción, una vez que se ajusten los ciclos reproductivos de los hatos de cría a las respectivas estaciones de montas.

La tasa de reconcepción de las vacas en lactancia tiene un interés especial, puesto que las bajas tasas de reproducción generalmente encontradas bajo condiciones de sabana tropical se relacionan muy cercanamente con el hecho de que la mayoría de las vacas no conciben sino hasta después del destete.

Cuadro 61.

**Peso corporal de las vacas según su condición de lactancia y tratamiento por tipo de praderas (octubre 1978).**

Hato (No.) en dos tipos de pradera	Estado de lactancia					
	Secas		Primera mitad		Segunda mitad	
	(No.)	(kg)	(No.)	(kg)	(No.)	(kg)
<b>Sólo sabana</b>						
1	29	391	9	330	18	326
3	38	373	7	335	11	325
5	32	370	11	301	13	336
<b>Sabana + pastos mejorados</b>						
2	27	407	10	365	19	345
4	37	395	9	367	9	358
6	39	387	7	351	10	360
<b>Medias</b>						
Sólo sabana	99	377	27	320	42	329
Sabana + pastos mejorados	103	395	26	362	38	352

Cuadro 62.

**Concepciones (preñez) en el experimento de sistemas de manejo de hatos de cría, según los resultados de la palpación hecha a finales de octubre, 1978.**

Parámetros	Hatos (No.) en dos tipos de pradera					
	Sólo sabana			Sabana + 10% mejorados de pastos		
	1	3	5	2	4	6
Total de vacas	54	54	53	52	52	52
Vacas aptas <sup>1</sup>	50	47	38	49	43	44
Vacas preñadas	30	28	26	39	31	37
Concepción global (%)	56	52	49	75	60	71
Concepción de vacas aptas (%)	60	60	68	80	74	84
Concepción entre el total de vacas en lactancia (%)	22	6	21	62	28	53
Concepción entre las vacas aptas en lactancia (%)	25	9	38	69	56	78

1 Aptas para concebir, con más de 90 días entre el parto y el final de la época de monta.

En el Cuadro 63 se muestra el efecto de los pastos en las tasas de concepción. Los hatos en sabana también muestran índices relativamente altos, como resultado del alto nivel de manejo. Sin embargo, se puede observar un 25 por ciento de aumento en los hatos suplementados con pastos mejorados. Esto se explica por medio de la alta tasa de reconcepción (68%) de las vacas en lactancia, debido a una mejor condición nutricional.

En el Cuadro 64 se presentan las tasas de concepción con relación a los períodos de monta. Es posible que la preñez en los Hatos 1 a 4 esté ligeramente subestimada. Aunque los resultados no son muy concluyentes, pareciera que un período de monta de 3 meses (Hatos 5 y 6), durante el comienzo de la estación de lluvias (mayo-julio), particularmente en combinación con pastos mejorados (ver referencia al Hato 6 en el Cuadro 62), asegura una alta

Cuadro 63.

**Efecto de los pastos sobre las tasas de concepción (preñez).**

Tipo de pradera(%)	Concepción global (%)	Concepción en vacas aptas <sup>1</sup> (%)	Concepción entre vacas aptas en lactancia (%)
Sólo sabana	52	63	24
Sabana + 10% de pastos mejorados <sup>2</sup>	69	79	68

1 Aptas para concebir (con más de 90 días entre el parto y el final del período de monta).

2 Promedio de 120 días en pastos mejorados.

Cuadro 64.

**Efecto de los períodos de monta en las tasas de concepción (preñez).**

Períodos de monta	Concepción global (%)	Concepción en vacas aptas (%)	Concepción entre vacas aptas en lactancia (%)
Continuo (Hatos 1 + 2) <sup>1</sup>	65	70	47
4 meses (Hatos 3 + 4) <sup>2</sup>	56	66	32
3 meses (Hatos 5 + 6) <sup>3</sup>	60	77	58

1 Desde mayo de 1978.

2 Durante junio, julio, agosto y setiembre de 1978.

3 Durante mayo, junio y julio de 1978.

capacidad de concepción posiblemente debido al efecto de la "vigorosidad" de los forrajes recién brotados. La adopción de períodos de monta restringidos parece factible y no necesariamente tiene un efecto negativo en las tasas reproductivas, durante el primer año de adopción. La adopción de períodos cortos de monta hace posible el manejo estratégico de pastos mejorados.

Los resultados obtenidos durante el primer año experimental se utilizaron para hacer una evaluación global de los dos sistemas básicos: "A" solamente en sabana, con el mejor manejo posible, y "B" sabana más el 10 por ciento de pastos mejorados (gramíneas más leguminosas). Los análisis de los datos de 1978 mostraron que un 10 por ciento de la superficie total de las praderas establecido con especies forrajeras mejoradas aumentó la producción de peso de los animales en 23 kg/ha, o sea, 2.5 veces más que el sistema A (9 kg/ha).

Sin embargo, hay indicaciones de que las cargas animales en los pastos mejorados se pueden aumentar de 1.6 a 2.0 U.A./ha, que la edad de las novillas al primer parto se puede disminuir a 3 años y que la

mortalidad de terneros antes del destete puede disminuir al 5 por ciento. En este caso, el sistema B podría producir 30 kg/ha/año, o sea, 3.5 veces más que el sistema A.

Los análisis económicos correspondientes, presentados en la sección de Economía, indican que el uso estratégico limitado de pastos mejorados con hatos de cría es una alternativa atractiva para los productores de ganado de carne, una vez que se tengan disponibles praderas a base de leguminosas que persistan durante, por lo menos, 6 años, bajo las condiciones de los Llanos de Colombia.

## Hato Experimental

En Carimagua, la Sección de Manejo Animal tiene a su cargo el Hato Experimental del ICA-CIAT con el objetivo central de producir ganado adecuado para los experimentos de pastoreo. Al mismo tiempo, se pueden validar nuevas técnicas de manejo adaptadas al ambiente bajo condiciones prácticas de producción comercial extensiva.

El Hato Experimental utiliza aproximadamente 5900 ha, de las cuales 160 ha

(3%) están sembradas con *B. decumbens*. La carga animal promedio en las praderas de sabana varía entre 6-7 ha/U.A. Actualmente, el hato incluye 267 hembras de cría (158 vacas y 109 novillas servidas) y 11 toros (3 San Martinero y 8 Cebú). El proyecto también recibe los animales destetados que resultan de los experimentos realizados en Carimagua y los cría, hasta que se utilicen nuevamente en los experimentos de pastoreo o hasta que se vendan.

Las vacas se aparean entre abril 1 y noviembre 30. Todos los animales reciben *ad libitum* suplementación mineral. Los toros reciben un suplemento diario de 500 g de torta de algodón durante la estación seca. Se practica un ligero descarte de animales no aptos con base en el comportamiento reproductivo. Los hatos se reúnen tres veces al año, con el propósito de vacunar, bañar, pesar e identificar los animales. Los machos son castrados; los terneros próximos a cumplir los 9 meses de edad se destetan y una vez al año, las vacas se palpan para determinar si hay problemas de reproducción y así determinar cuáles de ellas deben ser descartadas.

La mortalidad global fue de 1.8 por ciento y la de los terneros, antes del destete, fue de 5.4 por ciento. Debido al manejo extensivo, la cifra anterior puede estar subestimada. El peso promedio al destete de los 67 terneros (sin incluir el destete practicado en noviembre) fue de 143 kg (machos 144 kg y hembras 139 kg), con un promedio de edad de 9 meses. Se registraron 8 abortos (5%).

En el Cuadro 65 se presentan los nacimientos registrados durante el período comprendido entre octubre de 1977 y setiembre de 1978. Para los Hatos 1 a 3, la tasa promedio de nacimientos fue del 58 por ciento, similar a la observada el año pasado. Las 109 novillas de los Hatos 4 y 5 fueron apareadas (para observar si la época de monta era apropiada), durante 45 días, sólo durante octubre-noviembre de 1977, lo cual resultó en una tasa de nacimientos del 34 por ciento solamente. Este porcentaje indicó que aunque el peso corporal de los terneros fue satisfactorio, el período de monta y particularmente, la época del año, no fueron adecuados.

Las siguientes cantidades de animales fueron proporcionadas a otros proyectos

Cuadro 65.

**Nacimientos registrados en los Hatos Experimentales, en Carimagua.**

Hatos	Vacas servidas/novillas	Partos	Tasa de nacimientos (%)
1	61	35	57.4
2	47	30	63.8
3	50	27	54.0
4 <sup>1</sup>	52	(20) <sup>2</sup>	(38.5) <sup>2</sup>
5 <sup>1</sup>	57	(17)	(29.8)
Total	267	129	(48.3)

1 Las novillas sólo fueron servidas durante octubre-noviembre de 1977.

2 Los valores entre paréntesis son bajos, reflejando que el período de monta para las novillas en los Hatos 4 y 5 fue muy corto.



de investigación en Carimagua, durante el año: Sección de Agronomía de Leguminosas, 20 hembras destetadas; Sección de Manejo Animal, 55 hembras destetadas; Sección de Utilización de Pastos, 160 novillos y terneros destetados; Estudios de Suplementación Mineral (ICA), 335 novillas; y Estudios de Producción de Ganado de Carne (ICA), 114 novillos.

Además, el Hato Experimental maneja los terneros de otros proyectos. Uno de los principales productores de terneros fue el experimento sobre Sistemas de Manejo de Hatos de Cría. Se vendieron 68 animales que se consideraron como no aptos (descarte); además, se sacrificaron para el consumo 56 animales.

## **SALUD ANIMAL**

Esta Sección revisa y vigila continuamente los problemas de salud animal, en tres niveles de intensidad. Al nivel macro, se trabaja en un inventario en las enfermedades de los animales en el Area de Actuación y constituye parte integral del estudio de dicha área. Los estudios a nivel macro proporcionarán información básica general que puede ser aplicable a cualquier condición que pueda afectar la productividad del ganado en el área.

A nivel intermedio, el trabajo incluye la vigilancia general sobre los hatos en Carimagua, el Proyecto ETES, la vigilancia miscelánea en el Centro del Cerrado en Brasil y en una región de Paraguay, y la descripción de los problemas que surjan por la toxicidad de los pastos (plantas tóxicas).

Al nivel micro, se realizaron estudios sobre perfiles parasitarios en Carimagua, el estudio epidemiológico de una infección natural de leptospirosis en los Llanos de Colombia y un informe sobre la infección artificial con leptospira en vacas con una buena condición nutricional. Los estudios a nivel micro están dirigidos hacia la obtención de información para diseñar un esquema práctico de medicina preventiva para el control de condiciones específicas ya definidas como importantes.

### **Estudios a Nivel Macro**

#### **Inventario de las Enfermedades del Ganado**

Se han obtenido datos de regiones del Area de Actuación, especialmente en Brasil, Colombia y Paraguay. Brasil tiene mucha más información acerca de las enfermedades de los bovinos que cualquier otro país en el Area de Actuación. Sin embargo, la información está diseminada entre instituciones locales, ganaderos y practicantes privados; habría que hacer un esfuerzo considerable para colectarla y organizarla.

El Cuadro 66 presenta una lista de enfermedades del ganado vacuno encontradas en los estados de Mato Grosso y Goiás, en el orden de prioridad que han recibido y con la limitada información disponible sobre tales enfermedades. En la medida en que se obtengan nuevos datos cuantitativos, la información disponible será entonces más confiable.

Hay cuatro condiciones que merecen atención. En primer lugar, en esta área de Brasil se presenta en los mataderos un considerable número de lesiones causadas por tuberculosis. En 1977, solamente en el estado de Mato Grosso, fue necesario desechar 1166 animales destazados por haberse encontrado en sus cadáveres

**Algunas condiciones que afectan la salud de los hatos de ganado de carne, en los estados de Mato Grosso y Goiás, Brasil. (Información preliminar para el Inventario de Enfermedades Animales en el Estudio del Área de Actuación)**

Condición patogénica	Observaciones	Prioridad tentative
Tuberculosis	1116 cadáveres condenados en Mato Grosso en 1977	1
Brucelosis	Algunas regiones con una prevalencia del 15-18%	1
Bursitis	91 casos en el matadero de Mato Grosso en 1977	1
Parásitos internos	Principalmente, especies de <i>Cooperia</i> y <i>Haemonchus</i> (tratadas durante la estación seca)	1
Botulismo	Producido por deficiencias minerales	2
Plantas tóxicas	Seis sobresalientes: Anilão, Dama da noite, Erva Café, Faveira, Barbatinao, Piriquiteira	2
"Espichamento"	Debido a <i>Solanum malacoxica</i> (planta tóxica)	2
"Peste Secar"	Atribuida principalmente a la deficiencia de Co	2
Anaplasmosis	Principalmente en terneros	3
"Peste Rachar"	Probablemente, nutricional (25% de muertes en Goiás del Norte, en terneros de 1-4 meses de edad)	3
Hidrofobia	Causada por murciélagos vampiros, en brotes generalizados (15 casos en Goiás en un mes)	3

lesiones tuberculosas. Esta infección es importante no sólo desde el punto de vista de la pérdida de carne, sino también porque la infección puede ser transmitida al hombre.

En segundo lugar, en algunas regiones, las infecciones por brucelosis parecen ser muy altas (15-18% de prevalencia); sin embargo, las cifras altas provienen de fincas específicas y la enfermedad no está distribuida al azar. Las cifras oficiales de prevalencia para el área de Mato Grosso muestran un 9.43 por ciento de reactivos y

para el área de Goiás, un 11.60 por ciento de reactivos (esta última cifra es la más alta para el país).

