PN-ABE-355 64829

Informe Anual 1985

Pastos Tropicales

Documento de trabajo No. 17, 1986

CIAT
Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al propósito de incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Su sede es un terreno de 522 hectáreas cercano a Cali, Colombia, propiedad del gobierno colombiano, el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a sus actividades. El CIAT dispone igualmente de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, y de una subestación de 30 hectáreas—CIAT-Santa Rosa — de la Federación de Arroceros de Colombia cerca a Villavicencio. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas, en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus otras estaciones experimentales en Colombia. El CIAT también lleva a cabo investigaciones con varias instituciones agrícolas en otros países de América Latina, Africa y Asia.

Los programas del CIAT son financiados por un grupo de donantes en su mayoría pertenecientes al CGIAR. En 1986 son éllos los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1986: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, la Fundación W. K. Kellogg y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

Informe Anual 1985

Pastos Tropicales

Documento de trabajo No. 17, 1986

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

Contenido

	PAGINA
INTRODUCCION	5
GERMOPLASMA	13
FITOMEJORAMIENTO	31
BIOTECNOLOGIA	44
AGRONOMIA (CARIMAGUA)	62
AGRONOMIA (CERRADOS)	85
PROYECTO PASTURAS EN PANAMA (IDIAP/RUTGERS/CIAT)	99
RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES	111
ENTOMOLOGIA	135
FITOPATOLOGIA	174
MICROBIOLOGIA DE SUELOS	216
SUELOS/NUTRICION DE PLANTAS	251
DESARROLLO DE PASTURAS (CARIMAGUA)	279
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS	295
ECOFISIOLOGIA	318
PRODUCCION DE SEMILLAS	329
SISTEMAS DE PRODUCCION	345
ECONOMIA	367
CAPACITACION	388
PUBLICACIONES	394
LISTA DE LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA PASTOS TROPICALES	406

Introducción

En 1984 el Panel de Revisión Externa definió el mandato del Programa como: "Los suelos pobres y ácidos de las áreas bajas con clima de sub-húmedo a húmedo, con énfasis en América tropical".

El inventario ganadero de América tropical sobrepasa los 200 millones de cabezas y representa el 17% del total de la población ganadera del mundo.

En contraste con otras regiones tropicales, el consumo de carne bovina en América tropical es alto: entre 7 y 38 kg per capita al año. La proporción de la carne y la leche en la canasta familiar es alta en la mayor parte de las ciudades latinoamericanas. En el sector de población de más bajos ingresos, el gasto en carne ocupa del 12.4 al 26% de la canasta familiar, mientras que la leche y sus derivados representan del 7 al 13%. En todos los estratos económicos de América Latina, la elasticidad del ingreso para carne y derivados lácteos es alta. Estudios recientes en distintas regiones de Colombia, tanto en áreas urbanas como rurales, indican que la participación de la carne y los derivados de la leche en la canasta familiar es alta también para las poblaciones rurales: 28.2% en áreas urbanas contra 24.4% para las poblaciones rurales.

Esto indica que la carne y la leche son alimentos de primera necesidad y alta preferencia para las poblaciones urbanas y rurales de América Latina.

Las características socioeconómicas de América tropical indican claramente la importancia de la fluctuación de precios de la carne y la leche. Los precios bajos benefician especialmente a la gente de menores ingresos.

En varios países de América tropical, el crecimiento de la demanda de carne y leche aumenta más rápidamente que el de la producción (Cuadro 1). Este desequilibrio es causa de aumentos de precio, lo que afecta negativamente el nivel de nutrición y la economía de la población más pobre.

La productividad de la ganadería tropical es baja, si se compara con la de los países desarrollados de clima templado (Cuadro 2). Tal situación se debe a la modalidad extensiva de los sistemas de producción y a factores genéticos (alto nivel de sangre Cebú) del hato, los que se asocian a su vez con condiciones climáticas y edáficas adversas, que determinan la baja calidad y disponibilidad de los pastos. Esto es cierto especialmente en áreas marginales, donde la ganadería es una actividad importante debido al bajo costo de oportunidad de la tierra. La enorme extensión de frontera agrícola (más de 1000 millones de hectáreas), donde la tierra es subutilizada y donde la ganadería es una actividad de baja productividad, contrasta con el hecho de que aún hoy una buena proporción del ganado de América tropical compite con los cultivos en tierras fértiles, propicias para la

Cuadro 1. Tasas anuales de crecimiento de la demanda y la producción de carne bovina en algunos países de América Latina, 1970-1981.

Región, País	Tasa de Crecimiento, %	
	Demanda	Producción
América tropical	5.3	2.2
Bolivia	4.9	4.9
Brasil	6.1	1.5
Colombia	4.9	3.5
República Dominicana	6.0	3.4
Ecuador	8.9	5.3
Méjico	4.4	3.3
Paraguay	4.4	-1.1
Perú	3.0	-1.3
Venezuela	4.2	5.4
Centroamérica	4.0	3.3
El Caribe	3.2	2.0
América Latina Templada	1.7	3.2

Cuadro 2. Población de ganado y productividad animal en los Estados Unidos y algunos países de América Latina, 1981.

Región País	Población (millones de cabezas)	Productividad (kg/animal/ año)
Estados Unidos	114	90
América Latina tropical	199	24
Brasil	93	24
Colombia	24	24
Venezuela	11	31
América Latina Templada	69	52
Latinoamérica	267	31

América Latina: Trends in CIAT Commodities, 1983.

agricultura.

Esta enorme extensión de tierras marginales y de frontera ofrece un excelente potencial productivo, puesto que ni la radiación solar, ni la duración de la estación de crecimiento, ni las condiciones físicas y topográficas de los suelos son limitantes. Sin embargo, las propiedades químicas del suelo predominante (acidez excesiva, alta toxicidad por aluminio y bajos niveles de fósforo y cationes intercambiables), constituyen el factor limitante más importante. Esto explica porque estas áreas no han sido colonizadas ni utilizadas para la producción de cultivos alimenticios.

AREA DE IMPACTO DEL PROGRAMA

El área de actuación del Programa hasta la fecha se ha circunscrito a las áreas bajas de sabanas (> 200 millones de hectáreas) y trópicos húmedos (> 500 millones de hectáreas) de América tropical que se clasificaron en grandes ecosistemas creando las bases para el desarrollo de la evaluación descentralizada del germoplasma.

OBJETIVO

El Programa de Pastos Tropicales es esencialmente una estrategia para el desarrollo rural primario de la enorme área de frontera agrícola del continente americano.

Su objetivo general es "Desarrollar tecnología de pastos sencilla y de bajo costo para los suelos ácidos y poco fértiles de América tropical".

Se espera a través del desarrollo de esta tecnología, incrementar la producción de carne y leche mediante la incorporación de áreas actualmente marginales. Se espera además, liberar las tierras fértiles actualmente en ganadería con el fin de incorporarlas a la producción de cultivos.

FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LOS PASTOS

El Programa identifica varios problemas para el desarrollo de los pastos en América tropical. Los principales son:

- La falta de adaptación de cultivares comerciales de pastos tropicales seleccionados en otros continentes, a suelos pobres predominantemente ácidos, y la prevalencia de factores bióticos negativos en las áreas bajas de América tropical. Estas han sido las causas de fracaso de muchas gramíneas y leguminosas introducidas.

- La diversidad de ecosistemas e interacciones germoplasma/parásito requiere diversidad de germoplasma para buscar materiales adaptados al ambiente. Además, la diversidad de sistemas de explotación requiere diferentes clases de pastos adaptados que respondan a las necesidades del productor.

  Se reconoce también que los ganaderos disponen de capital limitado para invertir en nueva tecnología, solamente cuando las relaciones entre el precio de los productos (carne y leche) y los insumos (fertilizantes, semillas, sales, drogas, maquinaria, etc.) les son favorables. Los precios están altamente influenciados por decisiones políticas que fluctúan entre beneficiar a los ganaderos y beneficiar a los industriales o consumidores. Esta situación económica inestable se agrava profundamente en las áreas marginales debido a deficiencias en la infraestructura y a los altos costos de transporte.

Para responder a estos problemas se requiere de una tecnología en pastos de bajo costo y bajo riesgo, basada en

germoplasma adaptado, que sea resistente y productiva en condiciones socioeconómicas adversas a nivel nacional, regional, o individual, pero que al mismo tiempo sea capaz de difundirse por adopción e incrementar su productividad en condiciones socioeconómicas favorables.

ESTRATEGIAS DE INVESTIGACION

Para atacar estos problemas, el Programa ha definido las siguientes estrategias:

- Desarrollar una amplia base de germoplasma y su evaluación sistemática para seleccionar los materiales que se adaptan a la diversidad de ecosistemas de América tropical.

- Adoptar una filosofía de bajos insumos, que implica el desarrollo de tecnologías basadas en materiales adaptados capaces de usar eficientemente los recursos naturales disponibles con una inversión mínima. Esto incluye el desarrollo de establecimiento de pastos a bajo costo; asociación de gramíneas con leguminosas buens fijadoras de N, y reciclaje óptimo de nutrientes a través del manejo apropiado del pastoreo.

- Para identificar las necesidades de los ganaderos y entender los problemas que dificultan la adopción, el Programa considera como estrategia mantener la perspectiva de los sistemas de producción y analizar los puntos de vista de los ganaderos acerca del comportamiento de los pastos mejorados a nivel de finca, teniendo en cuenta el manejo que de ellos hace el ganadero.

- La gama de condiciones ambientales y de manejo a la que el germoplasma de los pastos y el desarrollo tecnológico deben adaptarse, es muy amplia. Por ello se requiere un enfoque multilocativo y descentralizado adoptando el enfoque de "Redes de evaluación".

ORGANIZACION

La primera y principal estrategia del Programa es desarrollar una base amplia de germoplasma y evaluarla sistemáticamente para seleccionar materiales adaptados a la diversidad de ecosistemas de América tropical. El Programa ya ha establecido en cooperación con los Programas Nacionales de Investigación, tres sitios principales de evaluación primaria y establecerá el cuarto en 1987. Estos son el Centro de Investigaciones Agropecuarias Carimagua en colaboración con el ICA en Colombia, que representa el ecosistema de los Llanos o de sabana isohipertérmica; el Centro de Investigaciones Agropecuarias de los Cerrados (CPAC), cerca a Brasilia en colaboración con EMBRAPA, representante del ecosistema de Cerrado o de sabanas isotérmicas, y la Estación de Selección Mayo para trópico húmedo en cooperación con INIPA e IVITA, en Pucallpa, Perú. En 1987 se establecerá un cuarto sitio de evaluación primaria en Costa Rica, en Centroamérica y en el Caribe, representativo de los suelos moderadamente ácidos, en cooperación con el CATIE. Estos sitios de evaluación primaria constituyen la base del desarrollo del germoplasma.

Aquí, expertos en germoplasma, agrónomos, fitopatólogos, entomólogos y mejoradores, trabajan conjuntamente para obtener una eficiente caracterización agronómica y evaluar y seleccionar germoplasma (nativo y mejorado) por su adaptación a factores edáficos y climáticos y por resistencia/tolerancia a plagas y enfermedades prevalentes (Figura 1).