Una tercera enfermedad importante es la bursitis, una infección localizada en la cavidad de la giba, en el ganado *Bos indicus*. Su naturaleza aún no ha sido determinada. Durante los últimos 2 años, la bursitis ha aumentado considerablemente causando algunas pérdidas de carne. La última condición patogénica la constituyen los parásitos internos, los cuales afectan severamente el crecimiento

de los terneros en el área. Los parásitos de las especies *Cooperia* y *Haemonchus* están causando problemas. Durante la estación seca, se están aplicando dos tratamientos que han probado ser eficaces.

La información correspondiente a Colombia procede básicamente de investigaciones ya descritas, en particular en los Informes Anuales del CIAT en los datos que se están obteniendo a través del Proyecto ETES y de otros estudios que se describen a continuación, así como también por datos obtenidos de las instituciones colombianas que trabajan en el sector agropecuario.

Los datos sobre Paraguay que se utilizarán en este inventario de enfermedades se describen a continuación bajo el subtítulo de Vigilancia Miscelánea; tales datos son el resultado del examen directo hecho en el laboratorio del CIAT de muestras de suero enviadas por diferentes conductos.

## Estudios Intermedios

### Vigilancia en Carimagua

Los principales problemas de salud que se presentan en Carimagua son la mortalidad de los terneros y la desnutrición.

La mortalidad de los terneros es muy común en los primeros días de vida; muchos terneros simplemente desaparecen y ni siquiera son vistos en hatos que están siendo observados y manejados de cerca. Aparentemente, algunos animales nacen prematuramente, algunos en el período normal pero son débiles y otros que nacen bien se pierden en las áreas arbustivas. Los datos correspondientes a dos hatos (64 nacimientos) mostraron un 9.6 por ciento de mortalidad de terneros con menos de 1 mes de edad. El hato experimental de cría presentó 23 muertes entre 233 nacimientos,

o sea, tuvo un índice de mortalidad del 9.9 por ciento. La mayor parte de esta mortalidad de terneros se registra como desconocida (Cuadro 67) por las razones ya mencionadas. Es necesario hacer un mayor esfuerzo para analizar estos casos con más detalle.

La desnutrición causa la muerte del ganado en todas las edades, pero es muy común en vacas de más de 8 años y en animales destetos, entre los 12 y 18 meses.

Otros dos factores que causan pérdidas de ganado son animales que se atascan en el fango o en arenas movedizas (lo cual ocurrió en 17 casos en 1978) y las fracturas de huesos, lo cual causó 15 muertes durante el mismo año (Cuadro 67).

Las condiciones patológicas que requieren tratamiento son, principalmente, las infecciones uterinas y la poliartritis. La desnutrición se debe también corregir.

Cuadro 67.

**Causas de la mortalidad de terneros en la Estación de Investigación, en Carimagua, durante 1978.**

Condición física	No. de casos
Desnutrición (clínica)	27
Desconocida	26
Enterramiento en barro o en bebederos fangosos	17
Fracturas óseas	15
Mordeduras de serpientes	6
Poliartritis	4
Fotosensibilización	1
Total de muertes registradas	96 <sup>1</sup>
Total de animales en la estación	2600
Índice de mortalidad	3.7%

<sup>1</sup> Sólo, entre los animales que habían sido marcados en la oreja. No se incluyen algunos terneros que murieron antes de ser marcados.

## El Proyecto ETES

La segunda visita hecha a las 17 fincas del Proyecto ETES (ver las Secciones de Manejo Animal y de Economía) sirvió para obtener el primer acopio de información sobre parásitos internos y externos. Se han hecho observaciones que sirven para evaluar las infestaciones causadas por *Dermatobia hominis*, garrapatas, *Stephanofilaria*, parásitos internos y piojos (Cuadro 68).

Los criterios para hacer las evaluaciones provienen de trabajos anteriores realizados en Carimagua y en algunas fincas de los Llanos. Estos criterios se están comprobando constantemente con el propósito de mejorarlos.

En las pruebas para detectar parásitos internos, se toman muestras del 10 por ciento de los animales adultos y del 20 por ciento de los terneros que pasan por las mangas de los corrales. Los niveles de infestación se clasifican como limpios, bajos, moderados y altos. Entre 139

animales examinados sólo un 4.3 por ciento presentó infecciones altas (más de 5500 huevos por gramo de heces) y 61.1 por ciento estaban limpios; 10 fincas presentaron animales clasificados con bajos niveles de infección (50 a 500 huevos por gramo de heces). Aparentemente, al comienzo de la estación de lluvias, los parásitos internos produjeron bajos niveles de infección en estas fincas y no constituyen un serio problema para el hato. Sin embargo, hay animales que individualmente, se hubieran beneficiado del tratamiento en esa época específica. Los resultados obtenidos de este muestreo preliminar serán evaluados contra datos obtenidos de muestreos posteriores y con perfiles parasitarios que se están elaborando en Carimagua y que se describen a continuación.

Los parásitos externos presentaron bajos niveles de infestación. En 8 de 15 fincas muestreadas, no se encontraron garrapatas y en el resto, sólo un 10 por ciento de los animales presentaron bajos niveles de infestación. Esta observación

Cuadro 68.

Resumen de los datos sobre parásitos internos y externos, identificados en animales de las fincas del Proyecto ETES, en los Llanos Orientales de Colombia, examinados al comienzo de la estación lluviosa.

Nivel de infección	Parásitos internos <sup>1</sup>		Interpretación (huevos/g heces)	<i>Dermatobia hominis</i>		<i>Stephanofilaria</i>	
	(No. de animales)	(%)		(No. de animales)	(%)	(No. de animales)	(%)
Libre	85	61.1	0	1.430	96.3	487	38.7
Bajo	38	27.3	1-500	44	2.9	589	46.8
Intermedio	10	7.1	501-5500	4	0.2	103	6.3
Alto	6	4.3	> 5500	7	0.4	80	6.3
Total de animales examinados	139			1485		1259	

<sup>1</sup> Incluye nemátodos y protozoarios.

tendrá que ser evaluada posteriormente contra el nivel de hemoparásitos. Para la mosca *D. hominis*, el 96 por ciento de la muestra de 1430 animales estaba limpio y sólo un 0.7 por ciento presentó niveles de infestación, medios o altos, que requieren tratamiento. *Stephanofilaria* es una microfilaria cutánea la cual produce una dermatitis verminosa. El 48 por ciento de 1259 animales examinados presentaron, por lo menos, un foco de infección en la parte inferior del abdomen y el 6.3 por ciento presentó más de tres focos. La importancia de esta infección, con relación a la productividad, aún no ha sido evaluada y puede valer la pena buscar su relación con otros parásitos externos.

Una de las fincas, en la cual se habían constatado pérdidas continuas de terneros y destetos, se observó a profundidad para estudiar el problema. Se examinaron 50 animales para detectar ecto y endoparásitos, urinálisis, hematología, química de sangre y anticuerpos para enfermedades infecciosas. En general, las observaciones mostraron animales con un bajo nivel nutricional y severas deficiencias de manejo, entre ellas, la sal ofrecida no contenía elementos minerales menores, los ombligos de los terneros no se desinfectaban y los animales muertos no se enterraban.

Había una confusa mezcla de problemas, enfermedades y manejo inadecuado. Seis terneros presentaron altos recuentos de *Coccidia*, que es un protozooario responsable de una diarrea con sangre. Dos terneros presentaron recuentos altos de ascárides de la familia de *Trichostrongylidae* y un ternero presentó un recuento alto de *Ascaris*.

Con relación a los hemoparásitos, *Anaplasma* no es un problema en esta finca, pero *Babesia argentina* es altamente endémica. Veinte animales presentaron

fuertes reacciones de anticuerpos; esta puede ser la causa de los casos clínicos de babesiosis. En dos animales, los recuentos de garrapatas hechos al final de la estación seca, fueron altos. Conjuntamente con los bajos niveles nutricionales, estos problemas de parasitosis están contribuyendo a la baja productividad del ganado.

El estado global de salud indicó que 25 de 50 animales examinados estaban en una mala condición clínica. Doce animales (24%) presentaron bajos niveles de hemoglobina y hematocritos, y seis presentaron bajos niveles de proteína total en el plasma sanguíneo; estos fueron animales con anemia e hipoproteinemia. La enzima SGOT fue alta en nueve animales e indica un suministro crítico de alimentos energéticos o bien, una lesión hepática. Dos animales presentaron una enfermedad infecciosa al momento del examen, lo cual se diagnosticó por el alto recuento de neutrófilos en las células sanguíneas. Los parámetros sanguíneos medios en este hato fueron bajos, en comparación con las medias para las vacas del hato experimental en Carimagua que habían sido observadas el año pasado.

En esta finca, el procedimiento descrito para evaluar el estado de la nutrición y de la salud, utilizando como datos estandar los valores medios obtenidos previamente, está trabajando satisfactoriamente en el caso de los parámetros sanguíneos. Se requiere desarrollar mejores estándares para evaluar los problemas parasitarios internos y externos, incluyendo sus reacciones de anticuerpos.

### Vigilancia Miscelánea

En 1977, se iniciaron actividades cooperativas con el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario del Ministerio de Agricultura, en Paraguay y con el Centro del Cerrado de EMBRAPA, en Brasil. Se

iniciaron trabajos para recolectar alguna información sobre los problemas de salud animal del ganado de carne. En 1978 se recibieron de esos laboratorios, muestras de suero para detectar infecciones asociadas con problemas reproductivos y nutricionales. Como se había decidido anteriormente, las muestras se utilizaron para las siguientes pruebas serológicas: microaglutinación en placas para *Leptospira* spp., hemoaglutinación pasiva para el virus de la rinotracheitis bovina infecciosa (RBI), anticuerpos de la fijación del complemento para *Anaplasma marginale* y la prueba indirecta de inmunofluorescencia para *B. argentina* y *B. bigemina*.

**Paraguay.** Se probó un total de 274 muestras de suero procedentes de cuatro áreas diferentes de Paraguay, para encontrar alguna evidencia de infecciones que se presentarían en el ganado de carne con los agentes mencionados anteriormente. El Cuadro 69 presenta los resultados de las pruebas serológicas de las muestras de

suero bovino contra diferentes antígenos de referencia. La prevalencia de anticuerpos de la RBI en ganado de carne procedente de aquellas áreas de Paraguay, fue muy baja (2.5%), lo cual podría indicar que la actividad del virus de la RBI también tiene poca importancia en esas regiones. Sin embargo, la enfermedad ha sido encontrada en el ganado de carne de América tropical (Área de Actuación), de tal manera que esta información debe ser considerada para estudios posteriores.

Con la excepción de *Leptospira pomona* (0% de prevalencia) las prevalencias de anticuerpos para las otras leptospiros fueron relativamente altas. *Leptospira hardjo* debe tener alguna importancia puesto que tuvo la mayor prevalencia de anticuerpos (46.9%) entre los agentes de *Leptospiras* y 27 animales mostraron títulos  $\geq 1:800$ , lo cual significa que la prevalencia de la enfermedad, en casos crónicos, fue del 9.8 por ciento. También, se detectaron títulos más altos que 1:800 para las otras *Leptospiras* evaluadas.

Cuadro 69.

**Prevalencia de anticuerpos para diferentes agentes infecciosos, en ganado de carne de Paraguay y Brasil.**

Antígeno	Paraguay <sup>1</sup>		Brasil <sup>2</sup>	
	(P/T) <sup>3</sup>	(%)	(P/T)	(%)
Virus de la RBI <sup>4</sup>	4/274	1.5	6/165	3.6
<i>Leptospira</i> spp.				
<i>L. hebdomadis</i>	86/274	31.4	40/167	23.9
<i>L. hardjo</i>	112/274	40.9	58/166	34.9
<i>L. pomona</i>	0/274	0.0	3/167	1.8
<i>L. wolffi</i>	82/274	29.9	22/167	13.2
<i>L. sejroe</i>	106/274	38.7	64/167	28.3
<i>Anaplasma marginale</i>	4/274	1.5	0/166	0.0
<i>Babesia argentina</i>	12/274	4.8	14/166	8.4
<i>Babesia bigemina</i>	9/274	3.3	9/166	5.4

1 Paraguay: Laboratorio de Diagnóstico del Ministerio de Agricultura.

2 Brasil: Centro del Cerrado (EMBRAPA).

3 P/T: Positivos/Total probados.

4 RBI: Rinotraquitis Bovina Infecciosa.

La prevalencia de anticuerpos para *A. marginale*, *B. argentina* y *B. bigemina* fue relativamente baja; sin embargo, los resultados indican que las enfermedades causadas por estos agentes están presentes en esas áreas de Paraguay y probablemente, en una forma enzoótica.

Con el tiempo, es necesario desarrollar en Paraguay futuros estudios en ganado de carne con el fin de coleccionar más información acerca de las implicaciones epidemiológicas de estos y otros agentes infecciosos en esa área.

**Brasil.** Se probaron sueros de 167 animales del Centro del Cerrado contra los antígenos antes mencionados, a fin de evaluar las prevalencias de anticuerpos. El Cuadro 69 presenta un resumen de los resultados. La prevalencia de anticuerpos del RBI fue del 3.6 por ciento, una cifra muy baja que posiblemente refleja una baja actividad del virus de la RBI en el área específica o en el hato del cual provinieron las muestras. Es posible que sea necesario hacer un estudio más amplio para obtener cifras que tengan un mayor grado de confiabilidad. Considerando las diferentes especies de *Leptospiras* probadas, todas demostraron presentar actividad infecciosa en el ganado de carne del área específica. *Leptospira sejroe* y *L. hardjo* prevalecieron en mayor grado que las otras, en tanto que *L. pomona* presentó una prevalencia muy baja. Doce animales presentaron títulos  $\geq 1:800$  para *L. hardjo* pero sólo dos animales presentaron títulos  $\geq 1:800$  para *L. sejroe*.

No hubo evidencias de infección por *A. marginale*, pero *B. argentina* y *B. bigemina* presentaron prevalencias de anticuerpos del orden de 8.4 por ciento y 5.4 por ciento, respectivamente, lo cual sugiere que la babesiosis está presente en el área y puede ser enzoótica.

Es necesario hacer más estudios en esta área del Brasil.

### **Toxicidad Causada por *Brachiaria decumbens***

Durante el año, se presentaron dos informes sobre casos de fotosensibilización por *Brachiaria decumbens*; uno ocurrió en Carimagua, en donde 2 novillas (18-24 meses de edad) de un grupo de 20, mostraron lesiones marcadas en la piel. Estos animales pastoreaban en praderas de *B. decumbens* y las lesiones comenzaron a desaparecer después de que los animales fueron trasladados de dicha pradera. Una de las novillas murió y las lesiones encontradas al momento de la necropsia incluyeron daños en los tejidos del hígado y necrosis de la piel. Los cultivos hechos con material de la pradera revelaron, en su mayor parte, la existencia de especies saprofitas, pero también un posible patógeno animal del género *Fusarium*, descrito más adelante.

El segundo informe de toxicidad por *B. decumbens* provino de una finca localizada a 50 km al occidente de Carimagua, en donde se había introducido un rebaño de 123 ovejas en una pradera de *B. decumbens*. En tres semanas, murieron 16 animales los cuales presentaron caras hinchadas, edema, debilidad y anemia. Al retirar los animales de la pradera, no ocurrieron más muertes. Las lesiones observadas en un animal, al cual se le practicó la necropsia, incluyeron necrosis del hígado y edema facial.

En cinco fincas de los Llanos Orientales de Colombia, en las cuales anteriormente se habían constatado casos de fotosensibilización, se hizo un estudio para determinar las posibles relaciones que existían entre esta condición anómala y la pradera. Todas las fincas tenían praderas de *B. decumbens*. Se colectó material vegetativo

(tallos y hojas) con lesiones (material muerto), el cual se transfirió al laboratorio bajo condiciones de humedad adecuada, en donde se hicieron observaciones directas y cultivos del hongo.

Los principales hongos encontrados fueron *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Curvularia* y *Nigrospora*. *Fusarium* (detectado en tres fincas) podría ser un agente causal de la toxicidad en el ganado; se tomaron extractos de este hongo y se inyectaron por vía intracutánea en conejos y no se detectaron toxinas. Es interesante anotar que no se detectó *Phytomyces chartarum*, un hongo aislado en algunas áreas de Brasil, aunque el muestreo quizás no se hizo con suficiente frecuencia y en forma continuada.

Los datos obtenidos en el Centro Nacional para Ganado de Carne, de EMBRAPA, en Campo Grande, señalaron que, en 1977, se encontraron 252 animales enfermos y 57 muertos en una población de 1950 animales pastoreando *B. decumbens* en siete municipios del Estado de Mato Grosso do Sul.

A pesar de estos y otros informes semejantes, y considerando el gran número de cabezas de ganado que están pastoreando en praderas de *B. decumbens*, aparentemente, la intoxicación producida por este forraje sólo afecta a una proporción muy pequeña de los animales expuestos (1 a 5%). La intoxicación ocurre principalmente en ganado de menos de 14 meses de edad y si los animales afectados se transfieren a otras praderas, después de que comienzan a presentar signos de intoxicación, se recuperarán gradualmente. La cifra de animales que mueren principalmente a causa del daño en tejidos hepáticos, es poco significativa. Los síntomas y las lesiones indican una fotosensibilización pero la causa real aún no es conocida.

## Estudios a Nivel Micro

### Perfiles de Parásitos Internos

Se iniciaron trabajos para estudiar la evolución natural de los parásitos internos en las sabanas de los Llanos de Colombia. El resultado de esta investigación será la obtención de procedimientos de control preventivo, específicamente adaptados a las condiciones ecológicas que prevalecen en el área. Consecuentemente, los procedimientos de control deben ser menos costosos. Se escogieron dos hatos de 50 vacas preñadas cada uno (6-9 meses de preñez) para hacer el estudio. Los animales se llevaron a una pradera de sabana nativa, con una carga animal de 6.5 a 7 ha/U.A.

Se han quemado secuencialmente áreas proporcionales de sabanas y el manejo es generalmente similar al utilizado por los ganaderos del área. Los animales reciben un suplemento mineral completo. No se aplica tratamiento alguno para controlar los parásitos internos. Los animales están sujetos a un programa estandar de vacunación. En el grupo I, los terneros nacieron entre marzo y julio y se han sometido a una revisión mensual a través de exámenes fecales completos y determinaciones de los parámetros sanguíneos. Las vacas también se están estudiando a través de exámenes fecales. Las muestras fecales se analizan en base a recuentos de huevos (prueba de Sloss) y recuentos de larvas de ascárides (prueba de Baerman).

Los resultados de los primeros 8 meses de muestreo indicaron que los terneros son afectados rápidamente durante los primeros días de vida con parásitos del género *Strongyloides*. Las larvas de este parásito penetran fácilmente a través de la piel. Sin embargo, para esta época, la infestación parece estar bajo control (Cuadro 70 y Figura 101). Este



## Recuento promedio de huevos de parásitos internos, en las heces de terneros de Carimagua, en 1978.

Fecha	No. animales examinados	Recuentos de heces (huevos/g)					
		Total	Trichostrongylidae	<i>Ascaris</i>	Strongyloides	<i>Eimeria</i>	<i>Moniezia</i>
Marzo 6	8	373.4	0	42.4	331.0	0	0
Abril 5	18	141.2	35.1	76.1	30.0	0	0
Mayo 9	15	612.7	540.3	12.3	42.6	30.8	0
Junio 6	29	338.4	197.6	0.9	77.6	54.6	0
Julio 5	31	912.2	198.7	78.7	120.8	513.8	0
Agosto 2	36	2 457.4	459.9	74.1	32.3	1 862.3	28.6
Setiembre 1	34	556.7	302.3	24.0	27.0	173.7	29.1
Octubre 2	37	416.2	238.9	0	12.1	149.4	15.7

parásito es el responsable de casi todos los recuentos promedios de huevos, para todo tipo de parásitos, entre abril y junio. El segundo parásito que afecta en esta región los terneros desde una temprana edad es de la familia Trichostrongylidae (varios

géneros). Alcanza un nivel máximo en mayo, al comienzo de la estación de lluvias, pero parece estar bajo el control de los terneros hasta el muestreo de octubre.

Los protozoarios *Eimeria* (se han identificado por lo menos cuatro especies hasta el momento), están comenzando a surgir en esta área como los parásitos internos más protogénicos para los terneros. Los terneros están siendo invadidos gradualmente por este protozoario, el cual alcanzó su máximo nivel en agosto, 2 meses después del clímax de la estación lluviosa. Sin embargo, el nivel de infección ha disminuido considerablemente en los últimos dos muestreos. Las Coccidias son responsables de la mayor parte de los recuentos promedio de huevos para todos los parásitos, entre junio y setiembre (Figura 101). Los niveles de infección alcanzados por *Eimeria* (Coccidias), durante este período, sobrepasan los niveles considerados en otras regiones como productores de animales clínicamente enfermos (más de 500 huevos/g de heces). Sin embargo, ninguno de los terneros afect-

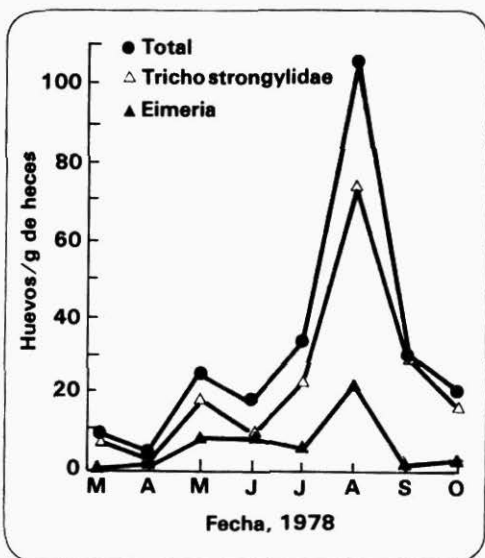


Figura 101. Recuentos promedios de huevos de parásitos internos, en las heces de vacas, en Carimagua.

tados había muerto aún debido a esta infección, a pesar de que no habían recibido tratamiento. Por otra parte, las cifras presentadas en el Cuadro 70 son promedio y hay terneros individuales que están comenzando a mostrar una anemia marcada como consecuencia de los altos niveles de infección por *Coccidias*. Será interesante observar el patrón de esta infección a medida que los terneros se vuelvan más viejos y a medida que se analicen otros parásitos. Los estudios con estos animales continuarán hasta después del destete (hasta los 18 meses de edad). Se está haciendo el análisis y la evaluación de los parámetros sanguíneos en estos animales. También, se está formando un segundo grupo de terneros con animales nacidos al final de la estación de lluvias y los exámenes ya se están adelantando.

En términos generales, los resultados de los exámenes de las vacas revelaron pocos problemas parasitarios durante la mayor parte del período de muestreo. En marzo y abril, cuando se hicieron los primeros exámenes, los recuentos de parásitos fueron muy bajos. Estos aumentaron gradualmente, alcanzando su máximo

nivel en agosto (Cuadro 71), al mismo tiempo que los recuentos de huevos totales en los terneros alcanzaron su punto más alto. En efecto, la forma de la curva (Figura 102) es muy similar a la determinada para los terneros, aunque la escala es mucho menor para las vacas. Los parásitos de la familia *Trichostrongylidae* son los responsables de la mayor parte del recuento promedio total de huevos de parásitos internos para las vacas.

En uno de los muestreos, una vaca de 9 años de edad mostró huevos con características de un Tremátodo. Después otra vaca de 11 años de edad mostró también algunos huevos con una conformación idéntica. Con base en estas observaciones, se inició una búsqueda de este parásito en animales sacrificados para obtener carne en la estación experimental de Carimagua. De los 35 animales aparentemente sanos, observados entre mayo y agosto, 14 de ellos (40%) presentaron en el rumen varias formas adultas de un Tremátodo clasificado como *Paramphistomum* spp. El parásito también se encontró en el rumen de un novillo de 14 meses de edad, al mismo tiempo que se

Cuadro 71.

Recuento promedio de huevos de parásitos internos, en las heces de vacas de Carimagua.

Fecha	No. de animales examinados	Recuento de las heces (huevos/g)				
		Total	<i>Trichostrongylidae</i>	<i>Eimeria</i>	<i>Moniezia</i>	<i>Capillaria</i>
Marzo 6	5	9.8	8.6	0	0	1.2
Abril 5	47	4.3	3.2	0	1.1	0
Mayo 9	47	25.8	19.7	4.8	0.9	0.25
Junio 6	47	18.6	9.4	8.6	0.3	0.17
Julio 5	48	35.7	22.6	7.7	5.3	0.06
Agosto 2	45	103.1	74.3	23.3	5.2	0.1
Setiembre 1	45	29.9	28.1	0.5	1.3	0.02
Octubre 2	51	20.5	17.1	2.9	0.3	0.07

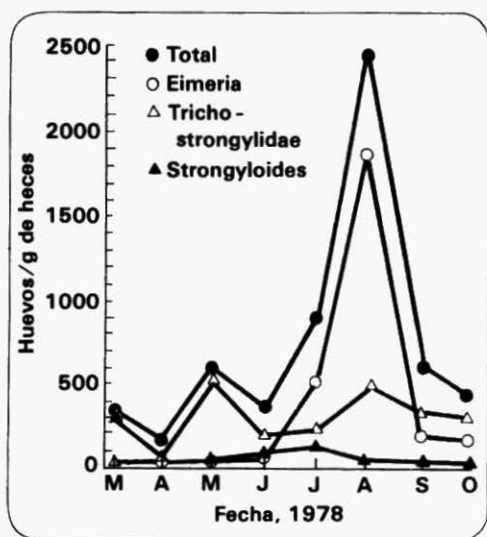


Figura 102. Recuentos promedio de huevos de parásitos internos, en las heces de terneros, en Carimagua.

diagnosticó una infección por *B. bigemina*. Esta es la primera vez que este parásito se describe como parásito del ganado que pastorea en sabanas tropicales de Colombia y probablemente, en sabanas similares de Sur América. Se evaluará la importancia de esta infección con relación a la productividad.

### Infección Natural de *Leptospira* Bajo un Fuerte Estrés Nutricional

El propósito de este estudio era el de tratar de comprender mejor la patogénesis, el diagnóstico epidemiológico y el efecto de infecciones de leptospira en la productividad y a la vez, observar los efectos del tratamiento con antibióticos.

Las observaciones se iniciaron en julio de 1976 y se completaron en julio de 1978, en un hato comercial utilizado para este estudio. El período de observación se inició con 100 vacas y 7 toros y terminó con 83 vacas y 6 toros. El hato pastoreó con-

tinuamente en 400 ha de sabana nativa, en una finca localizada a 65 kilómetros al oriente de Puerto López, en la región del Meta, en Colombia.

Se obtuvieron cuatro aislamientos de *L. hardjo* de los cultivos urinarios realizados bajo condiciones de campo. Los anticuerpos de *L. hardjo* presentes en el suero se utilizaron para evaluar la evolución de la infección; la tercera parte de los animales recibió dos inyecciones de estreptomycin (octubre y diciembre de 1976), otro tercio recibió una vez estreptomycin (abril de 1977) y el resto no recibió antibiótico. El año pasado, se informó que la infección había disminuido considerablemente en el hato, entre julio de 1976 hasta julio de 1977. Sin embargo, comparando el número de animales que anteriormente había presentado bajos niveles de infección con las nuevas infecciones crónicas que ocurrieron en los grupos sin tratamiento y con tratamiento (Figura 103), se puede observar un aumento global en estas últimas. Aunque, generalmente, disminuyó en el hato en el primer año, esta disminución parece ser no sólo el reflejo del tratamiento sino también el resultado de una evolución natural de la enfermedad. Las curvas del grupo sin tratamiento y de los dos grupos tratados tienen la misma forma y no difieren marcadamente, excepto para el grupo II, el cual presentó nuevas infecciones crónicas entre julio de 1976 y febrero de 1977. Es posible que haya ocurrido una disminución en las oportunidades de adquirir la infección por los grupos sin tratamiento, como resultado de menores focos de *Leptospira* a causa de su eliminación en los grupos tratados, puesto que todos los animales estaban en la misma pradera.