El germoplasma seleccionado pasa a la fase de desarrollo de pasturas. Allí predomina una filosofía de bajo uso de

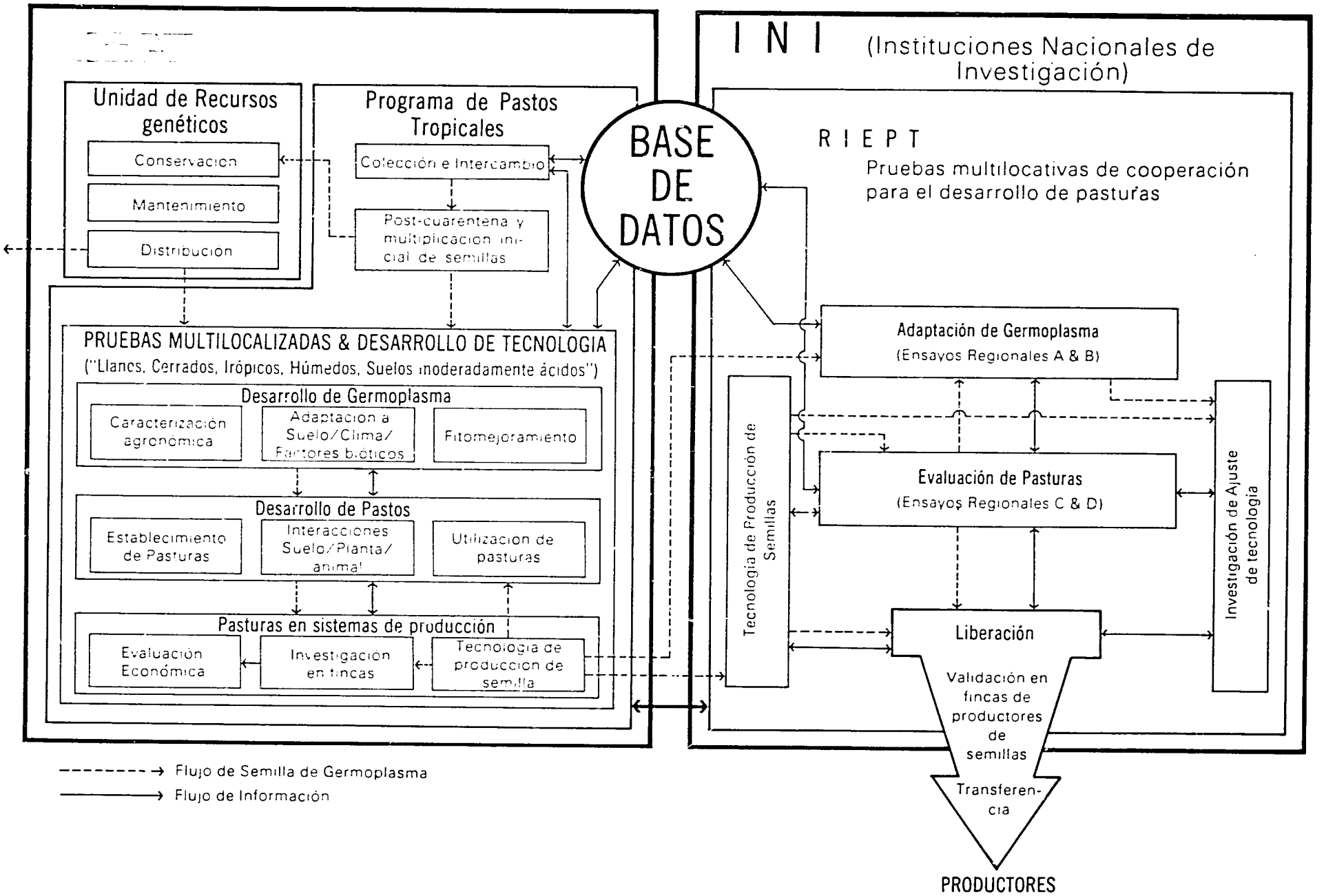


Figura 1. Flujo de Germoplasma y pasturas en el proceso de evaluación en América Tropical

insumos, para el desarrollo de tecnologías con base en germoplasma adaptado, capaz de usar eficientemente los recursos naturales disponibles y la escasa inversión inicial en insumos. En esta fase, las leguminosas y las gramíneas se evalúan en términos de métodos de establecimiento a bajo costo, capacidad fijadora de N y persistencia de las leguminosas, así como potencial de producción animal y reciclaje de nutrientes, por medio del uso adecuado de los fertilizantes y el buen manejo de pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas (Figura 1). Especialistas en suelos, los microbiólogos de suelos y científicos de producción animal, lo mismo que ecofisiólogos y especialistas en establecimiento de pastos, colaboran directamente entre sí para obtener pasturas adaptadas, eficientes y productivas a partir de germoplasma promisorio.

La investigación en fincas y la evaluación económica de los pastos en sistemas de producción, dan la oportunidad de utilizar la experiencia de los ganaderos, incluyendo sus preferencias de manejo y uso, lo cual es de máxima importancia para conservar la perspectiva apropiada de los sistemas de explotación, identificar las necesidades de los ganaderos y entender los problemas que pueden obstaculizar la adopción. El economista y el especialista en sistemas de producción, interactúan estrechamente para asegurar el paso eficiente de la nueva tecnología a los sistemas de explotación.

La perspectiva de estos sistemas de explotación constituye un enfoque y una estrategia esenciales para que el Programa enfrente de manera adecuada y efectiva las complejidades de la relación ecosistema/sistema de explotación, donde la adaptación y otras funciones de los pastos requieren diferentes combinaciones de germoplasma y prácticas de manejo.

Uno de los principales obstáculos para el flujo normal de germoplasma a través de las diferentes etapas de evaluación de pasturas, es el suministro inadecuado de semillas tanto para la investigación en fincas, y epecialmente para los trabajos en la secuencia de evaluación del Programa de Pastos Tropicales del CIAT; además de los trabajos de colaboración con los programas nacionales de investigación, a través de la RIEPT. La compleja gama de relaciones ecosistema/finca implica, en un momento dado, la necesidad de multiplicar una amplia gama de leguminosas y gramíneas con diferentes requerimientos de producción de semilla. Esto conlleva la necesidad de trabajar en diferentes sitios para satisfacer tales requerimientos. El especialista en producción de semilla colabora estrechamente con el economista y el especialista en sistemas de producción, con el objeto de atender tanto a la investigación como a la producción de semilla experimental y básica, a fin de que el germoplasma avance con eficiencia.

El enfoque de "Red de evaluación" multilocacional y descentralizada es esencial para lograr una máxima eficiencia en el avance del germoplasma de los centros principales de evaluación primaria en cada ecosistema, hacia la amplia variedad de condiciones ambientales y de explotación en las áreas agrícolas y marginales de América tropical.

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) fue creada por los Programas Nacionales de Investigación y el Programa de Pastos Tropicales del CIAT después de reconocer la necesidad de desarrollar *in situ* la nueva tecnología de pasturas. Los programas nacionales de investigación en pastos grandes y pequeños, trabajan en coordinación para, en forma eficiente, evaluar germoplasma y desarrollar la nueva

tecnología de pasturas basada en germoplasma adaptado.

Mediante la RIEPT se hacen evaluaciones de grandes cantidades de germoplasma experimental a través de una secuencia de pruebas regionales A, B, C y D en más de 159 sitios representativos de la región baja de suelos ácidos e infértiles de América tropical. Solamente los materiales que pasan la primera evaluación en los centros de selección mayor son expuestos a múltiples ambientes dentro de la RIEPT, con lo cual se aumenta la eficiencia del proceso. Los materiales seleccionados por las instituciones nacionales en los ensayos de adaptación y evaluación agronómica de la RIEPT (pruebas regionales A y B) pasan en asociaciones de gramíneas y leguminosas a ser evaluadas en ensayos de manejo de pastoreo, en pequeñas parcelas (pruebas regionales C) y finalmente a experimentos de pastoreo para medir producción animal en parcelas más grandes (pruebas regionales D), antes de entregarlos a la evaluación de los ganaderos y productores de semillas (Figura 1).

El ajuste de la tecnología de producción de pasturas y semillas se realiza mediante investigación que se lleva a cabo en los programas nacionales de investigación luego de la selección in situ del germoplasma en los diferentes estados de evaluación (Figura 1).

Con el crecimiento de la RIEPT y el avance de nuevos materiales hacia los ensayos de pastoreo, hay una presión creciente para incrementar los volúmenes de disponibilidad de semilla experimental básica. La solución es desarrollar proyectos de producción de semillas de materiales promisorios a nivel nacional. Con esto se evitarán los cuellos de botella en el flujo de germoplasma para entrega y adopción por los ganaderos.

Con esta red de trabajo se logran importantes economías de escala y los programas nacionales, además de acelerar el avance del germoplasma promisorio para convertirlo en pasturas, importantes intercambios metodológicos realizan para ajustar a nivel local la tecnología, respecto princi- palmente a las prácticas de manejo de los pastos que mejor se adaptan a las condiciones ambientales y de la explotación en las áreas de influencia inmediata.

La organización de seminarios, cursos de entrenamiento y la oportunidad de intercambiar experiencias a través del boletín "Pasturas Tropicales" del CIAT, asegura una interacción continua entre los miembros de esta red de trabajo y cuida de que la utilización del germoplasma sea la más eficiente posible.

La información fluye libremente en ambas direcciones entre las partes comprometidas en el proceso de evaluación, el Programa de Pastos Tropicales y la RIEPT. Además, toda la información proveniente de las evaluaciones directas de la RIEPT y del Programa de Pastos Tropicales del CIAT están ligadas por una base común de datos. Esta base común de datos incluye la caracterización detallada del germoplasma en el sitio de colección y evaluación, la adaptación a condiciones específicas de suelo y clima, caracteres agronómicos, respuesta a plagas y enfermedades, relaciones suelo-planta-animal, producción potencial de semilla, etc.

El desarrollo de la base de datos de la RIEPT, así como de metodologías para procesar estadísticamente los numerosos datos provenientes de los programas nacionales en colaboración con la Unidad de Servicio de Datos del CIAT ha sido esencial para el análisis comparativo del comportamiento del germoplasma a lo largo y ancho de la red de trabajo.

Como resultado de este esfuerzo cooperativo continental de evaluación

de germoplasma y pasturas, los programas nacionales han entregado nuevos cultivares de gramíneas y leguminosas en toda la América tropical. Andropogon gayanus CIAT 621 fue liberado por el ICA en Colombia y por EMBRAPA en Brasil en 1980. En 1982 y 1983 se liberó en Venezuela, Panamá y Perú. Se estima que en la actualidad se han sembrado con esta gramínea más de 200,000 ha en América tropical, debido especialmente a su adaptación a suelos ácidos infértiles y su tolerancia a la sequía y al salibazo o mion, plaga principal.

El ICA liberó en 1983 la primera leguminosa Stylosanthes capitata con el nombre de "Capica" (CIAT 10280). Esta es una mezcla de cinco introducciones seleccionadas por resistencia a antracnosis, principal problema de Stylosanthes spp. en América tropical y su excelente persistencia en condiciones de pastoreo en asociación con A. gayanus.

Así mismo, en 1985 el IVITA en Pucallpa, Perú, liberó el Stylosanthes guianensis CIAT 184 como cv. Pucallpa, por su resistencia a antracnosis en el ecosistema húmedo tropical y su buen comportamiento bajo pastoreo en asociación con Hyparrhenia rufa, A. gayanus y gramíneas nativas.

Varias gramíneas y leguminosas promisorias están actualmente en etapa de pre-liberación y demostración en campos de ganaderos. Estas son, entre otras, Centrosema brasilianum CIAT 5234, Centrosema sp. nov. CIAT 5277, Arachis pintoi CIAT 17434 y la gramínea Brachiaria dictyoneura CIAT 6133.

Germoplasma

Durante 1985 la sección de Germoplasma continuó concentrando sus esfuerzos en:

1) El ensamblaje de germoplasma mediante colección directa e intercambio de materiales con otras instituciones.

2) Multiplicación y mantenimiento del germoplasma existente.

3) Caracterización y evaluación preliminar de nuevas introducciones.

COLECCION E INTRODUCCION DE GERMOPLASMA

Colección

Muchos de los esfuerzos y de los recursos de la sección continuaron dedicándose a las actividades de colección de germoplasma, particularmente en conexión con el proyecto para aumentar la diversidad genética de Brachiaria spp. mediante colección directa en Africa.

Las actividades de colección de germoplasma durante 1985 se realizaron en tres continentes:

- América Tropical:

a) Panamá: En colaboración con el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el proyecto USAID/Universidad de Rutgers se muestreó una gran proporción de las provincias panameñas a lo largo de una transversal oeste a este (Fig. 1). Con el objetivo de aumentar la base genética de leguminosas tolerantes a la sequía y de floración tardía, particularmente del género Centrosema se colectó un total de 320 muestras, de las cuales el 20% correspondió a Centrosema spp. (Cuadro 1).

b) Venezuela: Una misión de colección, adelantada en colaboración con el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), también se concentró en leguminosas de floración tardía, resistentes a la sequía y tolerantes a suelos ácidos, particularmente dentro del género Centrosema. Durante esta misión, además de la transversal norte a sur, de Caracas hasta el rio Orinoco, se muestreó la parte norte del estado de Bolívar a lo largo de una transversal occidente a oriente al sur del río Orinoco. Además, se hicieron algunas colecciones en el Territorio Federal de Amazonas en el costado oriental del río Orinoco, al lado opuesto de la región del Vichada de Colombia (Fig. 2). Durante esta misión, se colectaron 371 muestras de leguminosas y el 27% correspondió a germoplasma de Centrosema (Cuadro 1).

c) Colombia: Dentro de un programa de capacitación para un investigador visitante de la República Popular de China, se realizó una excursión de colección en el Departamento del Huila y otra de menor magnitud en el Departamento del Valle del Cauca. Se colectaron 83 muestras de leguminosas (Cuadro 1).

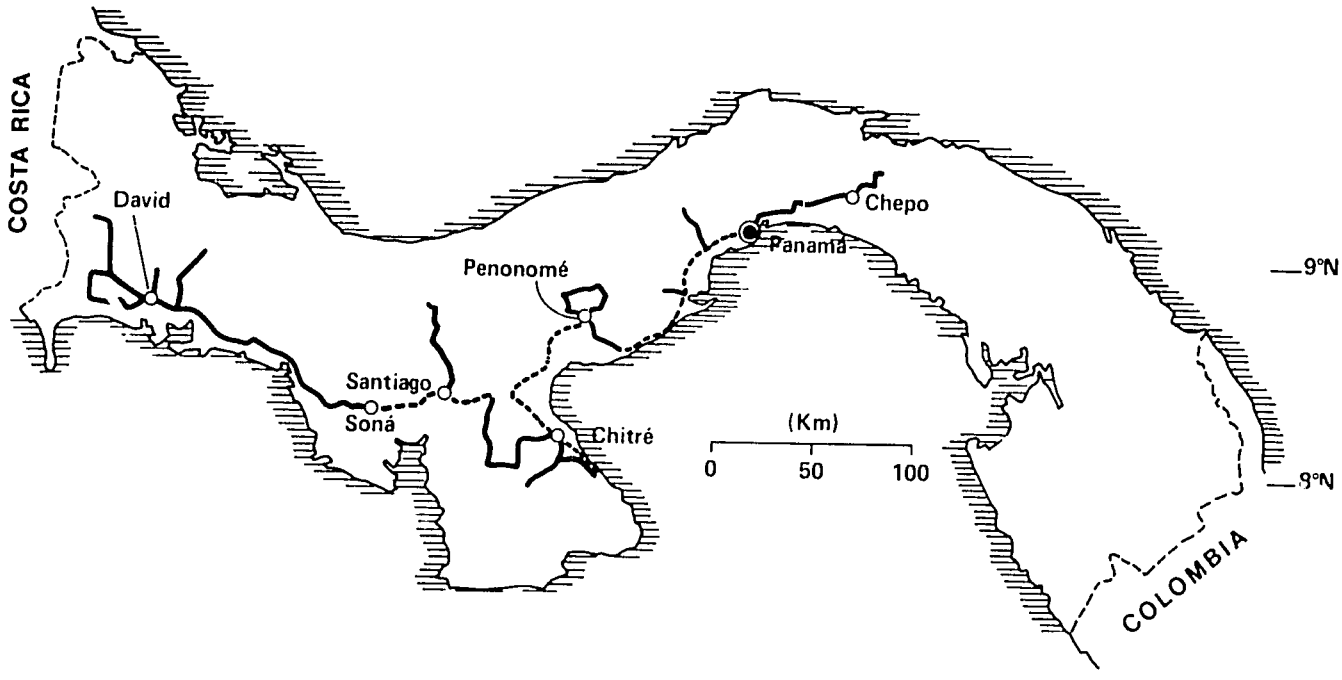


Figura 1. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de leguminosas tropicales en Panamá (Febrero 1985; IDIAP-USAID/Universidad de Rutgers-CIAT).

Cuadro 1. Resumen del germoplasma de leguminosas forrajeras tropicales colectado en Panamá, Venezuela y Colombia durante 1985.

Géneros	Panamá	Venezuela	Colombia	Total
	No. de muestras			
Aeschynomene	26	32	7	65
Calopogonium	33	10	2	45
Centrosema	64	99	9	172
Desmodium	52	40	16	108
Galactia	14	27	5	46
Macroptilium/Vigna	20	24	10	54
Stylosanthes	25	56	11	92
Zornia	8	18	2	28
Leguminosas misceláneas	78	65	21	164
Total	320	371	83	774

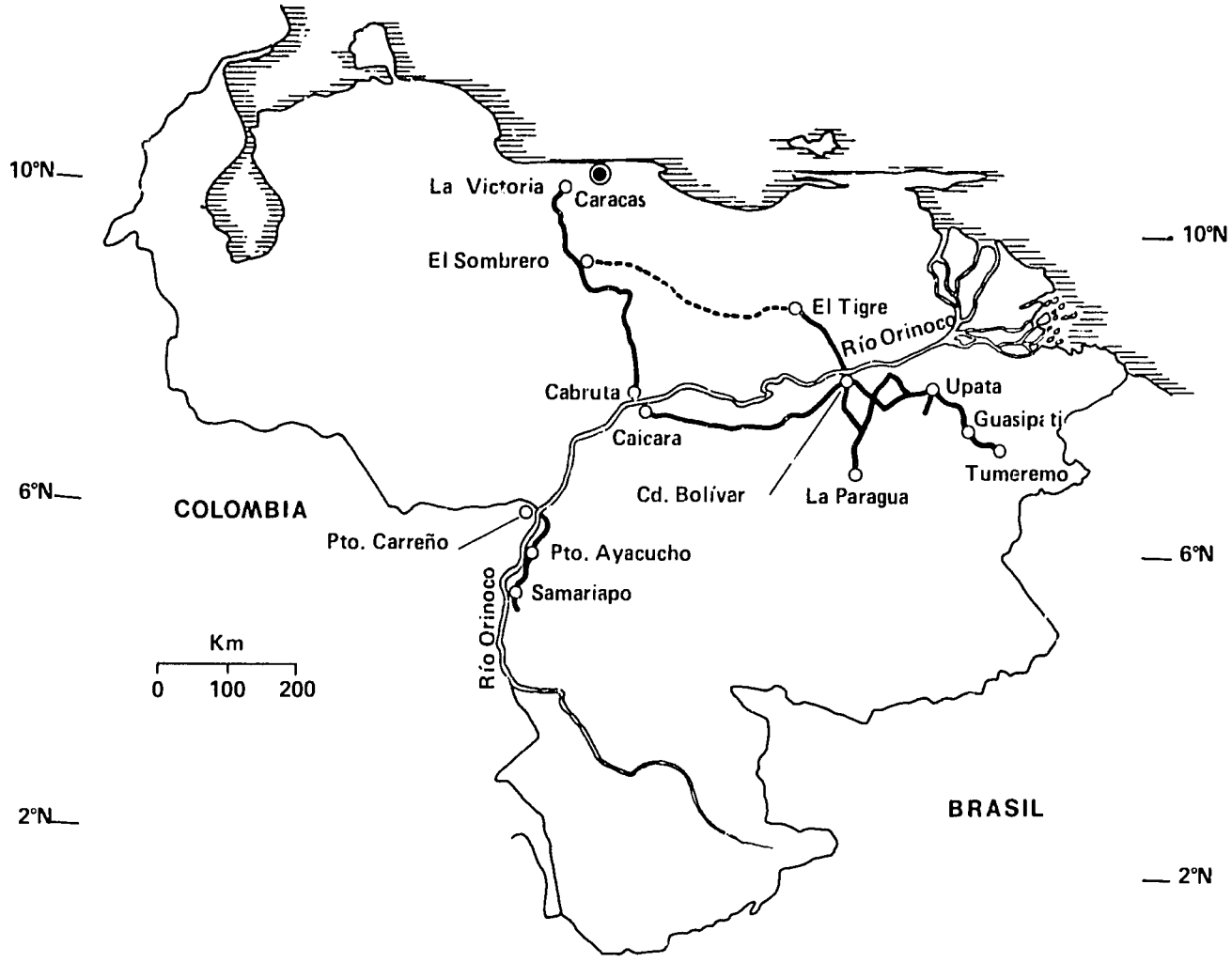


Figura 2. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de leguminosas tropicales en Venezuela (Marzo 1985; FONAIAP-CIAT).

- Sureste de Asia

Financiada por el International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), se adelantó una misión de colección, en colaboración con el Sukarami Research Institute for Food Crops (SARIF). Su objetivo fue colectar germoplasma de leguminosas nativo de Sumatra, particularmente especies de Desmodium y géneros relacionados, como también de Pueraria phaseoloides. La parte sur central de la isla se muestreó a lo largo de una transversal noroeste a suroeste (Fig. 3) y en total se colectaron 172 muestras (Cuadro 2). Más de la mitad correspondió a germoplasma de alta prioridad (77 muestras de Desmodium spp., 11 muestras de sus géneros asociados Codariocalyx, Phyllodium y Tadehagi, y 6 muestras de P. phaseoloides).