En relación con los abortos, entre setiembre de 1977 y julio de 1978, ocurrieron 11, así: 3 en el Tratamiento I; 3 en el Tratamiento II, y 5 en el grupo sin

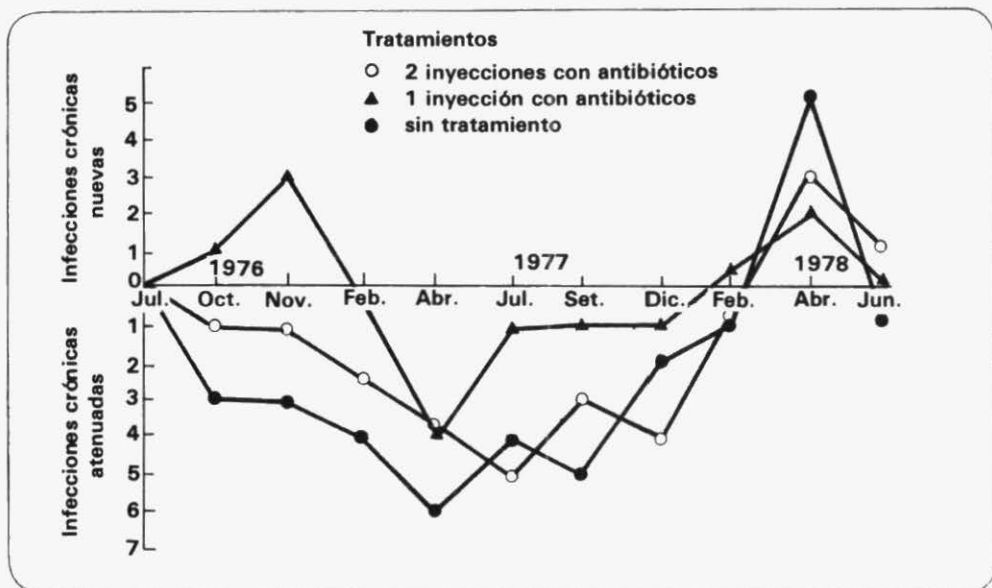


Figura 103. Vacas infectadas naturalmente con *Leptospira hardjo* que presentaron altos niveles de reacción, durante dos años (julio 1976-junio 1978), en una finca comercial en los Llanos Orientales de Colombia.

Tratamiento. También, se presentaron abortos en animales que no mostraron evidencias de infecciones por *Leptospira*. Es posible que algunos factores de manejo hayan contribuido a estas pérdidas. Además, los animales cuyas infecciones — detectadas por serología— presentaron inicialmente altos títulos, y completaron el periodo de observación de 2 años con reacciones altas muy similares. Por lo tanto, el tratamiento con antibióticos, en la forma como se utilizaron en este ensayo, aparentemente, no elimina la infección en animales infectados crónicamente (los cuales tienen títulos altos). Hay evidencias que indican que, si los tratamientos con antibióticos se hacen con más frecuencia, se reducirá la infección; sin embargo, esta práctica no es económicamente viable a nivel de campo.

A comienzos del periodo de observación, se pensó que algunos parámetros sanguíneos eran útiles para detectar animales afectados. Sin embargo, las variaciones tienden a ser cíclicas; en el

análisis final, no hay diferencias entre animales infectados y ganado sin infecciones detectables (Cuadro 72). En efecto, todos los valores para el hato global y los valores para los animales infectados, están dentro de los valores medios observados en 1977 para las vacas de cría en los Llanos de Colombia. En consecuencia, los animales con infecciones crónicas de *Leptospira*, aparentemente, no sufren cambios sanguíneos similares a los de la desnutrición. La enfermedad es enmascarada por una nutrición deficiente debido a sus efectos, pero, mediante pruebas apropiadas, ambas condiciones se pueden diferenciar con facilidad.

#### Estudios sobre la Patogenicidad de *Leptospira hardjo*

Con el fin de determinar la capacidad de *L. hardjo* como patógeno, en 1977 se inició un estudio intensivo para evaluar su infectividad y su patogenicidad, mediante

Cuadro 72.

Valores medios de cinco parámetros sanguíneos del ganado de carne, en los Llanos de Colombia, en un hato natural infectado con *Leptospira hardjo*.

Animales	Parámetros				
	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g %)	Proteína total (g %)	Creatinina (mg %)	Fósforo (mg/100 ml)
Hato total	38.6	13.2	7.3	2.3	4.7
Vacas infectadas <sup>1</sup>	41.2	14.0	8.1	2.5	4.0

<sup>1</sup> Infecciones crónicas con títulos serológicos <1:800.

la inoculación experimental en vacas preñadas cuidadosamente seleccionadas. Una cepa de *L. hardjo*, aislada de vacas naturalmente infectadas procedentes de los Llanos de Colombia, se adaptó a las condiciones de laboratorio y se utilizó en estos experimentos. Se inocularon por vía intravenosa 10 animales con niveles de  $6 \times 10^8$  de células de *L. hardjo*. Otras dos vacas preñadas se utilizaron como testigos no inoculados. Periódicamente, se tomaron muestras de orina de todos los animales para aislar *Leptospira* y se inocularon en hamsters y en tubos con medios artificiales de cultivo. También se tomaron muestras de suero, durante el período experimental, para determinar los niveles de anticuerpos que los animales habían desarrollado después de ser expuestos a la infección por *L. hardjo*. Para cada vaca, se hicieron observaciones clínicas y patológicas. Las muestras de suero se utilizaron para determinar el volumen de hematocritos (PCV), hemoglobina, proteína total, albúmina, urea, nitrógeno ureico (BUN) y creatinina.

Se detectó *L. hardjo* en 9 de las 10 vacas inoculadas. Las leptospiras se detectaron principalmente en los cultivos de orina, pero también mediante el examen directo

de la orina bajo condiciones de iluminación con campo oscuro. La liberación de leptospiras en la orina se detectó entre los 4 días y 10 meses después de la inoculación. Seis de las vacas liberaron leptospiras en la orina, durante menos de 5 meses después de la inoculación. Dos vacas dejaron de liberar leptospiras durante varios días y nuevamente, desaparecieron. Una vaca liberó bacterias en la orina, entre los 23 días y los 10 meses después de la inoculación; las leptospiras sólo se dejaron de detectar durante un período corto de tiempo (a los 7 meses después de iniciado el experimento). Los resultados indican que las vacas se reinfectan con *L. hardjo* dentro de un corto período de tiempo y pueden ser infectadas crónicamente o bien, que en el ganado se puede establecer una infección latente.

Todas las vacas inoculadas reaccionaron contra el antígeno de *L. hardjo* y desarrollaron una respuesta serológica, con niveles variables, durante la posinoculación. La Figura 104 muestra los niveles promedios de anticuerpos (logaritmo recíproco), durante el período de 302 días después de la inoculación para el grupo de animales inoculados. La

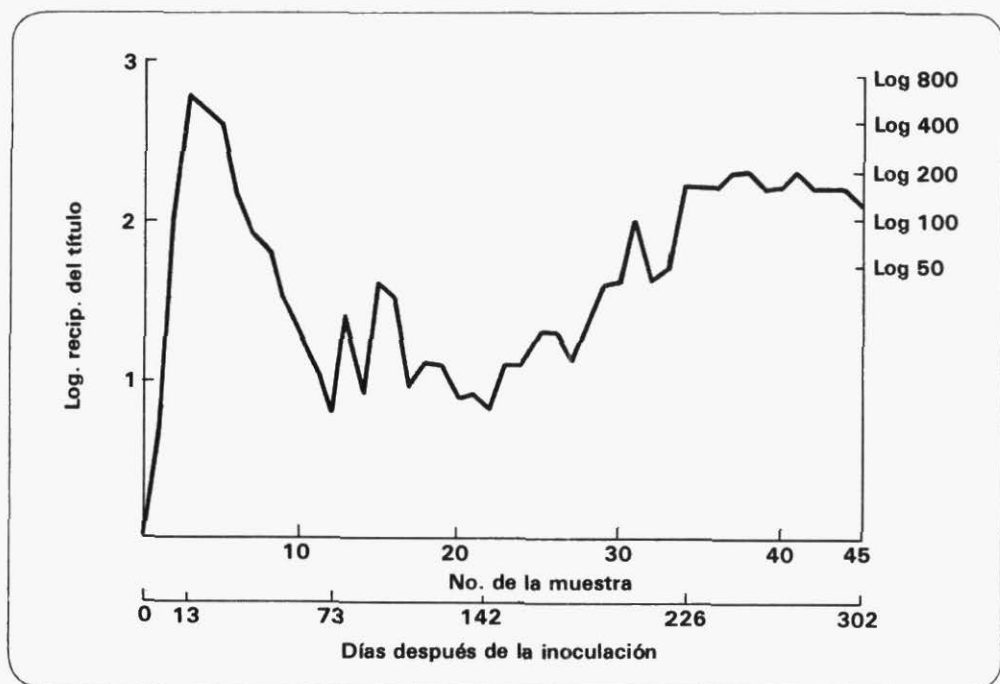


Figura 104. Título serológico promedio para 10 vacas preñadas, inoculadas con *Leptospira hardjo*, en Carimagua.

respuesta de los anticuerpos se detectó desde la toma de la primera muestra (4 días) después de la inoculación. El nivel de anticuerpos alcanzó un punto máximo a los 13 días (el título promedio fue 1:700); luego, disminuyó hasta alcanzar el nivel más bajo a los 73 días. Después de ese tiempo, los títulos promedio de anticuerpos oscilaron dentro de un rango estrecho, variando entre 1:40 a 1:115 durante 2 meses. La respuesta de los anticuerpos, después de 142 días, aumentó lentamente hasta niveles intermedios de anticuerpos (1:200) los cuales continuaron a este nivel hasta el final del experimento. El segundo aumento de la curva indica que hubo una reinfección de los animales, lo cual se explica por las vacas que liberaron leptospiras (en la orina), según lo descrito anteriormente. Una infección latente establecida en estos animales podría también mostrar una respuesta serológica similar. Si los animales permanecen infectados, como se observó en el último período del

experimento, podría ser posible el establecimiento de una forma crónica de la enfermedad causada por *L. hardjo*.

El Cuadro 73 muestra las alteraciones observadas en las vacas inoculadas con *L. hardjo*. Las lesiones más importantes, desde el punto de vista de la productividad, incluyen la retención de la placenta y la metritis, las cuales se presentaron en la mitad de las vacas expuestas. Sin embargo, su efecto en los terneros recién nacidos también es muy importante. Ocho terneros nacieron débiles y tres presentaron edema e ictericia en las superficies internas.

Se establecieron valores medios de algunos parámetros sanguíneos para los animales testigo y experimentales. Los valores medios de hemoglobina, hematocrito (PCV), proteína total, albúmina y úrea para los animales experimentales y testigo, estuvieron dentro

**Alteraciones clínico-patológicas observadas en vacas preñadas, después de su inoculación con *Leptospira hardjo*.**

Vaca No.	Lesiones significativas			Histopatología		
	Retención de placenta	Metritis	Riñones	Nefritis	Perimetritis, Parametritis	Condición del ternero
1 (Testigo)	-	-	-	-	-	Normal
3 (Testigo)	-	-	+	+	-	Normal
24	+	+	+	+	+	Débil
10	+	+	+	+	-	Débil
20	-	-	-	+	-	Débil
6	+	+	+	+	-	Débil
33	-	-	+	+	-	Débil
64	-	-	-	+	-	Débil
5	-	-	+	+	-	Normal
36	-	-	+	+	-	Débil
42	+	+	+	+	-	Débil
71	+	+	+	+	-	No determinado

de los rangos determinados el año pasado para las vacas de cría Cebú en la estación experimental en Carimagua, con un nivel nutricional adecuado. Los valores medios para el BUN y la creatinina fueron de 4.6 mg/100 y 2.3 mg/100, respectivamente. Estos resultados indican que el nivel nutricional tiene poca influencia en el nivel de infección por *Leptospira*. Sin embargo, podrían ser aditivos como se explicó anteriormente.

Se determinaron las concentraciones de inmunoglobulina G (IgG) e inmunoglobulina M (IgM) en sueros provenientes del grupo de vacas experimentales inoculadas con *L. hardjo*. Para las determinaciones de la inmunoglobulina en las muestras de suero se

utilizó una columna cromatográfica con DEAE-Celulosa para la extracción de las inmunoglobulinas, el método descrito por Lowry *et al*, para la cuantificación de la proteína y el método de la electroforesis para la identificación de las proteínas. Las concentraciones de IgG y IgM entre los animales inoculados tendieron a ser mayores que las concentraciones de inmunoglobulinas en el grupo testigo. Existe alguna relación entre el nivel de anticuerpos para *L. hardjo* detectado por la prueba de aglutinación al microscopio y las concentraciones de IgG e IgM en el suero.

Actualmente, se está probando una vacuna experimental para evaluar su efecto en el control de algunos signos clínicos de la enfermedad.

## ECONOMIA

En 1978, la Sección de Economía adelantó actividades en: 1) la evaluación de los componentes de la tecnología mejorada

de producción de ganado de carne; 2) la estimación, por simulación, de la rentabilidad esperada de las praderas a base de

leguminosas, en fincas de cría, en los Llanos de Colombia; y 3) la estimación de distribución esperada de los beneficios de una mayor producción de ganado de carne entre los consumidores de diferentes niveles de ingresos en las áreas urbanas de América Latina.