- Africa Tropical

Dentro del proyecto para aumentar la base ganética de gramíneas africanas en la colección del CIAT, particularmente de Brachiaria spp., continuaron las colecciones sistemáticas en varios países. Las misiones de colección cubrieron áreas extensas de Zimbabwe (Fig. 4), Burundi y Rwanda (Fig. 5), y Tanzania (Fig. 6). Se realizaron en colaboración con el Grassland Research Station Marondera, el

Cuadro 2. Resumen del germoplasma forrajero tropical colectado en Sumatra, Indonesia (septiembre 1985)

Especies de alta prioridad	No. de muestras	Otros géneros	No. de muestras
Desmodium gangeticum	6	*Abrus*	1
D. heterocarpon	18	*Aeschynomene*	9
D. heterophyllum	27	*Alysicarpus*	8
D. laxiflorum	7	*Atylosia*	2
D. ovalifolium	4	*Calopogonium* (naturalizado)	1
D. styracifolium	4	*Centrosema* (naturalizado)	4
D. triflorum	5	*Clitoria*	7
D. velutinum	5	*Crotalaria*	3
D. sp. (sin identificar)	1	*Dunbaria*	2
Total *Desmodium* spp.	77	*Flemingia*	9
		Pseudarthria	3
Codariocalyx gyroides	1	*Pycnospora*	2
Phyllodium elegans	7	*Teramnus*	1
Tadehagi triquetrum	3	*Uraria*	15
		Vigna	8
		Género sin identificar	1
Pueraria phaseoloides	6		
		Axonopus (gramínea)	1
		Paspalum (gramínea)	1
Total	94	Total	78

Total de muestras 172

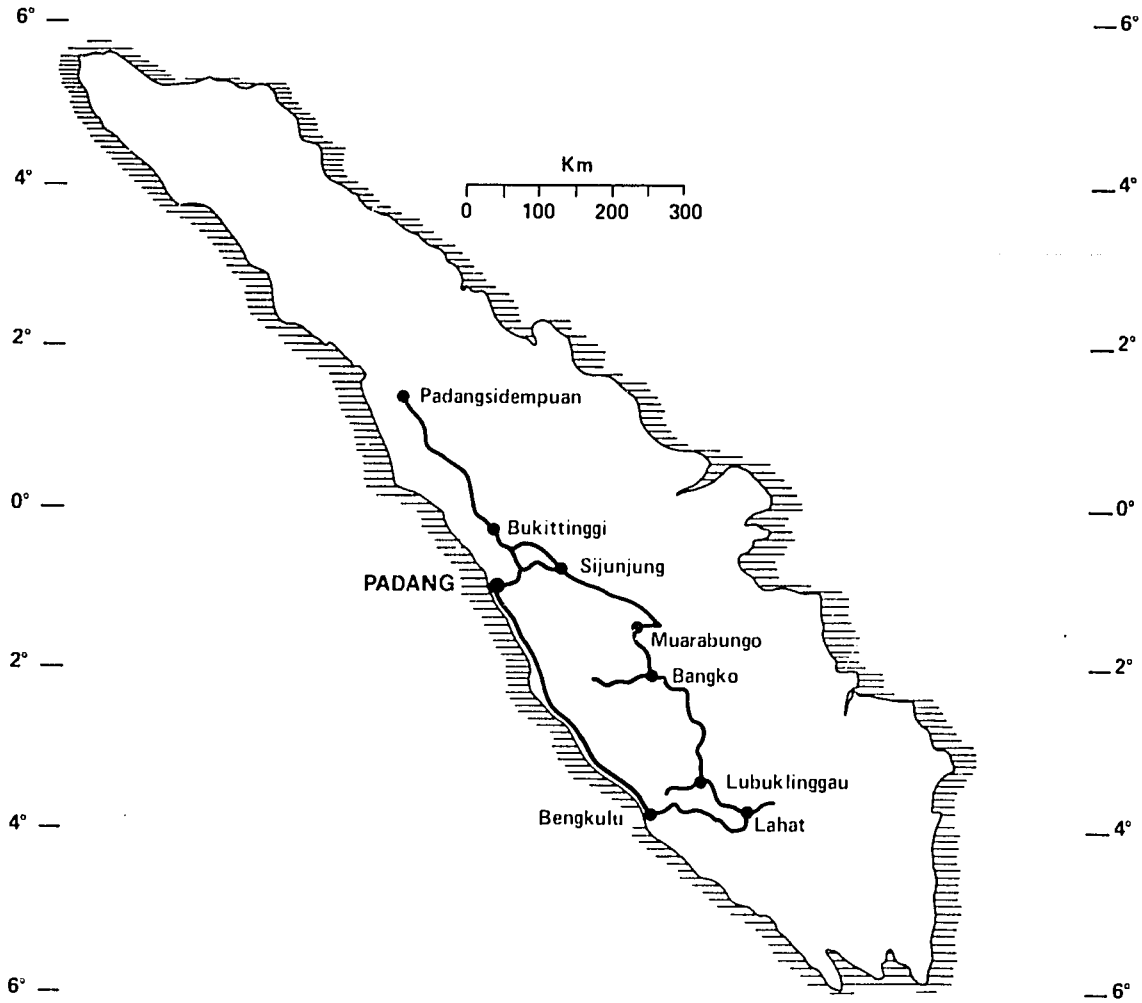


Figura 3. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de leguminosas tropicales en Sumatra, Indonesia (Septiembre 1985; SARIF-IBPGR-CIAT).

Institute des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), el Institute des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR) y el Tanzania Livestock Research Organization (TALIRO), respectivamente, como también el International Livestock Centre for Africa (ILCA). En el Cuadro 3 se presenta un resumen de los resultados de las cuatro misiones de colección. En total se colectaron 905 muestras, de las cuales el 81% correspondió a gramíneas. De estas, 452 muestras correspondieron a germoplasma de Brachiaria y una alta proporción (37%) fue de B. brizantha.

Desafortunadamente, para la mayoría de las muestras de Brachiaria, solo se logró colectar material vegetativo que, para su transferencia eventual, requirió multiplicación de semillas en viveros o invernaderos en sus respectivos países de origen. En un intento por recortar este proceso, en colaboración con la Unidad de Biotecnología del CIAT, el ILCA, la Muguga Plant Quarantine Station en Kenia y la Universidad de Zimbabwe,

Cuadro 3. Resumen del germoplasma forrajero tropical colectado en Zimbabwe, Burundi, Rwanda y Tanzania durante 1985.

Géneros, especies	Zimbabwe	Burundi	Rwanda	Tanzania	Total
	No. de muestras				
A) GRAMINEAS: *Brachiaria* spp.					
B. bovonei	5	-	4	2	11
B. brizantha	77	40	11	41	169
B. decumbens	1	7	22	-	30
B. dictyoneura	-	-	-	3	3
B. humidicola	30	20	4	27	81
B. jubata	3	7	6	2	18
B. nigropedata	41	-	-	-	41
B. platynota	-	2	17	-	19
B. ruziziensis	-	19	4	2	25
Otras *Brachiaria* spp.[1]	46	5	1	3	55
Total	203	100	69	80	452
B) GRAMINEAS: Otros géneros					
Andropogon	29	2	1	7	39
Chloris	7	-	3	10	20
Hyparrhenia	8	31	2	6	47
Panicum	29	17	2	1	49
Paspalum	8	4	-	5	17
Pennisetum	-	13	-	14	27
Setaria	11	-	-	-	11
Urochloa	5	-	-	-	5
Otros géneros[2]	40	13	1	13	67
Total	137	80	9	56	282
C) LEGUMINOSAS					
Alysicarpus	2	1	-	6	9
Desmodium	6	16	-	12	34
Neonotonia	1	-	3	7	11
Rhynchosia	-	-	2	6	8
Sesbania	-	4	2	3	9
Stylosanthes	12	1	1	11	25
Tephrosia	6	1	-	1	8
Vigna	9	3	1	10	23
Otros géneros[3]	12	12	1	19	44
Total	48	38	10	75	171
GRAN TOTAL	388	218	88	211	905

1/ *B. arrecta*, *B. comata*, *B. deflexa*, *B. eruciformis*, *B. mutica*, *B. scalaris*, *B. serrata*, *B. subulifolia*.

2/ *Cenchrus*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Melinis*, *Sorghum*, *Themeda*, etc.

3/ *Aeschynomene*, *Cassia*, *Clitoria*, *Eriosema*, *Pseudarthria*, *Teramnus*, *Zornia*, etc.

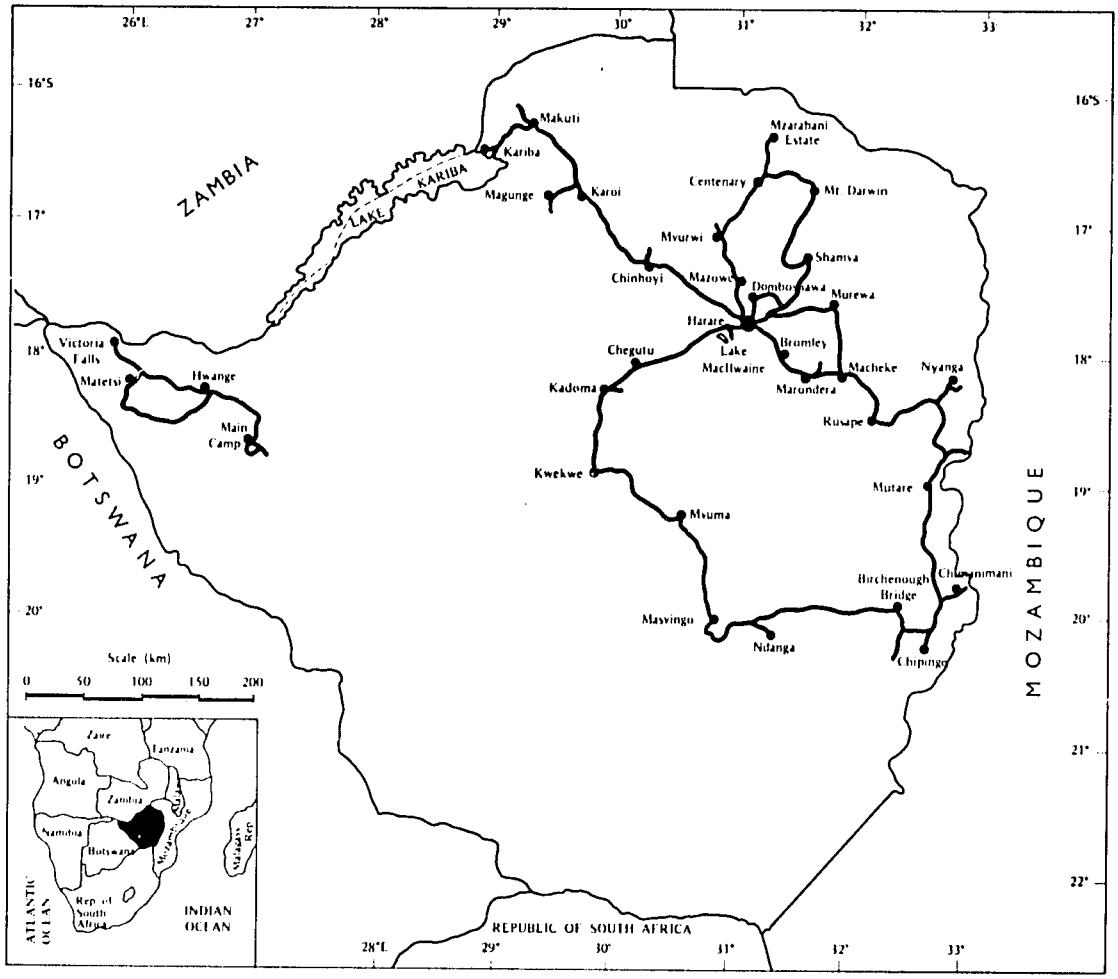


Figura 4. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de forrajes tropicales en Zimbabwe (Febrero-Marzo, 1985; Grassland Research Station Marondera-CIAT).

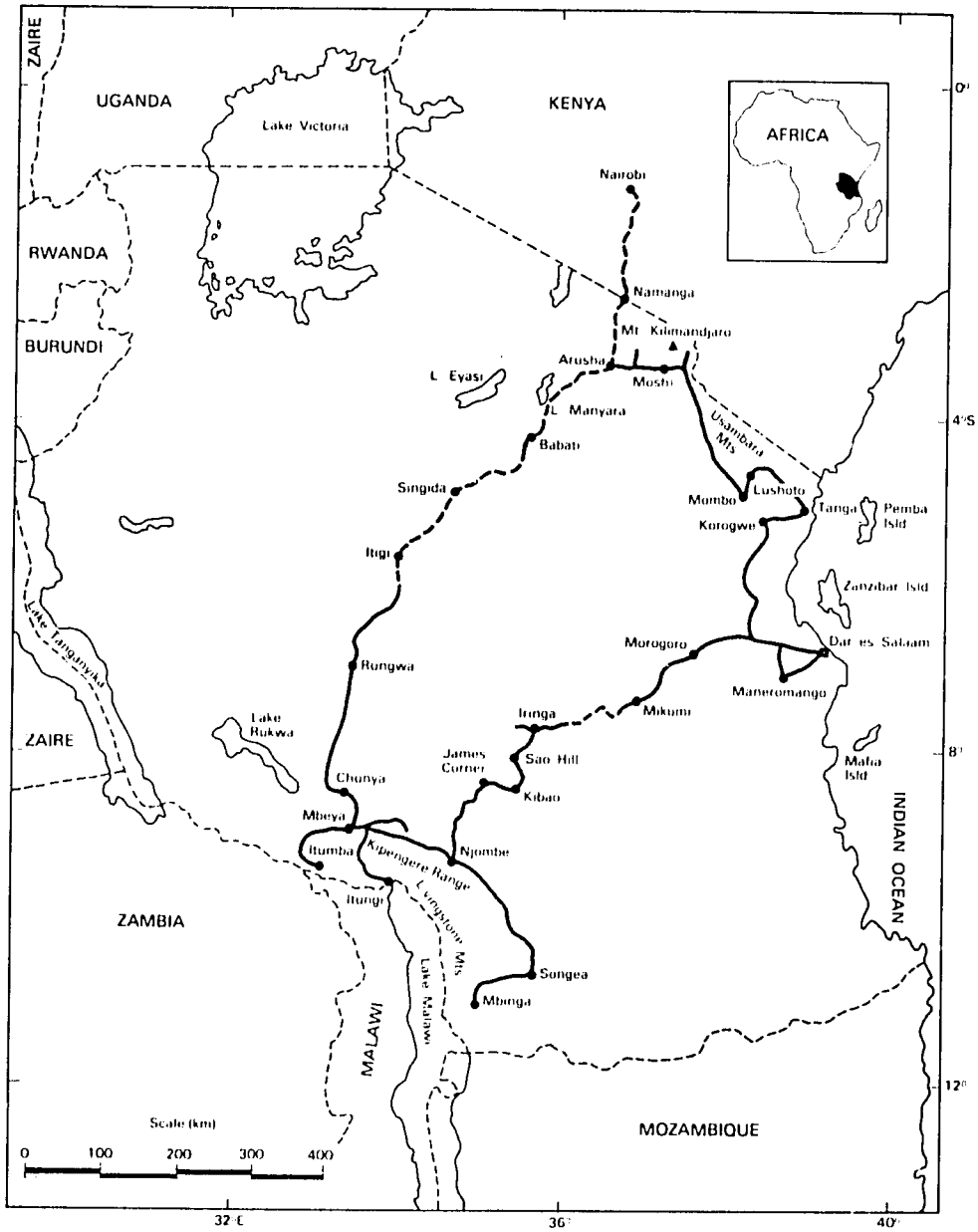


Figura 5. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de forrajes tropicales en Burundi y Rwanda (Abril-Mayo, 1985; ISABU-CIAT e ISAR-CIAT, respectivamente).

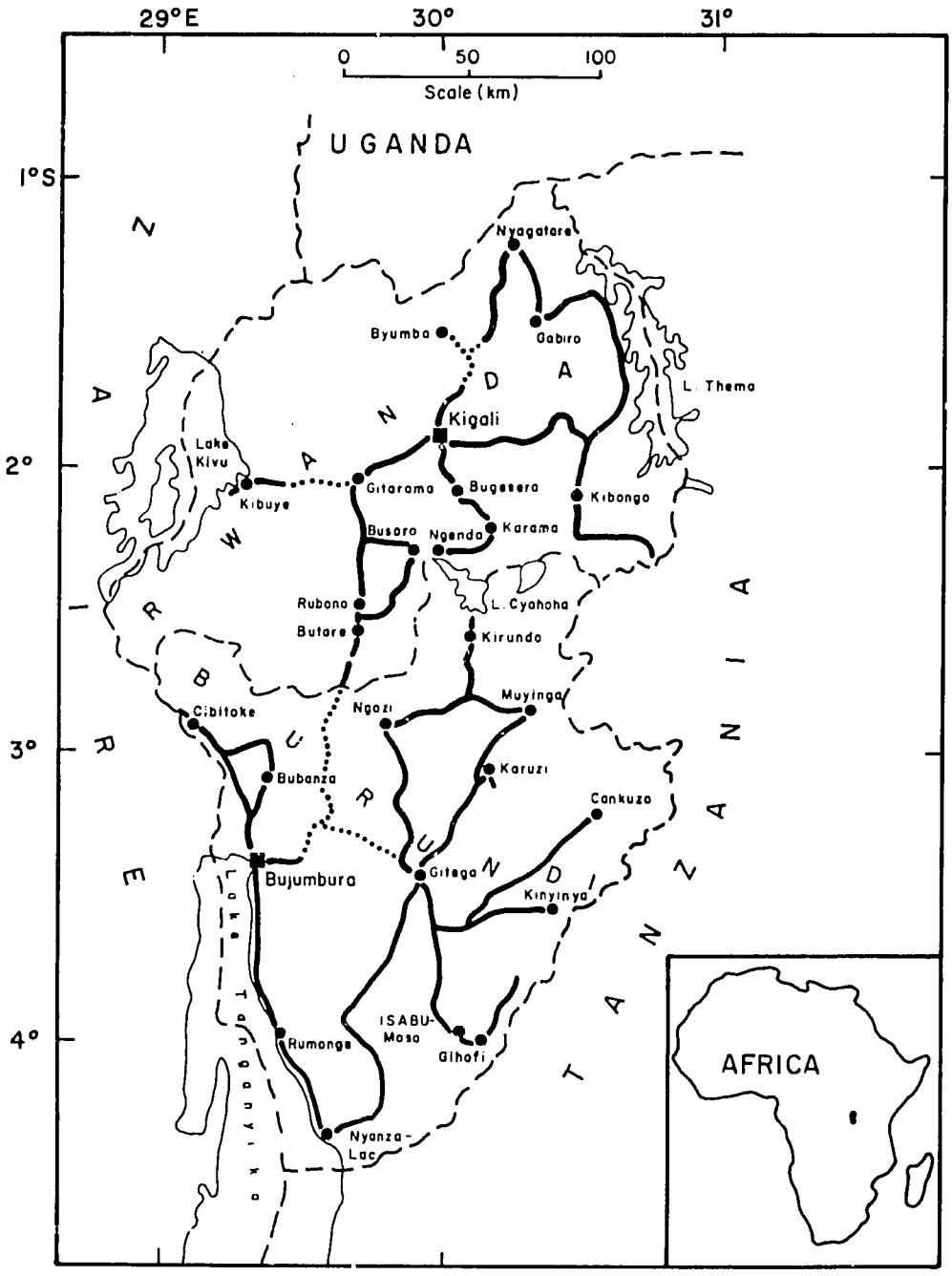


Figura 6. Rutas de la colección sistemática de germoplasma de forrajes tropicales en Tanzania (Julio-Agosto, 1985; TALIRO-ILCA-CIAT).

Cuadro 4. Resumen de colecciones de germoplasma de gramíneas forrajeras en Africa tropical, 1984-1985.

Géneros	No. de muestras	Géneros	No. de muestras
Andropogon	42	Paspalum	44
Bothriochloa	4	Pennisetum	57
Brachiaria	792	Rhynchelytrum	2
Cenchrus	29	Rottboellia	3
Cynodon	15	Setaria	42
Chloris	53	Snowdenia	3
Dactyloctenium	2	Sorghum	10
Digitaria	17	Sporobolus	11
Echinochloa	7	Themeda	2
Enteropogon	2	Urochloa	21
Eragrostis	21	Géneros sin identificar	9
Heteropogon	2	Otros géneros (1 muestra de cada uno)	11
Hyparrhenia	56	Chrysopogon, Eleusine,	
Hyperthelia	2	Eneapogon, Eriochloa,	
Ischaemum	3	Exotheca, Hemarthria,	
Loudetia	2	Schmidtia, Stereochlaena,	
Melinis	10	Tetrapogon, Themeda,	
Panicum	90	Tristachya	
Total			1364

se hicieron arreglos para propagar y transferir eventualmente a Colombia el material colectado en la forma de plántulas derivadas de cultivo de tejidos meristemáticos. Por consiguiente, se desarrolló una metodología apropiada por parte de la Unidad de Biotecnología del CIAT y, mientras tanto, la mayor parte de la colección de Brachiaria ha sido transferida a Colombia en la forma de propágulos en tubos de ensayo (Fig. 7).

Con los mencionados viajes de colección en Africa, concluyó el proyecto de 1984/85 para aumentar la colección de gramíneas africanas en el CIAT, particularmente de Brachiaria spp. Incluyendo el material colectado en Kenia y Etiopía durante 1984, se colectó en total 1364 muestras que representan a más de 40 géneros (Cuadro 4). Especialmente en el caso de Brachiaria, la base genética se ha ampliado considerablemente y ahora hay más de 900 accesiones disponibles, las cuales representan a 24 especies (Cuadro 5).

Introducción

Con respecto a la introducción de germoplasma, mediante intercambio con otras instituciones, se logró una contribución importante por parte del IBPGR en la forma de semilla original colectada en Indonesia. La donación contenía 338 muestras, principalmente leguminosas nativas o naturalizadas en Indonesia, de las cuales el 31% correspondió a Desmodium spp.

BRACHIARIA

Figura 7. Plántulas de Brachiaria spp. derivadas de cultivos de tejidos meristemáticos.

Con las adiciones hechas durante el año (aproximadamente 2300 accesiones), la colección del Programa de Pastos Tropicales del CIAT ahora ha aumentado hasta cerca de 16,000 accesiones, el 15% de las cuales corresponde a germoplasma de gramíneas (Cuadro 6). El valor especial de esta colección radica en el hecho de que la mayoría de las accesiones se originan en regiones con suelos ácidos de baja fertilidad. La Unidad de Recursos Genéticos del CIAT mantiene la colección. En el Cuadro 7 se presenta un resumen del inventario de germoplasma de aquellas especies que el Programa de Pastos Tropicales considera como "especies claves" con base en su comportamiento en experimentos en los principales ecosistemas. Las cifras indican que, con excepcion de Arachis pintoi, Centrosema sp.n. y Zornia glabra, ahora hay un número relativamente grande de accesiones disponibles. Con la diversidad que puede observarse entre las accesiones en las parcelas de introducción, estas cifras representan un buen potencial para un trabajo exitoso de selección y/o mejoramiento genético.

MULTIPLICACION Y MANTENIMIENTO

Como en años anteriores, la multiplicación de germoplasma de leguminosas y gramíneas, continuó siendo una de las funciones de servicio importante de la sección de germoplasma. Durante 1985, las actividades de multiplicación de semilla se concentraron esencialmente en:

- La multiplicación de germoplasma de plantas en materas en el invernadero de Palmira y/o de

Cuadro 5. Accesiones de Brachiaria spp. en la colección de germoplasma de forrajes tropicales.

Especies	Colecciones africanas 1984/85	Nuevo Inventario Dic. 31, 1985
	No. de Accesiones	
a) Perennes		
B. arrecta	4	5
B. bovonei	11	11
B. brizantha	351	408
B. decumbens	47	64
B. dictyoneura	16	18
B. humidicola	101	113
B. jubata	75	76
B. lachnantha	6	6
B. longiflora	2	2
B. mutica	1	1
B. nigropedata	41	42
B. plantaginea	1	1
B. platynota	20	20
B. ruziziensis	27	44
B. serrata	23	23
B. subulifolia	10	10
B. sp.	4	4
b) Anuales		
B. comata	5	5
B. deflexa	14	15
B. eruciformis	21	22
B. leucocrantha	8	8
B. obtusiflora	2	2
B. scalaris	1	1
B. semiundulata	2	2
Total	792	903

plantas individuales en campos específicos de multiplicación de germoplasma en CIAT-Palmira o CIAT-Quilichao: Aproximadamente 1550 accesiones.

- La multiplicación inicial de semilla de todo el material de germoplasma en evaluaciones preliminares en CIAT-Quilichao: aproximadamente 1970 accesiones.