## Costos del Establecimiento de Pastos

Los costos de los diferentes métodos de establecimiento de pastos, en la región de Carimagua, se estimaron utilizando los precios de 1978. Los métodos considerados fueron: 1) arada más dos rastrilladas; 2) tres rastrilladas; 3) dos rastrilladas; 4) palas francas<sup>1</sup> utilizadas una vez; 5) siembra a baja densidad y palas francas; y 6) siembras a baja densidad y dos rastrilladas.

Los Métodos 1 a 3 son convencionales. Para la descripción de los Métodos 4 a 6 ver la Sección de Establecimiento de Pastos de los Informes Anuales del CIAT de 1976, 1977 y 1978.

Para cada método, se utilizaron los siguientes criterios para estimar los costos:

- Un tractor de 75-78 HP sin otro uso alternativo en la finca excepto para el mantenimiento y establecimiento de pastos.
- Los costos directos de mano de obra se cargaron según el *tiempo* trabajado en cada método, más el tiempo requerido para la preparación y el transporte del equipo.
- La depreciación del equipo se cargó según el *uso*.

- La depreciación de las instalaciones y herramientas según el *tiempo*.
- El interés (10%) sobre el equipo se cargó según el *tiempo*.
- El mantenimiento del equipo según el *uso*.
- Las reparaciones del equipo según el *uso*.
- Los coeficientes del tiempo/ha y el consumo de combustible/hora para cada actividad fueron estimativos directos obtenidos en las estaciones de CIAT-Quilichao y Carimagua.

Los costos presentados en este informe corresponden a los Métodos 1, 3, 4 y 6. El costo del Método 2 está entre los costos de los Métodos 1 y 3 y el costo del Método 5 es sólo ligeramente inferior al del Método 6.

El costo del establecimiento de pastos se divide en: el costo de la preparación del terreno, el costo de los fertilizantes y el costo de la semilla. Debido a la influencia de los costos fijos, el costo de la preparación del terreno/ha varía según el área trabajada por año. En la Figura 105 se describen estos costos para cada uno de los métodos.

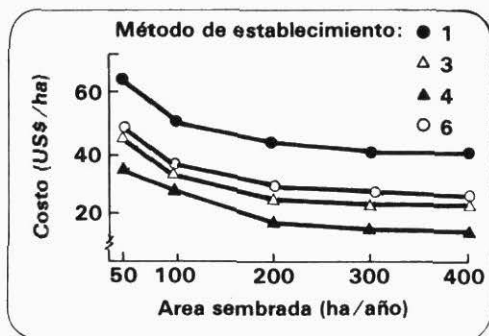


Figura 105. Costos de la preparación del terreno, utilizando métodos alternativos de establecimiento de pastos, en función del área sembrada por año.

<sup>1</sup> En inglés "stubble mulch sweeps". Un glosario de términos agrícolas de la AID traduce "stubble mulch" como cubierta protectora de rastrojo. N. del Ed.



Como cada sistema presenta un período de establecimiento diferente, con el fin de poderlos comparar, todos los costos pormenorizados en cada sistema están capitalizados hasta el momento en que la pradera se encuentra en su capacidad de carga total. En el Cuadro 74 se presentan los costos capitalizados del establecimiento de 100 ha/año y dos costos alternativos para los fertilizantes y la semilla. Como se puede observar, para los niveles de fertilizante actualmente recomendados para mezclas de leguminosas/gramíneas (niveles intermedios: 50 kg de  $P_2O_5$  + 25 kg de  $K_2O$  + 20 kg de S + 20 kg de Mg/ha), el costo de los fertilizantes representa del 42 al 60 por ciento del costo total, dependiendo del método de establecimiento.

En las Figuras 106 y 107 se describe el costo total capitalizado de cada método para costos medios y bajos de fertilizantes y semilla, respectivamente. Estas cifras

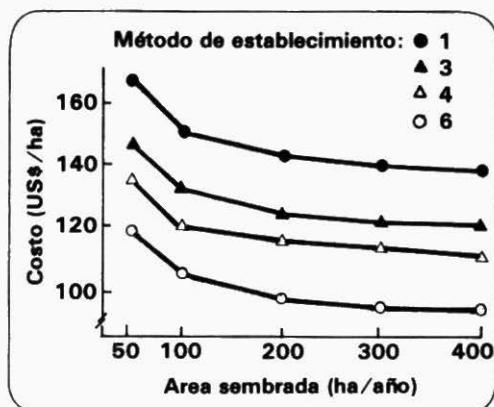


Figura 106. Costos totales del establecimiento de praderas, utilizando métodos alternativos de establecimiento, asumiendo costos intermedios de fertilizantes (US\$64/ha) y de semillas (US\$34/ha).

muestran claramente que el costo del establecimiento varía en gran medida según los métodos considerados. En segundo lugar, para cada método de establecimiento, existen economías de escala. Sin embargo, los métodos alter-

Cuadro 74.

Costos<sup>1</sup> del establecimiento de pastos, utilizando métodos alternativos, para 100 ha/año.

Método	Costos de establecimiento (US\$/ha)			
	Preparación del terreno	Fertilizantes	Semilla	Total capitalizado
1- Intermedio	48	64	34	153
Bajo	48	45	17	116
3- Intermedio	30	64	34	133
Bajo	30	45	17	96
4- Intermedio	20	64	34	122
Bajo	20	45	17	86
6- Intermedio	32	64	3	106
Bajo	32	45	2	84

<sup>1</sup> Precios de 1978.

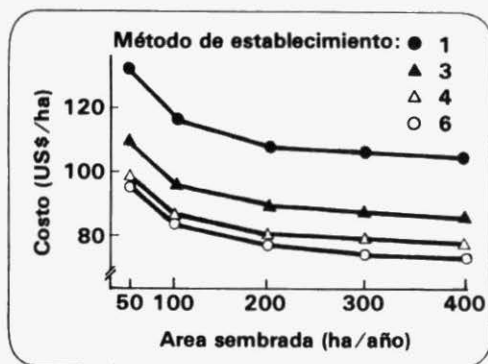


Figura 107. Costos totales del establecimiento de praderas, utilizando métodos alternativos de establecimiento, asumiendo costos bajos de fertilizantes (US\$45/ha) y de semillas (US\$16/ha).

nativos pueden compensar este sesgo, resultando en una tecnología global aplicable a cualquier escala de producción. Los menores costos de la semilla en el sistema de baja densidad (Método 6) tiene este efecto.

Como en su estado actual de desarrollo este método parece más factible para la siembra de áreas pequeñas, éste compensa parcialmente las economías de escala presentes en los otros sistemas. Esto es especialmente cierto cuando los costos de la semilla son altos. Se debe tener en cuenta que la utilización de equipo más pequeño y menos costoso también reduciría los costos unitarios, aunque no necesariamente en forma proporcional; es decir, el costo de un tractor de 35 HP es mayor que la mitad del costo de un tractor de 70 HP. Consecuentemente, el desarrollo de métodos de establecimiento apropiado para fincas pequeñas es un objetivo razonable. De esta manera, se desarrollan alternativas que compensan las economías de escala existentes dentro de un método.

### Parámetros Seleccionados de los Sistemas de Hatos

En el Cuadro 75 se presentan parámetros seleccionados de varios

sistemas de hatos para los Llanos, para fines de comparación. Estos parámetros corresponden al Experimento de Sistemas de Hatos (ESH) descritos en el Informe Anual del CIAT de 1977, al Sistema de Manejo de Hatos de Cría (SMHC), al proyecto ETES y al Hato Experimental de Carimagua en la Sección de Manejo Animal de este informe y a los sistemas que se estimularon en 1977. En los Sistemas 1 a 6, las vacas pastorean sabana nativa y en los Sistemas 3 y 4 algunos animales también pastorean ocasionalmente gramíneas introducidas.

El Sistema 1, resulta con el tiempo, en una disminución del hato. El Sistema 2, simulado en 1977, se consideró más representativo de los sistemas de producción existentes en los Llanos. Los resultados obtenidos en 1978, en el proyecto ETES (promedios de 16 fincas estudiadas en el área), dieron tasas de nacimientos y de mortalidad de adultos similares a las del Sistema 2, pero con una mayor mortalidad de terneros. Los resultados obtenidos este año en el SMHC (Sistema 8) con el pastoreo estratégico de *Brachiaria decumbens* y *Stylosanthes guianensis* (10% del área total) son similares a los del Sistema 9, un hato de cría simulado pastoreando estratégicamente una pradera a base de leguminosas.

El Cuadro 76 presenta los pesos corporales de las vacas y terneros de todos los sistemas. Los bajos pesos corporales de las vacas en lactancia de los Sistemas 1 a 3 explican las bajas tasas de nacimiento observadas. El peso corporal promedio para 375 vacas en lactancia en el proyecto ETES es de 293 kg. Muchos de los animales en esta muestra presentan una baja probabilidad de reconcepción durante

Cuadro 75.

**Parámetros seleccionados de los sistemas de hatos reales y simulados, en los Llanos de Colombia.**

Sistema	Período de observación (años)	Tasa de nacimientos (%)	Tasas de mortalidad (%)	
			Terneros	Adultos
<b>Sólo sabana</b>				
1. ESH <sup>1</sup> (Hatos 2-3)	4	46	26	5
2. Simulado <sup>2</sup> (nativo)	-	50	8	5
3. ETES <sup>3</sup> (fincas)	1	49	13-14	4-5 <sup>4</sup>
4. Hato experimental	2	58	6	2
5. ESH (Hatos 4-5)	4	65	12	5
6. SMHC <sup>5</sup> (Hatos 1-3-5)	1	63	10	1.5
<b>Pastos introducidos</b>				
7. ESH (Hatos 6-7) <i>Melinis minutiflora</i> + sabana	4	64	10	5
8. SMHC (Hatos 2-4-6) 10% de <i>Brachiaria decumbens</i> + <i>Stylosanthes guianensis</i> + sabana	1	79	10	1.5
9. Pradera simulada <sup>2</sup> , con base en leguminosas.	-	77	7	3

1 Experimento de Sistemas de Hatos.

2 En 1977.

3 ETES: Evaluación Técnico-Económica de Sistemas de Producción de Ganado de Carne.

4 Estimativos preliminares.

5 SMHC: Sistemas de Manejo de Hatos de Cría.

la lactancia puesto que su peso es considerablemente inferior al del promedio de la muestra.

El Cuadro 77 presenta las frecuencias de los nacimientos en función de los pesos de las vacas al momento de la monta para intervalos de 2 meses en el ESH. Las cifras de frecuencia ajustadas se pueden interpretar como el porcentaje de probabilidad que una vaca no habilitada, dentro de un intervalo de peso dado, pueda parir si se expone a un toro durante un período de 2 meses. En este sentido, las probabilidades aumentan de manera relativamente marcada hasta alcanzar pesos de 280-299 kg. La disminución de las probabilidades, en pesos mayores de 360-379 kg, se deben al hecho de que no se hizo

descarte de animales, con base en su comportamiento reproductivo, en el ESH. Las vacas infértiles pero fuera de ello, sanas, no sufrieron el estrés de la lactancia y por lo tanto, tendieron a ubicarse en los intervalos de peso más altos.

Estas probabilidades ayudan a explicar las tasas de nacimiento observadas en los diferentes sistemas y dan apoyo a la práctica del pastoreo estratégico de pastos mejorados para aumentar los pesos corporales de vacas individuales, a niveles mayores del peso crítico de 300 kg, el cual es considerado como mínimo para que haya concepción. Para las novillas, el peso crítico de concepción es de aproximadamente 270 kg.

**Peso corporal de vacas y terneros, en sistemas seleccionados, en los Llanos de Colombia.**

Sistema <sup>1</sup>	Vacas (kg)		Terneros (kg) Edad en meses	
	Secas	En lactancia	9	18
<b>Sólo sabana</b>				
1. ESH (Hatos 2-3)	302	272	117	150
2. Simulado (nativo)	302	272	117	150
3. ETES (finca)	318	293	136	184
4. Hato experimental	n.a.	n.a.	143	n.a.
5. ESH (Hatos 4-5)	334	305	147	175
6. SMHC (Hatos 1-3-5)	377	320	168	n.a.
<b>Pastos introducidos</b>				
7. ESH (Hatos 6-7) <i>Melinis minutiflora</i> + sabana	325	297	132	165
8. SMHC (Hatos 2-4-6) 10% de <i>Brachiaria decumbens</i> + <i>Stylosanthes guianensis</i> + sabana	395	363	186	n.a.
9. Pradera simulada, con base en leguminosas	370	330	170	210

<sup>1</sup> Para la explicación de los sistemas, ver pies de cuadro del Cuadro 75.

Fuente: Informes Anuales del CIAT, 1977 y 1978.

## Simulación de Uso Estratégico de Praderas a Base de Leguminosas

Aunque aún no se ha demostrado que exista para los Llanos una pradera a base de leguminosas que persista bajo las condiciones que ahí existen, sí existen suficientes fundamentos que permiten anticipar un "paquete tecnológico" de dicha naturaleza. Por ejemplo, sería rentable, a nivel de finca, una pradera a base de leguminosas? Durante cuántos años debe persistir esa pradera para que sea rentable? Cómo afectan los costos del establecimiento y del mantenimiento dicha rentabilidad?

Obviamente, la respuesta exacta a estas preguntas dependerá de las circunstancias

específicas de cada finca, del acceso de los ganaderos a los recursos necesarios para desarrollar su finca, del costo de oportunidad del capital, del manejo de las praderas y de los hatos y de la actitud de los ganaderos hacia el riesgo. Sin embargo, se puede dar una respuesta tentativa en términos de la rentabilidad esperada al cambiar del "Sistema típico nativo" al "Sistema objetivo". Para alcanzar este propósito, ambos sistemas se simularon para un período de 22 años, comenzando con el mismo hato inicial de 190 vacas y con una hacienda comercial de 2500 ha. Una vez que el hato se haya establecido, el sistema objetivo da una producción por hectárea de casi un 300 por ciento más que el sistema nativo.