La semilla multiplicada se le entrega a la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT que es responsable de (a) mantener existencias de germoplasma en condiciones apropiadas de almacenamiento en frío, y (b) distribuir germoplasma.

CARACTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

Durante la fase de caracterización y evaluación preliminar, el germoplasma de especies prioritarias o "claves" y de géneros y especies nuevas, agronómicamente desconocidas o sólo poco

Cuadro 6. Introducción de germoplasma de forrajes tropicales mediante colección e intercambio con otras instituciones durante 1985 (No. de accesiones).

Géneros	Colecciones			Introducciones por intercambio	Total 1985	Colección total Dic.31 1985
	América tropical	Indonesia (Sumatra)	Africa tropical			
Aeschynomene	65	9	4	19	97	732
Calopogonium	45	1	1	30	77	375
Centrosoma	172	4	-	65	241	1488
Desmodium	108	77	34	118	337	1901
Galactia	46	-	-	3	49	504
Macroptilium/Vigna	54	8	23	18	103	1058
Pueraria	-	6	-	26	32	117
Stylosanthes	92	-	25	5	122	3095
Zornia	28	-	2	4	34	911
Leguminosas misceláneas	164	65	82	117	428	3492
Total de leguminosas	774	170	171	405	1520	13674
Andropogon	-	-	39	-	39	104
Brachiaria	-	-	452	29	481	903
Panicum	-	-	49	-	49	716
Gramíneas misceláneas	-	2	194	35	231	694
Total de gramíneas	-	2	734	64	800	2417
Gran total	774	172	905	463	2320	16091

Cuadro 7. Inventario de germoplasma de especies claves en la colección de forrajes tropicales del CIAT (Diciembre 31, 1985).

Especies	No. de accesiones originarias de:		
	América tropical	Sureste de Asia	Africa tropical
Arachis pintoi	10		
Centrosema brasilianum	182		
C. macrocarpum	234		
C. sp.n. var. matogrossense	20		
C. sp.n. var. orinocense	9		
Stylosanthes capitata	281		
S. guianensis var. pauciflora	209		
S. macrocephala	115		
Zornia glabra	23		
Desmodium heterophyllum		59	
D. ovalifolium		97	
Pueraria phaseoloides		117	
Andropogon gayanus			104
Brachiaria spp.			903
Panicum maximum			716

conocidas, se establece en CIAT-Quilichao para multiplicación de semillas y para observaciones acerca de los descriptores mas importantes (forma de la planta, hábito de crecimiento, época de floración, grado de ser perennes, etc.). Con base en evaluaciones mensuales durante un total de 12-24 meses, se evalúa la adaptación del germoplasma al ambiente de Quilichao en términos de (a) rendimiento potencial en un Ultisol muy ácido e infértil incluyendo el rebrote después del corte y comportamiento durante dos estaciones secas relativamente cortas pero severas que prevalecen en Quilichao, (b) resistencia a enfermedades y plagas y (c) potencial de producción de semilla. La metodología de establecimiento y evaluación es la utilizada para la Categoría I en los principales sitios de ensayos del Programa, y se basa en hileras no repetidas de plantas sembradas en forma espaciada.

Estas observaciones preliminares ayudan a definir los materiales que deben recibir prioridad en el flujo de germoplasma hacia los principales sitios de prueba del Programa en los ecosistemas de sabana (Carimagua y Brasilia) y más recientemente, en el trópico húmedo (Pucallpa).

En algunos casos, principalmente para el germoplasma de Centrosema y Zornia, las accesiones seleccionadas también se evalúan agronómicamente a nivel de Categoría II (ensayos de corte en parcelas repetidas con plantas sembradas espaciadas).

Evaluación preliminar

El Cuadro 8 informa sobre todos los ensayos de la Categoría I realizados durante 1985 en CIAT-Quilichao. Algunas observaciones claves de estos ensayos son:

- El crecimiento de Arachis pintoi es relativamente pobre. El vigor al establecimiento de las accesiones CIAT 17434 y 18751 es superior al de otras accesiones.

- Los resultados de un ensayo de evaluación, ya concluído, con 130 accesiones de Centrosema brasilianum, se utilizaron para clasificar la colección en seis grupos con base en su resistencia a Rhizoctonia y los rendimientos de materia seca (Cuadro 9). El grupo seis incluyó las accesiones promisorias CIAT 5541, 5671 y 5698.

- Centrosema macrocarpum: En un ensayo de evaluación preliminar ya concluído, de una parte de la colección, las 67 accesiones evaluadas se clasificaron por análisis de conglomerados en ocho grupos distintos con base en (a) su potencial de producción de materia seca, y (b) su capacidad para enraizar en los nudos de tallos rastreros (Fig. 8). Las accesiones dentro de los conglomerados 3, 4 y 5 parecen ser de especial interés debido a su hábito de crecimiento estolonífero.

- Dentro de una especie nueva de Centrosema, aún no descrita, las diferencias entre las dos formas ("var. matogrossense" y "var. orinocense") cada vez son más evidentes, particularmente en términos de resistencia a enfermedades. Las accesiones de la var. orinocense, representadas por CIAT 5277, son considerablemente más resistentes al añublo bacteriano por Pseudomonas.

- Todas las accesiones de Centrosema arenarium como también de C. brachypodum presentan bajo vigor de establecimiento.

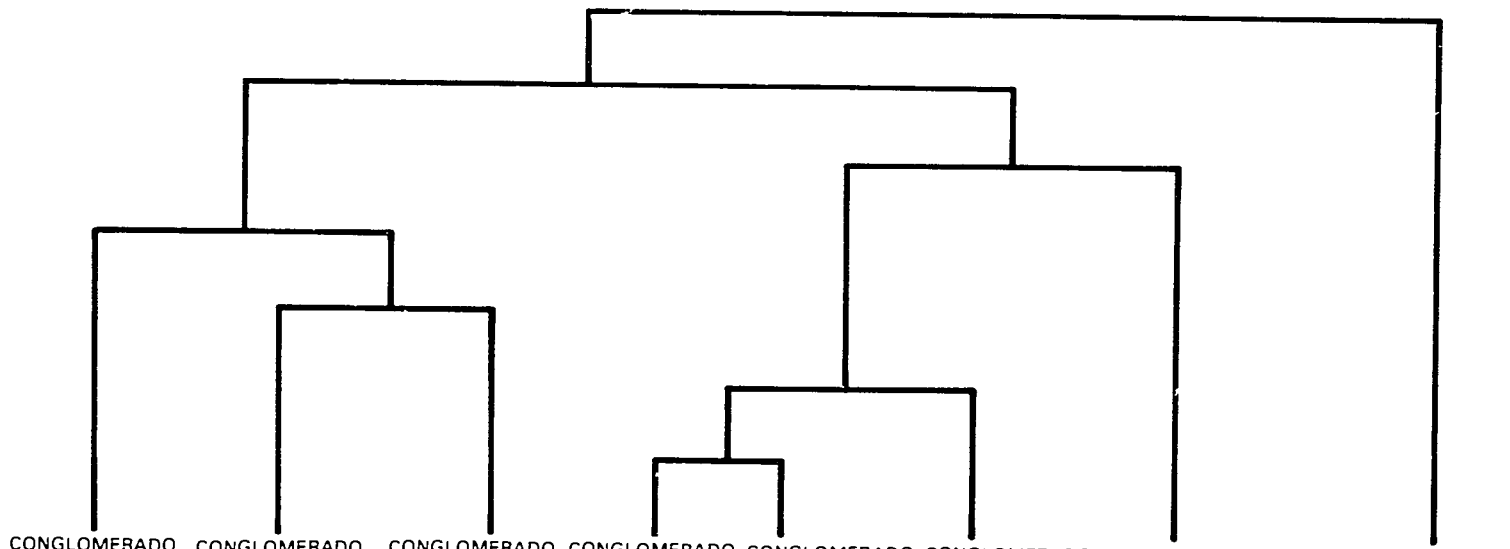
- Aunque no hay diferencias morfológicas mayores entre las 84 accesiones de Desmodium ovalifolium se registró una variación considerable en el tiempo de floración, producción de materia seca y el contenido de proteína cruda en las hojas.

Cuadro 8. Multiplicación y caracterización de germoplasma en CIAT-Quilichao en el nivel de la Categoría I durante 1985 (No. de accesiones).

A. Especies conocidas y prioritarias		B. Especies "Nuevas"	
Leguminosas:		Leguminosas:	
Arachis pintoi	8	*Centrosema arenarium*	2
Centrosema brasilianum	62	*C. brachypodum*	5
C. macrocarpum	174	*D. heterocarpon*	73
C. sp. var. *matogrossense*	20	*D. strigillosum*	9
C. sp. var. *orinocense*	9	*Periandra* sp.	27
Desmodium heterophyllum	36	*Stylosanthes scabra*	575
D. ovalifolium	84		
Pueraria phaseoloides	97	Gramíneas:	
Stylosanthes capitata	71	*Axonopus compressus*	22
S. macrocephala	55	*Paspalum* spp.	32
Zornia spp.	68		
Gramíneas:			
Brachiaria spp.	100		
Panicum maximum	444		
Total	1228	Total	745

Cuadro 9. Clasificación de una colección de *Centrosema brasilianum* (130 accesiones) mediante análisis de conglomerado, con base en rendimientos de materia seca durante cinco cosechas (Quilichao 1983-1984).

Conglomerado	No. de Accesiones		Rendimiento de MS/accesión (g/m^2) Cosecha 1	2	3	4	5	Rendimientos acumulados
1	40	Rango	35-151	0-74	0-40	0-16	0	
		Media	88	38	5	2	0	130
2	19	Rango	48-161	31-110	0-36	0-27	0-20	
		Media	100	70	14	9	3	195
3	23	Rango	67-271	20-135	4-27	0-76	0-74	
		Media	131	73	13	28	17	260
4	27	Rango	76-240	44-136	13-46	15-79	0-151	
		Media	131	85	22	49	64	350
5	18	Rango	89-182	38-156	15-50	18-120	33-156	
		Media	134	102	32	69	95	430
6	3	Rango	148-203	64-204	18-48	44-131	78-187	
		Media	170	130	36	92	150	575



	CONGLOMERADO 4 (5 acc.)	CONGLOMERADO 5 (10 acc.)	CONGLOMERADO 3 (8 acc.)	CONGLOMERADO 6 (6 acc.)	CONGLOMERADO 7 (6 acc.)	CONGLOMERADO 1 (11 acc.)	CONGLOMERADO 8 (6 acc.)	CONGLOMERADO 2 (16 ac.)
Producción de MS:	Alto	Muy alto	Intermedio	Alto	Bajo	Intermedio	Muy alto	Muy bajo
No. de nudos Enraizados:	Muy alto	Alto	Alto	Intermedio	Intermedio	Muy bajo	Intermedio	Muy bajo

Figura 8. **Clasificación de una colección de *Centrosema macrocarpum* (67 accesiones) mediante análisis de conglomerado con base en producción de materia seca y No. de nudos enraizados.**

- Se puede observar una considerable variación morfológica en la colección de Pueraria phaseoloides, donde las accesiones de la var. subspicata sobresalen debido a sus folíolos lobulados mas estrechos y baja productividad. La resistencia a la sequía es excelente en estos tipos.

- En la colección de Panicum maximum (444 accesiones) se evidencia una considerable diversidad morfológica en la parte de la colección originaria de Africa del Este.

- La colección de Stylosanthes scabra también muestra una variación muy grande, no sólo en términos de morfología de la planta, sino también con respecto a la época de floración, resistencia a la antracnosis, vigor y potencial de producción de semilla.