Los parámetros del sistema nativo son los que se presentan en el Sistema 2,

Cuadro 77.

**Frecuencia de los nacimientos, en función del peso de las vacas al momento de la monta, a intervalos de pesaje de 2 meses, en el Experimento de Sistemas de Hatos.**

Intervalo de peso (kg)	No. de		Frecuencia ajustada (%)	Frecuencia relativa (%)
	Observaciones	Nacimientos		
< 220	300	1	0.1	0.1
220-239	137	9	6.6	2.8
240-259	229	34	14.8	6.3
260-279	414	105	25.4	10.7
280-299	402	125	31.1	13.1
300-319	358	105	29.3	12.4
320-339	282	97	34.4	14.5
340-359	124	37	29.8	12.6
360-379	106	31	29.2	12.4
380-399	59	9	15.3	6.4
400-419	32	1	3.1	1.3
420-440	23	4	17.4	7.3
Totales	2466	558	236.8	100.0

descrito en los Cuadros 75 y 76. Los parámetros del sistema objetivo son esencialmente los del Sistema 8 que aparece en los mismos cuadros, excepto por pesos corporales ligeramente inferiores de los animales destetos y de las vacas de descarte. Dichos parámetros corresponden a un sistema en el cual una pradera a base de leguminosas (equivalente al 10% del área de la finca) es pastoreada estratégicamente por vacas en lactancia y novillas de reemplazo. Aunque esos parámetros están basados en resultados experimentales de sólo 1 año, se consideran factibles como objetivo, a nivel de finca. Adicionalmente, se asumieron los siguientes parámetros para este sistema: 1) las novillas alcanzan un peso adecuado para el apareamiento (270 kg) a los 2.5 años de edad; 2) las cargas animales de 1.0 y 2.0 U.A./ha son factibles para las praderas mejoradas en la estación seca y

estación de lluvias, respectivamente; 3) un consumo de mezclas minerales de 21 kg/U.A./año; 4) una proporción de toros/vacas de 1 a 20; 5) un descarte severo durante los primeros 2 años; 6) una tasa anual de descarte de vacas y toros del 20 por ciento para los años restantes; 7) la finca no puede comprar novillas o vacas de reemplazo; y 8) precios al nivel del año 1976.

Con el fin de hacer un análisis de sensibilidad, se consideraron tres niveles de costos de establecimiento y mantenimiento de pastos (Cuadros 78 y 79). Los niveles "medios" corresponden a los costos actuales y a las recomendaciones actuales (tentativas) de fertilizantes.

El Cuadro 80 presenta los resultados del análisis de sensibilidad, expresados en términos de las tasas de retorno al capital

Cuadro 78.

Estimativos de los costos<sup>1</sup> del establecimiento, utilizados en la simulación de utilización estratégica de praderas con base en leguminosas.

Niveles	Fertilizantes (kg/ha)				Costos (US\$/ha)			Total
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	Ferti- zantes	La- branza	Se- millas	
Alto	100	25	20	20	94	42	34	170
Intermedio	50	25	20	20	64	42	34	140
Bajo	30	15	10	10	41	42	17	100

1 Precios de 1976.

incremental y al manejo de praderas alternativas con diferentes requerimientos de fertilizantes, pero dando la misma producción animal/ha. Estas tasas de retorno se deben comparar con las obtenidas con el sistema nativo (Sistema 2) para el cual se estimó una tasa de retorno del 8.1 por ciento por año (Informe Anual del CIAT de 1977, página A-113).

Estos resultados son alentadores. El pastoreo estratégico de una pradera a base de leguminosas, la cual tenga la aptitud de persistencia de, por lo menos 6 años, con costos medios de establecimiento y mantenimiento, parece ser una alternativa económica atractiva para las operaciones de cría. Como se había anticipado en el

Informe Anual de 1977, la persistencia de una pradera, durante más de 6 años, presenta menor importancia económica cuando se pastorea estratégicamente, en comparación con el pastoreo continuo por un gran número de animales.

Las Figuras 108 a 111 ilustran los flujos de dinero en situaciones seleccionadas. Como se puede observar, la disminución de los costos de establecimiento y especialmente, del costo de mantenimiento, afectaría sustancialmente la rentabilidad. El flujo de dinero en la finca se mejora y debido a probables dificultades para los ganaderos en la obtención de mezclas apropiadas de fertilizantes, la adopción se vuelve más factible.

Cuadro 79.

Estimativos de los costos<sup>1</sup> de mantenimiento, utilizados en la simulación de utilización estratégica de praderas con base en leguminosas.

Niveles	Fertilizantes (kg/ha)				Costo total <sup>2</sup> (US\$/ha)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	
Alto	40	20	10	10	50/año
Intermedio	20	10	5	5	28/año
Bajo (cada 2 años)	20	10	5	5	14/año

1 Precios de 1976.

2 Incluyendo los costos de la aplicación.

Cuadro 80.

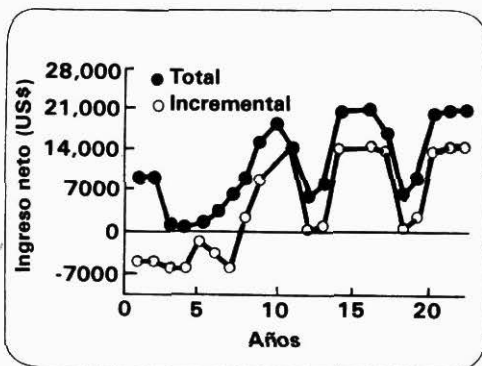
**Retornos con respecto al aumento de capital y al manejo de praderas mejoradas, con idéntico comportamiento animal e igual carga, pero con diferentes requerimientos de niveles de fertilidad y persistencia variable.**

Costo (US\$/ha)		Persistencia de la pradera (años)			
Establecimiento	Mantenimiento	6	8	10	12
		Retorno (%)			
170	50/año	10.1	11.1	11.8	12.6
	28/año	15.3	16.0	17.2	17.8
	14/año	17.9	19.1	20.5	21.3
140	50/año	12.7	13.0	13.5	14.2
	28/año	17.3 <sup>1</sup>	18.1	19.0	19.5
	14/año	20.5	21.8	22.9	23.7
100	50/año	15.1	15.3	15.9	16.1
	28/año	20.9	21.7	22.1	22.2
	14/año	25.0	26.0	26.8	27.2

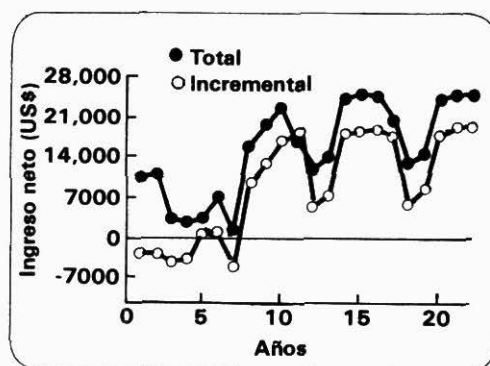
<sup>1</sup> Disminuye a 10.9 si la pradera sólo persiste durante 3 años.

Es necesario tener precaución en la interpretación de estos resultados simulados ya que en ellos se han omitido los riesgos de producción y mercadeo y consecuentemente, los retornos esperados pueden haber sido sobreestimados. También la nueva tecnología debe ser validada

a nivel de finca. Por lo tanto, es razonable concluir que, para las operaciones de cría, es apropiada la estrategia actual que caracteriza al Programa, de seleccionar especies para los Llanos que tengan bajos requerimientos de insumos. Para otras regiones con menores problemas de fer-



**Figura 108.** Ingreso neto anual total e incremental, para altos costos de establecimiento y de mantenimiento, para una pradera con persistencia de 6 años.



**Figura 109.** Ingreso neto anual total e incremental, para costos intermedios de establecimiento y de mantenimiento, para una pradera con persistencia de 6 años.

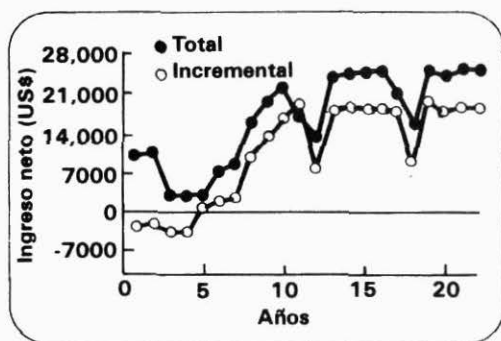


Figura 110. Ingreso neto anual total e incremental, para costos medios de establecimiento y de mantenimiento, para una pradera con persistencia de 12 años.

tilidad, la selección de especies con bajos requerimientos de fertilidad, es menos crítica, siempre y cuando: 1) las relaciones de precios de los insumos a nivel de finca/producción, sean iguales o más favorables en los Llanos; y 2) que no existan problemas serios en el suministro de insumos.

### Distribución de los Beneficios de una Mayor Producción de Ganado de Carne entre los Consumidores

Una característica que es común a la mayoría de los países de América Latina,

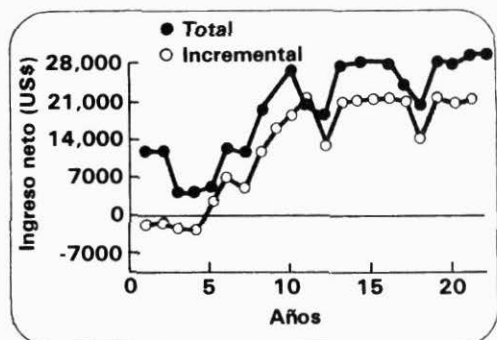


Figura 111. Ingreso neto anual total e incremental, para costos bajos de establecimiento y de mantenimiento, para una pradera con persistencia de 12 años.

durante los últimos 15 años, es la de que la demanda por carne (a precios reales constantes), ha ido aumentando a una tasa más rápida que la producción. Como se muestra en el Cuadro 81, la demanda por carne en América Latina tropical, durante 1960-1975, creció a una tasa promedio anual de 5.6 por ciento. Excepto para América Central, los aumentos en la producción, durante el mismo período, en el trópico quedaron significativamente atrás, con un promedio de 3.6 por ciento por año. Las tendencias futuras, con base en las tasas de crecimiento de la población, ingreso real y producción de carne per cápita, proyectan un aumento "potencial" muy significativo en el consumo de carne durante la siguiente década y media.<sup>1</sup> Se espera que América Central y las regiones templadas continúen siendo exportadores netos, pero lo más posible es que para 1990 México y el resto del trópico de América Latina se conviertan en importadores netos. Esta brecha proyectada entre la oferta y la demanda de carne en el trópico implicaría una tendencia creciente en el precio real de la carne. Debido a la importancia de este producto en el presupuesto de las familias de bajos ingresos, en los países latinoamericanos, los aumentos en los precios ejercerían un efecto considerable en la distribución del ingreso y en el consumo total de proteína de estos grupos económicamente marginados.

### Objetivos del Estudio

Con base en el análisis anterior, se consideró importante estudiar los beneficios económicos potenciales que se esperarían de un aumento en la producción de ganado de carne, como consecuencia de la investigación en pastos y forrajes para

<sup>1</sup> Ver: Valdés, A. y G. Nores. "Growth Potential of the Beef Sector in the Economic Context of Latin America". En: Proceedings of the IV World Conference on Animal Production. Buenos Aires, Argentina. Agosto, 1978. (En prensa).



Cuadro 81.

**Crecimiento de la demanda, a precios reales constantes, y nivel de producción de carne, en América Latina (1960-1975).**

Región y País	Tasa de crecimiento de	
	Demanda <sup>1</sup>	Producción <sup>2</sup>
	(%)	
<b>América Latina Tropical</b>	5.6 <sup>3</sup>	3.6
México	5.3	5.2
Venezuela	6.9	5.1
Ecuador	7.5	4.2
Brasil	6.9	3.9
República Dominicana	5.8	3.7
Colombia	5.2	2.0
Perú	4.7	1.4
Bolivia	4.0	0.0
Surinam	6.2	0.0
Paraguay	3.1	-1.1
<b>América Central</b>	5.2 <sup>3</sup>	5.8
Honduras	4.6	8.3
Costa Rica	5.2	7.1
Nicaragua	5.2	6.7
Panamá	5.9	5.3
Guatemala	5.6	4.6
El Salvador	4.8	1.8
<b>El Caribe</b>	3.7	1.0
Guyana	4.1	2.6
Haití	3.3	1.2
Jamaica	4.4	0.4
<b>América Latina Templada</b>	2.0 <sup>3</sup>	0.3
Argentina	1.7	0.5
Chile	3.0	0.2
Uruguay	1.3	-1.2
<b>América Latina</b>	5.1 <sup>3</sup>	2.2

$$1 \quad \dot{d} = \dot{P} + \dot{Y} \epsilon_y + \dot{P} \dot{Y} \epsilon_y$$

donde:

$\dot{d}$  = tasa de crecimiento de la demanda

$\dot{P}$  = tasa de crecimiento de la población

$\dot{Y}$  = tasa de crecimiento del ingreso real *per capita*

$\epsilon_y$  = elasticidad ingreso de la demanda

2 Sólo por sacrificio

3 Promedio ponderado con base en la población.

los suelos ácidos infértiles de América Latina tropical, su distribución entre los productores y consumidores, y entre consumidores de diferentes estratos en cuanto a ingresos. En 1978 se inició el estudio que trata sobre la distribución de los beneficios entre los consumidores urbanos. En un estudio previamente realizado en el CIAT se había tratado esta distribución de los ingresos para el caso de Cali, Colombia; el Cuadro 82 presenta un resumen de los resultados obtenidos en lo relacionado con la carne.