Evaluación agronómica

El Cuadro 10 muestra los resultados finales de la evaluación agronómica de 15 accesiones seleccionadas en Zornia glabra. Aunque no hay mucha variación entre las accesiones en términos de rendimientos de materia seca, las accesiones CIAT 8278, 8279 y 8283 mostraron un comportamiento superior a la accesión testigo CIAT 7847. El porcentaje de hojas en la MS osciló entre 32 y 52%; vale la pena anotar las concentraciones generalmente altas de proteína cruda y P en las hojas.

Los resultados de un ensayo de evaluación agronómica de seis accesiones seleccionadas de Dioclea guianensis se presentan en el Cuadro 11. No se observaron diferencias mayores con respecto a los rendimientos de MS, porcentaje de hojas en la MS, número de nudos estoloníferos enraizados y valor nutricional. Todas las accesiones son trepadoras vigorosas, muy bien adaptadas a los suelos ácidos e infértiles y presentaron una notable resistencia a la sequía. Sin embargo, su aceptabilidad por el ganado probó ser muy baja durante una prueba de pastoreo realizada al final del ensayo.

PLANES FUTUROS

El trabajo de multiplicación y caracterización continuara en forma rutinaria. También se proyecta para 1986 continuar con las actividades de coleccion de germoplasma en el Sureste Asiatico (Indonesia) y América tropical (México, Venezuela). Todos los viajes se planificarán y realizarán eventualmente en colaboración con las respectivas instituciones nacionales.

Cuadro 10. Producción de materia seca y valor nutritivo de 15 accesiones de *Zornia glabra* in CIAT-Quilichao.

Accesión No.	Rendimiento de MS acumulado (g/m^2)[1]	% de Hojas en MS[2]	Concentración en hojas (%)[3] Proteína cruda	P	Ca
8278	1454 a[4]	41 cdef	24.3	0.28	0.79
8279	1348 ab	44 cd	26.7	0.32	0.73
8283	1274 abc	43 cde	25.7	0.31	0.83
8346	1216 bcd	41 def	24.6	0.33	0.72
8307	1212 bcd	36 gh	25.2	0.33	0.64
281	1089 cde	32 h	27.3	0.34	0.83
8297	1051 cde	45 cd	23.5	0.31	0.73
278	1038 cde	52 a	26.7	0.34	0.81
7847	1035 cde	51 ab	23.4	0.28	0.88
8308	1020 de	42 cdef	26.7	0.35	0.65
8343	1013 def	39 efg	24.4	0.32	0.72
255	1001 ef	37 efg	26.1	0.32	0.75
8273	927 ef	43 cdef	26.0	0.36	0.71
280	924 ef	43 cdeT	25.4	0.35	0.68
283	774 f	46 bc	26.2	0.36	0.74

1/ Nueve cosechas a intervalos de 3 meses.
2/ Media de 5 cosechas.
3/ Media de 6 cosechas.
4/ Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $P < 0.05$.

Cuadro 11. Evaluación de *Dioclea guianensis* durante 18 meses en CIAT-Quilichao: rendimiento de MS acumulado, porcentaje de hojas, hábito de crecimiento estolonífero y valor nutritivo de 6 accesiones seleccionadas.

Accesión No.	Rendimiento de MS acumulado (g/m^2)	% de hojas en MS[2]	No. de nudos enraizados[1]	Concentración en hojas (%)[2] Proteína cruda	P	Ca
8193	1086 a	56	18.4 ab	17.2	0.13	0.49
9311	1068 a	61	9.2 b	17.9	0.15	0.44
7351	1029 a	57	14.4 a	18.3	0.14	0.46
7801	1028 a	56	14.4 a	18.1	0.13	0.52
828	806 ab	60	19.2 ab	17.8	0.15	0.62
8008	635 b	54	25.6 a	19.7	0.15	0.53

1/ Seis cosechas a intervalos de 3 meses.
2/ Media de 3 cosechas.
3/ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente a un nivel de $P < 0.05$.

Fitomejoramiento

INTRODUCCION

Durante 1985 la Sección de Fitomejoramiento continuó sus avances en los proyectos de mejoramiento genético en Stylosanthes guianensis y Andropogon gayanus. Se iniciaron este año proyectos colaborativos: sobre Zornia latifolia con la Sección de Fitopatología y sobre Centrosema spp. con la Sección de Microbiología.

El objetivo global de la Sección es doble: primero se busca producir, mediante la recombinación genética dirigida y la selección, genotipos mejorados en un número limitado de las especies claves del Programa. Además aspiramos generar información útil sobre la genética y el fitomejoramiento en especies de plantas que son esencialmente desconocidas desde el punto de vista del fitomejoramiento. Se justifica la generación de esta información para mejorar la eficiencia y efectividad de los proyectos actuales y futuros de fitomejoramiento en el CIAT. Pero más aún, esta información debe ser directamente transferible a los programas nacionales de fitomejoramiento cuando éstos se desarrollen.

GENETICA Y MEJORAMIENTO

Andropogon gayanus

Se inició en 1983 un proyecto de selección orientado hacia la producción de una variedad sintética de A.gayanus de estatura baja con dos objetivos principales: (i) mejorar la compatibilidad del A. gayanus con leguminosas bien adaptadas pero de moderado vigor (ej. Stylosanthes capitata y S. macrocephala; y (ii) mejorar la facilidad de manejo del A. gayanus bajo pastoreo.

Los clones seleccionados originalmente en 1983 de las parcelas de introducción de germoplasma en CIAT-Quilichao y luego evaluados en ensayo con repeticiones vegetativas en Quilichao (Informe Anual 1984) han sido ahora evaluados también en Carimagua. Las progenies "policross" de estos clones fueron evaluadas tanto en CIAT-Quilichao como en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) Carimagua. Esta serie de ensayos buscó evaluar la estabilidad del carácter de baja estatura a través de ambientes y a través de una generación de reproducción sexual.

Los resultados de estos ensayos demuestran una situación más compleja de la que originalmente se anticipó. La estatura de planta fue muy consistente entre clones a través de dos períodos de evaluación en CIAT-Quilichao (r = 0.87). Sin embargo, el comportamiento, tanto de los clones como de las progenies, fue algo diferente en CNIA Carimagua que en Quilichao. Primero, la altura promedia de planta fue mucho mayor en CNIA-Carimagua que en CIAT-Quilichao (Cuadro 1), debido probablemente a una mayor tasa de crecimiento inducida por mayor temperatura ambiental y mayor disponibilidad de humedad en Carimagua que en Quilichao. Además, la correlación entre las dos localida-

Cuadro 1. Altura de planta de clones parentales de Andropogon gayanus seleccionados por estatura baja y de su progenie "policross", en Quilichao o Carimagua.

Identificación del Genotipo	Clon Parental		Progenie	
	Quilichao	Carimagua	Quilichao	Carimagua
01	146.8	-	157.4	203.3
03	157.0	153.3	149.6	163.1
04	142.0	244.7	140.0	186.6
05	160.3	248.7	151.1	189.4
06	139.5	170.0	133.7	-
07	164.4	248.7	149.6	183.9
08	149.6	180.7	141.3	164.9
09	93.5	187.7	140.8	144.4
10	158.1	236.0	151.6	180.3
11	146.6	180.7	140.9	174.5
12	144.3	198.0	132.6	163.0
13	150.9	173.3	136.7	161.9
14	155.6	212.3	146.1	187.8
17	145.2	194.7	135.9	186.4
18	153.9	204.0	136.9	202.7
19	146.2	194.0	129.5	179.6
Media de Selecciones	147.1	201.8	142.1	178.1
CIAT 621			194.5	213.5
Correlación entre localidades:	r = 0.34 (n = 15)		r = 0.31 (n = 15, sin CIAT 621)	
			r = 0.56 (n = 16, con CIAT 621)	

des a través de genotipos fue baja (r = 0.34 ó 0.31 para clones o progenies, respectivamente).

Esta correlación baja se debe, en parte, al rango estrecho de genotipos evaluados. La accesión CIAT 621 fue incluída como testigo en el ensayo de progenies tanto en el CNIA-Carimagua como en CIAT-Quilichao. El CIAT 621 resultó ser más alto que cualquiera de las progenies en ambas localidades (Cuadro 1). Cuando se incluye el CIAT 621 en el análisis de correlación, el coeficiente de correlación a través de localidades aumenta sustancialmente (de r = 0.31 a r = 0.56). Se puede concluir, sin embargo, que los resultados de CIAT-Quilichao no son extrapolables directamente a las condiciones de Carimagua.

La correlación entre el clon parental y la progenie fue moderadamente alta tanto en Quilichao como en Carimagua (r = 0.31 ó 0.58, respectivamente), lo que sugiere que una continuación de la selección debe ser efectiva en reducir la altura de la planta.

A pesar de ser ahora más complejo el panorama, un resultado concreto ya se

logró luego de un solo ciclo de selección y recombinación: tenemos en estos materiales genotipos sustancialmente más bajos que el estándar CIAT 621. Muchas de las progenies contienen plantas aparentemente productivas y de alta proporción hoja:tallo.

Se están seleccionando plantas individuales dentro de las progenies del primer ciclo de recombinación con base en evaluación visual de su estatura, vigor (rendimiento de forraje) y relación hoja:tallo. Un total de 200 clones darán inicio a un segundo ciclo de selección. Luego de una propagación vegetativa, estos genotipos serán evaluados en el CNIA-Carimagua y en CIAT-Quilichao y en esta última localidad se producirá semilla de progenies "policross" para pruebas de progenie.

Stylosanthes guianensis

La actividad principal de la Sección de Fitomejoramiento sigue siendo el proyecto de mejoramiento en S. guianensis cuyo objetivo es el de desarrollar genotipos con resistencia estable a plagas y enfermedades combinada con niveles aceptables de rendimiento de semilla.

Se formó una serie inicial de cruces en forma dialélica entre 10 líneas parentales durante el año 1982 utilizando parentales seleccionados con base en su persistencia en ensayos en Carimagua durante 1979 a 1981. Aunque se tengan actualmente más de 500 cruces involucrando más de 54 accesiones parentales, las progenies de la primera serie dialélica de cruces representan los materiales más avanzados.

Se han tomado tres procedimientos en el manejo de las generaciones segregantes en esta primera serie de cruces -el de avance genealógico, el de avance masal y el de la selección natural- con el fin de poder comparar la efectividad de métodos diferentes de mejoramiento en S. guianensis al tiempo que se están generando genotipos mejorados. Se están probando y refinando metodologías mejoradas las cuales se están incorporando dentro del desarrollo principal del proyecto de fitomejoramiento.

El proyecto de mejoramiento en S. guianensis tuvo avances significativos durante el año 1985 con la siembra de un ensayo grande de selección en Carimagua para la evaluación preliminar de más de 1000 líneas provenientes de los cruces hechos desde 1982. Estas líneas incluyen poblaciones F_2 y F_3 masal y familias F_3 y F_4. En un experimento de selección natural se muestreó la población base de S. guianensis y se iniciaron los tratamientos de pastoreo. Los estudios básicos sobre caracteres marcadores y tasas de cruzamiento en S. guianensis que se llevan a cabo a través de los últimos años están dando su fruto ahora: un esquema de selección recurrente sistemático que permite recombinación genética masiva se ha avanzado desde una etapa teórica a su aplicación práctica a nivel de campo.