Surge el interrogante de si, como se observó en ese estudio, se puede esperar que la proporción del ingreso gastado en carne permanezca constante en los grupos de ingreso y que la elasticidad del ingreso disminuya en función del ingreso. También, el hecho de que el tamaño promedio de las familias variara sin un patrón consistente entre los estratos de ingresos pudo haber sido efecto del criterio de agrupamiento que se siguió, o bien al diseño de la toma de muestras, o fue simplemente una característica particular

de la población de Cali. Por lo tanto, fue necesario verificar si los resultados del consumo de carne previamente obtenidos para Cali eran igualmente válidos para otras áreas urbanas de América Latina tropical, y de no ser así, cuáles implicaciones tendría esta validez en los resultados y conclusiones que se habían obtenido anteriormente.

### Resultados Preliminares

Los datos utilizados provienen de encuestas hechas con consumidores sobre sus gastos, las cuales se realizaron en varios centros urbanos de América Latina, entre finales de 1966 y finales de 1969, por Estudios Conjuntos de Integración Económica Latinoamericana (ECIEL) y coordinadas por Brookings Institution. Los datos incluyen a un gran número de familias entrevistadas en las siguientes ciudades y países: Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, en Colombia; Río de Janeiro, Recife y Porto Alegre, en Brasil; Caracas y Maracaibo, en Venezuela; Quito y Guayaquil, en Ecuador; Lima, en Perú;

Cuadro 82.

**Asignación de presupuestos y elasticidad de demanda para la carne, por estratos de ingreso, en Cali, Colombia.**

Estrato de ingreso	Ingreso per capita (US\$/mes)	Tamaño de la familia (personas)	Ingreso gastado en carne (%)	Elasticidad del ingreso (%)	Elasticidad del precio (%)
I	5	5.9	10.5	1.52	1.46
II	9	6.3	10.1	1.35	1.31
III	13	6.8	12.1	0.99	0.99
IV	26	6.3	9.5	0.67	0.69
V	59	6.7	10.3	0.47	0.50

Sources: P. Pinstrup-Andersen, "Decision-making on Food and Agricultural Research Policy: The Distribution of Benefits from New Agricultural Technology Among Consumer Income Strata", *Agricultural Adm.* (4), 1977.

P. Pinstrup-Andersen y Elizabeth Caicedo, "The Potential Impact of Changes in Income Distribution on Food Demand and Human Nutrition", *A.J.A.E.*, Agosto 1978.

Asunción, en Paraguay; y Santiago, en Chile. Adicionalmente, se obtuvo información de una encuesta similar sobre presupuesto familiar hecha en 1971-72 en São Paulo, Brasil, por la Fundação do Instituto de Pesquisas Economicas (FIPE) de la Universidad de São Paulo y que incluyó 2380 familias. Todas estas encuestas contienen información sobre ingresos y gastos familiares, más varias características sociodemográficas de los hogares.

Se obtuvieron resultados preliminares para las cuatro ciudades colombianas y para São Paulo. El Cuadro 83 presenta una selección de características descriptivas de la muestra de familias incluidas en cada una de las encuestas. Las familias se clasifican en distritos de ingresos, cada uno de los cuales contiene el 25 por ciento de hogares en la muestra. El Cuadro 84 presenta los principales estimativos preliminares obtenidos de los datos de las encuestas. Estos consisten en una serie de estadísticas descriptivas, conjuntamente con estimativos econométricos que se obtuvieron ajustando curvas de Engel o funciones de gastos. Las cifras presentadas para la elasticidad del ingreso se estimaron ajustando regresiones logarítmicas dobles entre el gasto en carne per cápita y el gasto total per cápita. En todos los casos, los estimativos de elasticidad fueron significativos a un nivel de  $P = 0.05$ .

Como se puede observar, los gastos en carne para las ciudades de Colombia comprenden aproximadamente el 20 por ciento del presupuesto destinado para alimentos y del 12 por ciento en São Paulo, con cifras ligeramente mayores para los estratos de menores ingresos que para los de mayores ingresos. La proporción del ingreso total familiar destinado al consumo de carne es también alto, lo cual indica la importancia de este producto para los consumidores en todos los grupos

de ingresos. Esto es particularmente cierto para el estrato de bajos ingresos, el cual gasta en comprar carne no menos del 7 por ciento (Sao Paulo) y hasta el 18 por ciento (Barranquilla) de su ingreso total. Con relación a las elasticidades del ingreso de la demanda para la carne se puede observar que, en general, estas cifras son altas, especialmente en el caso de los distritos de bajos ingresos, los cuales reflejan una alta preferencia por el consumo de carne. La elasticidad disminuye hacia los estratos socioeconómicos más altos, como es de esperarse para un alimento.

Los resultados para Cali se pueden comparar con los estimativos anteriores presentados en el Cuadro 81. Anteriormente, las familias se clasificaron según su ingreso total y se hizo énfasis en separar a los consumidores de bajos ingresos, de tal manera que los estratos I, II y III presentan diferencias relativamente pequeñas en el ingreso total per cápita. Por el contrario, los resultados nuevos se obtuvieron clasificando a las familias en grupos de ingresos según el gasto promedio per cápita de cada familia, lo cual resultó en marcadas diferencias entre los estratos y un patrón claro en el tamaño de la familia, el cual disminuye a medida que aumenta el ingreso. Con relación al consumo de carne por estrato de ingreso, los nuevos resultados muestran una mayor proporción del presupuesto para la adquisición de carne en Cali, Medellín y Barranquilla, en comparación con el estimativo anterior del 10 al 12 por ciento. Todavía más importante es el hecho de que la proporción del presupuesto total destinado a la compra de carne disminuye claramente a medida que aumenta el ingreso y por lo tanto, es consistente con una elasticidad del ingreso decreciente de la demanda.

### **Conclusiones Preliminares**

Aunque existen diferencias entre los dos

Cuadro 83.

**Características descriptivas seleccionadas para una muestra de familias, en una encuesta sobre distribución de beneficios entre los consumidores urbanos, como consecuencia de un aumento en la producción de carne.**

Distrito de país, ciudad e ingreso <sup>1</sup>	Rango de gastos per capita	Promedio per capita			Tamaño promedio de la familia	No. de personas en las familias entrevistadas
		Gasto total	Ingreso monetario total	Gasto en alimentos		
		(US\$/mes)				
<b>Colombia<sup>2</sup></b>						
Bogotá:						
I	3.9 - 16.6	12.0	11.0	6.3	7.5	1427
II	16.7 - 27.9	22.0	21.4	10.9	5.8	1103
III	28.0 - 62.0	40.8	39.8	16.1	4.7	894
IV	62.3 - 514.0	137.1	143.2	37.0	4.0	761
Barranquilla:						
I	4.2 - 17.8	12.6	10.1	7.9	7.4	1262
II	17.9 - 28.0	22.0	19.0	13.3	5.7	972
III	28.3 - 56.5	40.5	42.0	19.0	4.9	835
IV	56.7 - 399.5	105.5	113.1	32.5	4.0	682
Cali:						
I	3.3 - 15.6	10.5	9.7	6.5	6.9	1019
II	16.0 - 29.6	22.2	20.6	12.5	5.5	813
III	29.7 - 61.2	41.9	38.8	19.0	4.4	650
IV	61.4 - 541.7	129.6	136.5	37.0	3.5	517
Medellín:						
I	2.0 - 13.0	8.9	9.1	5.1	8.1	1492
II	13.1 - 26.2	18.5	18.4	6.6	5.9	1087
III	26.3 - 56.7	38.8	41.0	16.8	4.4	811
IV	56.8 - 721.2	124.7	151.2	31.9	3.9	718
<b>Brasil<sup>3</sup></b>						
Sao Paulo:						
I	5.1 - 28.0	21.2	25.4	11.1	5.5	3273
II	28.1 - 44.8	37.6	45.2	17.1	4.4	2618
III	44.9 - 75.6	60.9	76.1	23.3	4.1	2440
IV	75.8 - 642.0	147.2	179.5	39.5	3.7	2202

1 Las familias están clasificadas en cuartiles de ingreso, según el gasto promedio *per capita*; cada cuartile representa el 25% de las familias.

2 A los precios de 1967; 1 dólar = Col.\$15.82. Fuente: CIAT, estimativos tomados de la Encuesta Presupuestaria Familiar (CEDE-Brookings Institution, 1966-1967).

3 A precios de 1971; 1 dólar = Cr.\$5.72. Fuente: CIAT, estimativos tomados de la Encuesta Presupuestaria Familiar (FIPE-Universidad de Sao Paulo, 1971-1972).

Cuadro 84.

**Asignación del ingreso familiar y gastos en el consumo de carne y elasticidad ingreso de demanda, para la carne, por ciudad y estrato de ingreso.**

Distrito de país, ciudad e ingreso <sup>1</sup>	Gasto en alimentos/total (%)	Gastos en carne como porcentaje de:			Elasticidad del ingreso (%)
		Gasto en alimentos	Gasto total	Ingreso total	
<b>Colombia<sup>2</sup></b>					
Bogotá:					
I	54.1	18.6	10.0	10.6	1.09
II	49.9	18.4	9.2	9.4	0.83
III	40.2	18.5	7.5	7.5	0.52
IV	28.0	14.3	4.0	3.7	0.20
Total	36.3	16.5	6.0	5.8	-
Barranquilla:					
I	64.0	23.1	14.8	18.0	1.01
II	60.6	24.8	15.2	17.3	0.62
III	47.3	23.3	11.0	10.6	0.58
IV	33.7	21.2	7.1	6.1	0.52
Total	45.7	22.7	10.4	9.9	-
Cali:					
I	64.6	24.2	15.6	16.4	1.28
II	56.5	24.3	13.7	14.7	0.77
III	45.2	23.3	10.5	11.4	0.42
IV	31.2	18.6	5.8	5.5	0.41
Total	42.4	21.6	9.1	9.0	-
Medellín:					
I	57.9	23.1	13.3	12.9	0.79
II	50.8	23.0	11.7	11.3	0.88
III	43.9	23.1	10.2	9.5	0.64
IV	27.8	15.8	4.4	3.3	0.38
Total	37.6	19.8	7.4	6.3	-
<b>Brasil<sup>3</sup></b>					
Sao Paulo:					
I	52.5	9.5	9.0	6.7	0.86
II	45.5	12.5	8.8	7.0	1.18
III	38.3	12.8	6.5	4.8	0.47
IV	26.8	13.4	4.6	3.6	0.43
Total	40.8	12.0	6.0	4.6	-

1 Las familias están clasificadas en cuartillos de ingreso, según el gasto promedio *per capita*; cada cuartillo representa el 25% de las familias.

2 CIAT: estimativos tomados de la Encuesta Presupuestaria Familiar (CEDE-Brookings Institution, 1966-1967).

3 CIAT: estimativos tomados de la Encuesta Presupuestaria Familiar (FIPE-Universidad de Sao Paulo, 1971-1972).

estudios realizados por el CIAT acerca de la distribución de los beneficios resultantes de una mayor producción de carne entre los consumidores divididos por estratos de ingresos, las siguientes conclusiones basadas en estimativos anteriores para Cali aún son válidas; con base en estos estimativos preliminares, tales conclusiones parecen ser aplicables a otras áreas urbanas en la región:

1. Si la oferta de cualquiera de los 17 productos alimenticios (considerados en el estudio anterior realizado por el CIAT) aumenta en un 10 por ciento, el beneficio absoluto más grande que obtienen los consumidores se deriva de la carne. Sin embargo, es necesario señalar que esta

conclusión no contempla los costos involucrados en el aumento de la oferta.

2. Un aumento del 10 por ciento en la oferta de carne proporciona un impacto neto más grande en el consumo de proteína entre los grupos con deficiencias de proteína, en comparación con un aumento similar en la oferta de cualquier otro alimento. Esta conclusión tiene ahora una mayor base de sustentación.

3. Se espera que los beneficios que reciben los consumidores por un aumento en la oferta de carne se distribuyan menos regresivamente que la distribución actual de los ingresos. Esta conclusión está también reforzada por el estudio que se está llevando a cabo en la actualidad.

## ADiestRAMIENTO Y PRUEBAS REGIONALES

En 1978, las actividades de la Sección de Adiestramiento y Pruebas Regionales se concentraron en el desarrollo y fortalecimiento de una red de científicos y técnicos que trabajan en la producción y utilización de forrajes en los suelos ácidos de baja fertilidad del trópico. Esta red validará, adoptará y ayudará en la transferencia de la tecnología desarrollada por el CIAT y por las instituciones nacionales de investigación. A su vez, se establecieron contactos con las instituciones nacionales de investigación y desarrollo para todas las actividades colaborativas del Programa, especialmente aquellas relacionadas con las pruebas regionales.

### Adiestramiento

Durante 1978, un total de 39 profesionales recibió adiestramiento en las diversas disciplinas que integran el Programa. El fortalecimiento de la capacidad investigativa, para la validación de tecnología a nivel regional, se está

logrando mediante la selección de técnicos de instituciones nacionales que trabajan en los países latinoamericanos incluidos en el Área de Actuación del Programa de Ganado de Carne.

Entre estos profesionales, ocho asociados de investigación visitantes están participando en proyectos de investigación en varias disciplinas del Programa en colaboración con universidades de Canadá, Francia, México, Estados Unidos y Alemania Occidental. Estos trabajos se llevan a cabo en cumplimiento de algunos de los requisitos para obtener el MS, PhD, o grados equivalentes. De esta manera, el Programa de Ganado de Carne está contribuyendo a la preparación de líderes de investigación quienes fortalecerán los lazos colaborativos existentes con las instituciones nacionales y con las universidades, en los países que tienen una tecnología más avanzada.

Durante el segundo semestre de 1978, se llevó a cabo el Primer Curso de In-

vestigación para el Manejo de Pastos Tropicales. En este curso participaron 20 técnicos procedentes de 8 países del Area de Actuación, representando instituciones de investigación y desarrollo, como lo muestra el Cuadro 85. Los principales objetivos de este curso fueron: 1) ofrecer adiestramiento específico en relación con la identificación, interpretación y validación de nuevas tecnologías de producción de forrajes, y 2) el desarrollo de estrategias para la introducción de prácticas adecuadas de manejo para pastos mejorados, a fin de prestar asistencia a los ganaderos. Los participantes del curso dedicaron el 25 por ciento de su tiempo a la fase teórica, en CIAT-Palmira, y el 60 por ciento en el adiestramiento práctico en CIAT-Quilichao y fincas seleccionadas en áreas circundantes. El resto del tiempo, incluyendo la evaluación del curso, se dedicó a viajes de estudio de la costa norte y los Llanos de Colombia, especialmente, a la estación experimental del ICA, en Carimagua.

## Pruebas Regionales

El Cuadro 86 muestra las localidades y

las características edáficas y climatológicas de los sitios en donde en 1978 se establecieron o bien se proyectó el establecimiento de pruebas regionales para la adaptación de especies forrajeras seleccionadas por el CIAT. Las 25 localidades distribuidas por el Area de Actuación, con diversos niveles de fertilidad y de humedad del suelo, ofrecen al Programa una excelente oportunidad para verificar el potencial de producción de especies de leguminosas y gramíneas forrajeras promisorias, en comparación con especies testigo consideradas como las más productivas en cada localidad (Cuadros 87 y 88). Las evaluaciones se harán por períodos de, por lo menos, 2 años bajo condiciones de corte y pastoreo que son comunes para cada localidad, con el fin de seleccionar las especies más productivas, las cuales se evaluarán midiendo su potencial de producción animal en asociación con gramíneas y leguminosas. Los resultados preliminares indican que la gramínea promisoriosa *Andropogon gayanus* 621 está presentando un buen comportamiento en todas las localidades en donde se está evaluando.

Cuadro 85.

**Distribución de los participantes del Primer Curso en Investigación sobre Manejo de Pastos Tropicales, por países e instituciones de Investigación y de Desarrollo Agropecuario.**

País	Institución nacional dedicada a:		Total
	Investigación	Desarrollo	
Bolivia	1	0	1
Brasil	3	4	7
Colombia	1	3	4
Cuba	1	0	1
Nicaragua	1	1	2
Panamá	0	1	1
Perú	2	1	3
Venezuela	1	0	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Cuadro 86.

**Localidades, colaboradores y características de las zonas en las cuales se han establecido pruebas regionales para evaluar la adaptación de germoplasma forrajero.**

Localidad	Institución	Colaborador principal	Fecha de siembra	Precip. anual (mm)	Clima (mm)	Suelo	Características del suelo <sup>2</sup>		
							pH	P disp. (ppm)	Satur. de Al (%)
<b>Bolivia</b>									
San Ignacio	CIAT	G. Sauma	Ene. 18	1142	II	Ultisol	5.5	5	19
<b>Ecuador</b>									
Santo Domingo	INIAP	R. Santillán	Feb. 15	3230	III	Alfisol	5.7	5	0
<b>Perú</b>									
Pucallpa	IVITA	V. Morales	Feb. 28	1708	III	Ultisol	(4.2)	2	61
Yurimaguas	CRIA-III	D.E. Bandy	May. 9	2002	IV	Ultisol	4.0	2	85
Tarapoto	CRIA-III	H. Schiere	May. 9	1150	(III)	Ultisol	4.5	4	88
<b>Venezuela</b>									
Jusepín	Univ.								
	Oriente	C. Alcalá	Junio 1	1052	I	Ultisol	5.8	(7)	(20)
El Tigre	CIARNO	O. Parra	Junio 8	1234	II	Oxisol	5.1	(3)	(70)
Atapirire	IUTET	O. Parra	Junio 9	1023	II	Oxisol	5.1	(6)	(25)
Calabozo	CIARLLACEN	D. Escobar	Junio 12	1326	II	Inceptisol	(6.0)	(8)	(0)
Uracoa	FUSAGRI	N. Tafur	Junio 13	1325	II	Ultisol	-	-	-
Guachi	Univ. Zulia	I. Urdaneta	Junio 15	2740	I	Ultisol	4.0	3	52

1 Con base en la evapotranspiración potencial durante la estación lluviosa: I < 910; II = 910-1060; III = 1060-1300; IV > 1300.

2 Los números entre paréntesis corresponden a datos estimados. Los datos para el P se obtuvieron con diferentes extractos.

(continúa)



Cuadro 86. (continuación)

Localidad	Institución	Colaborador principal	Fecha de siembra	Precip. anual (mm)	Clima <sup>1</sup> (mm)	Suelo	Características del suelo <sup>2</sup>		
							pH	P disp. (ppm)	Satur. de Al (%)
<b>Colombia</b>									
Santander de Quilichao	CIAT	-	Mar. 20	1845	-	Ultisol	3.8	4	70
La Libertad	ICA	R. Pérez	Jul. 13	2639	IV	Oxisol	4.7	11	78
El Nus (Medellin)	ICA	S. Monsalve	Set. 21	2200	-	Oxisol	4.9	4	15
<b>Nicaragua</b>									
Nueva Guinea	INTA	D. Padgett	Jul. 26	2894	IV	Ultisol	-	-	-
<b>Brasil<sup>3</sup></b>									
Sête Lagoas	EPAMIG	N. Costa	Diciembre	1209	III	Oxisol	(4.8)	(2)	(75)
Goiania	EMGOPA	M. Sobrinho	"	1487	II	Oxisol	(5.0)	(5)	(70)
Belém	CPATU	A. Serrão	"	2762	IV	Oxisol	(4.8)	(2)	(75)
Paragominas	CPATU	A. Serrão	"	1068	III	Oxisol	6.4	6	2
Marabá	CPATU	A. Serrão	"	1988	III	Oxisol	5.4	5	14
S. do Araguaia	CPATU	A. Serrão	"	1727	III	Ultisol	5.2	5	0
Marajó	CPATU	A. Serrão	"	(2000)	III	Ultisol	5.1	5	83
Macapa	CPATU	A. Serrão	"	1309	II	Oxisol	5.1	5	75
Itacoatiara	CPATU	A. Canto	"	2101	III	Oxisol	4.6	5	27
Boa Vista	CPATU	A. Canto	"	1941	II	Oxisol	(5.3)	(5)	(20)
Porto Velho	CPATU	A. Serrão	"	2232	III	Ultisol	(5.1)	(3)	(75)
Guiomar Santos	CPATU	A. Serrão	"	(2200)	III	Ultisol	6.5	3	0

1 Con base en la evapotranspiración potencial durante la estación lluviosa: I <910; II = 910-1060; III = 1060-1300; IV > 1300.

2 Los números entre paréntesis corresponden a datos estimados. Los datos para el P se obtuvieron con diferentes extractos.

3 Proyectadas.

Cuadro 87.

**Accesiones de gramíneas bajo evaluación, en las pruebas regionales, por adaptación de especies forrajeras seleccionadas por el CIAT.**

Especie	CIAT No.	No. de localidades
<i>Andropogon gayanus</i>	621	25
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	25
<i>Panicum maximum</i> (Común)	604	25
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Testigo	12
<i>Melinis minutiflora</i>	Testigo	1
<i>Paspalum plicatulum</i>	Testigo	1
<i>Digitaria decumbens</i>	Testigo	1
<i>Digitaria unfolozi</i>	Testigo	1
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Testigo	1

## Conferencias

El Programa de Ganado de Carne copatrocinó dos importantes conferencias celebradas en abril de 1978, con una asistencia total de 257 científicos y otros profesionales.

La primera conferencia fue una Reunión de Discusión sobre la Colección, Preservación, Distribución y Caracterización de Recursos Forrajeros, organizada en colaboración con la Universidad de Florida (EEUU) y patrocinada por la Agencia para el Desarrollo Internacional (EEUU). A esta reunión de discusión asistieron 68 personas representando 40 instituciones en 20 países.

Su principal objetivo fue producir un manual que luego sirva de guía para el

Cuadro 88.

**Especies y ecotipos de leguminosas forrajeras y cepas de *Rhizobium* recomendadas, bajo evaluación en las pruebas regionales de adaptación de especies forrajeras seleccionadas por el CIAT.**

Especie	CIAT No.	Cepa de <i>Rhizobium</i> (CIAT No.)	No. de localidades
<i>Stylosanthes guianensis</i>	184	71	4
<i>Stylosanthes guianensis</i>	136	71	25
<i>Stylosanthes capitata</i>	1019	71	25
<i>Stylosanthes capitata</i>	1405	71	25
<i>Stylosanthes capitata</i>	1078	71	17
<i>Stylosanthes capitata</i>	1097	71	17
<i>Stylosanthes hamata</i>	147	71	25
<i>Desmodium heterophyllum</i>	349	80	6
<i>Desmodium ovalifolium</i>	350	46	25
<i>Macroptilium</i> sp.	535	313	25
<i>Centrosema</i> sp.	438	590	25
<i>Zornia latifolia</i>	728	103	15
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Testigo	79	25
<i>Centrosema pubescens</i>	Testigo	590	7
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Testigo	79	5
<i>Macroptiloma axillare</i>	Testigo	79	1
<i>Zornia</i> sp. (nativa)	Testigo	103	1
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Schofield	Testigo	71	2

establecimiento de un sistema unificado de colección, clasificación, preservación, distribución y evaluación de especies forrajeras nativas del trópico. En 1979, el manual se publicará en español, portugués e inglés.

La segunda conferencia, un Seminario sobre la Producción y Utilización de Forrajes en los Suelos Ácidos e Infértiles del Trópico, tuvo la participación de 189 personas, de 69 instituciones de 23 países.

El objetivo central de este seminario fue revisar el estado actual del conocimiento sobre la producción, el manejo y la utilización de forrajes bajo las condiciones de los suelos ácidos e infértiles (Oxisoles y Ultisoles) del trópico de América Latina y áreas similares. Se presentaron 30 ponencias

en 7 grupos de trabajo, incluyendo una sesión en la cual se intercambiaron experiencias sobre transferencia de tecnología a los productores de ganado de carne. Las memorias del seminario se están produciendo en español, portugués e inglés, para su distribución en el primer semestre de 1979. Ambas conferencias incluyeron reuniones para la discusión de los mecanismos de colaboración existentes entre las instituciones nacionales, regionales e internacionales y el Programa de Ganado de Carne del CIAT, con el fin de estimular el desarrollo y la transferencia de tecnología sobre producción de pastos a los productores de ganado de carne en el Área de Actuación del Programa. Los participantes también visitaron las estaciones experimentales situadas en Santander de Quilichao y en Carimagua.

## PUBLICACIONES

- Aycardi, E. 1978. La Leptospirosis una enfermedad poco conocida en los bovinos de carne. Veterinario Práctico. Marzo 1978 3:1
- Aycardi, E., V. Sanclemente y J.M. Cortes. 1978. Prevalencia de anticuerpos para el virus de rinotraqueitis infecciosa en ganado de carne en Colombia y aislamiento del virus de casos clínicos. Veterinaria y Zootécnica. 30(85-86): 14-19.
- Buol, S.W. y P.A. Sánchez. 1978. Rainy tropical climates: physical potential, present and improved farming systems. Trans. XI. Congr. Int. Soc. Soil Sci. (Edmonton, Canada) 2:292-312.
- Corrier, D.E., J.M. Cortés, E.R. Aycardi, E.A. Wells, M. Bohorquez y J.J. Salazar. 1978. A survey of cattle health problems in the eastern plains of Colombia. British Veterinary Journal 134: 101-107.
- Couto, W. 1978. Algumas alternativas para o desenvolvimento das pastagens no Cerrado. En: Gartner, A. (ed): Ecología das Pastagens Nativas. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA, Campo Grande, MS.
- Date, R.A. y J. Halliday. 1979. Selecting *Rhizobium* for acid infertile soils of the tropics. Nature 277:5691 pp. 62-64.
- Halliday, J., F. Gutiérrez y G. Sánchez, 1977. *Rhizobium* strain selection for tropical forages adapted to acid, infertile soils. Proceedings VI American *Rhizobium* Conference. University of Florida, Gainesville.
- Halliday, J. 1978. Comparative physiology of nitrogen-fixing symbioses. En: Proceedings 2nd Latin American Botanical congress. Brasilia, Brazil (en inglés y español) (en prensa).

- Halliday, J.** 1978. Maximizing N fixation in tropical forages. *En: Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics*. pp. 344-345. Ed. J. Dobereiner, R.H. Burris, A. Hollaender. Plenum, New York.
- Halliday, J.** y **P.H. Graham.** 1978. Coal compared to peat as a carrier for *Rhizobium*. Turrialba (en prensa).
- Howeler, R.H.** y **J.M. Spain.** 1978. Fertilización potásica en algunos suelos de clima cálido. *Suelos Ecuatoriales*. 9(2): 59-67.
- Jones, C.A.** 1979. The potential of *Andropogon gayanus* Kunth for the Oxisol and Ultisol savannas of tropical America. *Herb. Abs.* 49: 1-8.
- León, L.A., A. Riaño, E. Owen, M. Rodríguez y L.F. Sánchez.** 1978. Investigaciones realizadas en Colombia sobre el uso de diversas fuentes de fósforo como fertilizante. ICA-ABOCOL, Bogotá.
- Paladines, O.** 1978. Sistemas de producción ganadera en el trópico de América. *En: Proc. IV Congreso Mundial de Producción Animal*. Buenos Aires, Argentina. Agosto 1978 (en prensa).
- Sánchez, P.A.** 1977. Manejo de solos da Amazonia para producao agropecuaria intensiva. *Bol. Ing. Soc. Bras. Ciencia Solo* 2(3): 60-63.