Cruces Dialélicos Iniciales

Avance por selección genealógica

Durante 1983 se establecieron las 45 poblaciones F_2 que resultaron de la serie dialélica de cruces realizados con 10 líneas (accesiones) parentales en un ensayo agronómico de parcelas pequeñas en Carimagua. Cantidades limitadas de semilla F_3 fueron cosechadas de progenies seleccionadas para establecer un vivero de plantas F_3 espaciadas en Quilichao en 1984. En este vivero se sembraron un total de 454 individuos F_3 los cuales derivan predominantemente de 5 de los 45 cruces (aunque hubo representantes de 33 de los 45 cruces). Se cosecharon estas plantas F_3 individualmente a través de un período de seis meses entre agosto de 1984 hasta enero de 1985 para producir semilla de familias F_4. Donde se obtuvo suficiente semilla (> 1 gramo) se establecieron

las familias F_4 en un ensayo agronómico de parcelas pequeñas en Carimagua en mayo de 1985. Se incluyó en este ensayo un total de 392 familias F_4. Se están evaluando estas familias visualmente por reacción a la antracnosis y al barrenador del tallo, precocidad relativa (época de floración) y producción de semilla y forraje. Ya para finales de la época seca se proyecta hacer selección de unas 50 progenies F_4 para producir de ellas un mínimo de 1 kg de semilla durante 1986 para poder establecer ensayos de pastoreo de pequeñas parcelas en Carimagua en 1987. Se realizará la multiplicación de semilla en CIAT-Quilichao. Para reducir de 10 a 20 el número de progenies que entran a ensayos bajo pastoreo se tomará en cuenta el desempeño de los materiales en el segundo año en Carimagua, además de datos de rendimiento de semilla en las parcelas de multiplicación en Quilichao.

La línea de selección por genealogía ha mantenido plenamente la cronología de actividades propuesto en el Informe Anual de 1982. Inclusive están bajo evaluación en Carimagua aproximadamente tres veces el número de familias F_4 de lo que se había proyectado originalmente.

Avance masal

Con la misma serie dialélica de cruces se inició en 1983 un proyecto de avance masal con el fin de investigar el potencial de este método, sencillo y barato, de selección y particularmente con miras a mejorar potencial de rendimiento de semilla cosechable. Se presume que, además de potencial de rendimiento de semilla en sí, el procedimiento de avance masal resulte en mejoras en la resistencia al perforador de botones (Stegasta sp.), plaga que disminuye drásticamente los rendimientos de semilla en Carimagua.

La población masal inicial fue formada con la mezcla de cantidades iguales de semilla F_2 de todos los cruces del dialélico. Para 1985 ya se han completado dos ciclos de selección por cosecha masal de esta población. La población masal F_2 se dividió en 12 subparcelas las cuales se cosecharon en 12 fechas distintas a través de un período de 6 meses entre octubre de 1983 y marzo de 1984. Las 12 subpoblaciones que resultaron fueron sembradas separadamente en la generación F_3 en 1984 y fueron cosechadas siguiendo la misma programación que en la generación F_2, así manteniendo las 12 subpoblaciones.

Los rendimientos de semilla de estos materiales no han sido altos, particularmente para las cosechas entre mediados de noviembre hasta finales de enero. Sin embargo, da esperanzas el resultado que los rendimientos fueron sustancialmente mayores en la segunda que en la primera generación (Cuadro 2).

Las subpoblaciones masales F_4 fueron sembradas en Carimagua en mayo de 1985 y se comenzó la serie de cosechas el 18 de octubre. Debido a lo bajo de los rendimientos entre noviembre y enero, las subpoblaciones 4 a 9 se juntaron para establecer este año una pequeña parcela de precocidad intermedia. Parece posible que estos genotipos de precocidad intermedia desaparezcan por completo debido a tan bajas producciones de semilla.

Cien líneas F_4 derivadas de las subpoblaciones del avance masal están bajo evaluación en ensayo agronómico en Carimagua en 1985. Como observación general, estas líneas parecen vigorosas y muchas muestran alto potencial de rendimiento de semilla, lo que se esperaría: las plantas más grandes, con mayor rendimiento de semilla contribuirían mayormente a la generación siguiente. Además, aunque las subpoblaciones se están volviendo más uniformes en términos de precocidad relativa, siguen siendo altamente heterogéneas en cuanto a otras características, lo cual debe

Cuadro 2. Rendimiento de semilla de Stylosanthes guianensis del primero a segundo ciclo de avance masal.

Subpoblación	Fecha aproximada de cosecha	Rendimiento de Semilla Primer Ciclo	Rendimiento de Semilla Segundo Ciclo	% de aumento del primero al segundo ciclo
		------ kg/ha -------		%
1	01 Octubre	0.43	9.07	2009.3
2	15 Octubre	4.38	19.69	349.5
3	29 Octubre	3.48	8.28	137.9
4	14 Noviembre	0.08	0.60	650.0
5	26 Noviembre	0.13	0.06	-53.8
6	10 Diciembre	0.12	0.04	-66.7
7	26 Diciembre	0.15	0.09	-40.0
8	08 Enero	0.12	1.27	958.3
9	21 Enero	0.36	0.19	216.7
10	04 Febrero	0.36	6.02	1572.2
11	18 Febrero	0.26	10.11	3788.5
12	04 Marzo	1.33	5.38	304.5

dar oportunidad para reselección dentro de poblaciones. Sin embargo, parece ser que la presión de selección por resistencia a la antracnosis no es suficiente en este sistema de avance masal (cualquier planta que tiene suficiente resistencia para producir semilla en Carimagua en el primer año de establecimiento, puede contribuir a la generación siguiente). Y así no se están obteniendo líneas con suficiente resistencia a la antracnosis. Algunas de las líneas derivadas del proyecto de avance masal pueden ser de valor directo en ecosistemas como el de bosque tropical donde la presión de la antracnosis no es tan fuerte, o como parentales el proyecto de cruzamiento como fuente de genes para alto rendimiento de semilla.

Así como con el proyecto de selección por genealogía, el proyecto de avance masal ha superado las proyecciones hechas en el Informe Anual de 1982. Se está manteniendo mayor número de subpoblaciones y la obtención de líneas para evaluación agronómica se comenzó antes de lo originalmente programado.

Selección natural

Durante 1984 se estableció en Carimagua un ensayo de selección natural (de cuatro Ha, bajo pastoreo) con dos objetivos principales: primero, se busca obtener líneas de S. guianensis persistentes y altamente adaptadas al ambiente de la pastura bajo pastoreo. Se busca además estudiar los efectos de la selección natural sobre una población altamente heterogénea formada por la mezcla de semilla F_2 de la mayoría de los cruces diálélicos. Se va a dejar actuar la selección natural sobre la población heterogénea de S. guianensis bajo seis condiciones ambientales distintas, las cuales están definidas por una combinación factorial de dos asociaciones (con sabana nativa vs. con A. gayanus) y tres cargas (alta vs. intermedia vs. baja).

La semilla de S. guianensis se sembró a razón de 1 kg/ha aproximadamente, o

bien en surcos preparados en la sabana nativa, o bien en asociación con A. gayanus.

Hubo una disminución de la población inicial de semilla de aproximadamente un 90% durante la fase de establecimiento. Las plantas sobrevivientes fueron muestreadas en junio de 1985, aproximadamente un año después de la siembra, y antes de imponer los tratamientos de pastoreo. Estas plantas representan la población inicial establecida y sirven de base para comparación de los cambios en la población a través del tiempo bajo pastoreo.

Se proyecta muestrear los seis tratamientos definidos por asociación y carga cada año para poder documentar los cambios genéticos en la población de S. guianensis que persiste a través del tiempo.

Los tratamientos de pastoreo comenzaron en junio de 1985 con una carga inicial promedio de uno o dos bovinos, de 150 kg, por hectárea en la asociación de sabana nativa o A. gayanus, respectivamente. Presiones de pastoreo alta o baja son de un 25% mayor o un 25% menor, respectivamente, que la carga promedia (Cuadro 3). Debido a un crecimiento muy vigoroso del A. gayanus, se introdujeron animales adicionales seis semanas después del inicio del pastoreo para aumentar la carga promedia en esta asociación a cinco animales por hectárea. Luego la carga promedia se redujo a tres animales por hectárea en la asociación con A. gayanus. Los tratamientos de carga son pastoreadas con una rotación de 7 días de ocupación y 14 días de descanso. El mismo grupo de animales pastorea siempre la misma asociación. Los efectos de las diferentes cargas, aunque no estén todavía medidas, son obvios.

Cruces Nuevos

Luego de la primera serie dialélica de 45 cruces, se ha realizado un total de 494 cruces adicionales. La estrategia con estos nuevos cruces es la de seleccionar intensivamente entre diferentes cruces en la generación F_2 ó F_3 masal y luego concentrar la selección dentro de cruces seleccionados en las generaciones siguientes. Debido a la diversidad tan amplia entre las accesiones parentales, la variación entre poblaciones F_2 ó F_3 masal es mucho mayor que la variación residual dentro de poblaciones.

Setenta cruces nuevos fueron establecidos como transplantes en parcelas en Quilichao en 1984 para cosecha de semilla F_3 masal en poblaciones F_2. Se hizo más de una cosecha en cada población F_2 y resultaron 236 progenies F_3 masal, las cuales fueron incluídas en un ensayo agronómico en

Cuadro 3. Carga animal en asociaciones con sabana nativa o con Andropogon gayanus de una población heterogénea de Stylosanthes guianensis.

Asociación	Fecha de Iniciación	Carga animal*		
		Alta	Intermedia	Baja
Sabana nativa	14-V-85	1.25	1.00	0.75
Andropogon gayanus	14-V-85	2.50	2.00	1.50
	04-VI-85	6.25	5.00	3.75
	06-VIII-85	3.75	3.00	2.25

* Número de bovinos por hectárea con peso inicial de aproximadamente 150 kg.

Carimagua en 1985.

Ahora parece factible producir suficiente semilla F_2 (mínimo 1 gramo, lo que equivale a aproximadamente 450 semillas) sobre plantas F_1 en el invernadero para llevar las poblaciones F_2 directamente al nivel de ensayo agronómico, de siembra directa, en Carimagua. Así, se elimina la necesidad de multiplicar semilla en la generación F_2 en Quilichao y se ahorra un año completo en el proceso de evaluación y selección. En 1985 fueron incluídos un total de 192 cruces nuevos, como poblaciones F_2, en un ensayo agronómico en Carimagua.

En este momento (diciembre, 1985) hay más de 200 cruces a nivel de planta F_1 en el invernadero para producción de semilla F_2.

Los cruces hechos hasta la fecha incluyen entre sus progenitores un total de 54 accesiones de la colección de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

Los procedimientos seguidos con los nuevos cruces en las generaciones tempranas se detallan en el Cuadro 4.

Selección Recurrente

A partir del año 1982 se viene trabajando en la Sección en la investigación sobre herencia de posibles marcadores genéticos y en la estimación de niveles de cruzamiento natural en *S. guianensis*. Estas investigaciones están ahora dando fruto con la implementación a nivel de campo de un esquema de selección recurrente como se propuso en el Informe Anual del año pasado. Este esquema trae la oportunidad de lograr una recombinación genética masiva, necesaria para obtener mejoras radicales en caracteres cuantitativos tales como resistencia a plagas y enfermedades y rendimiento de semilla. Este procedimiento de selección recurrente puede implementarse a nivel práctico de campo, ya que se aprovecha del cruzamiento natural en vez de las tediosas polinizaciones manuales para lograr la fase de recombinación genética. El sistema requiere un marcador fácilmente identificable. Se está utilizando un contraste en el color de flor, amarilla vs. blanca.

Durante 1984 se sembraron sistemáticamente dentro del vivero F_3 en CIAT-Quilichao más de 100 plantas de flor blanca (recesivo homocigote). Las progenies resultantes de la polinización abierta de 97 de estas plantas de flor blanca fueron transplantadas en CIAT-Quilichao este año con aproximadamente 45 ó 90 plantas por progenie según disponibilidad de semilla. Se incluyó más de 6.000 plantas en esta siembra. Estas progenies son predominantemente de flor blanca, pero contienen algunos individuos de flor amarilla. A medida que se puede identificar color de flor de estas plantas, las de flor blanca (resultantes de la autopolinización) son eliminadas, dejando así sólo las plantas de flor amarilla. Estas plantas de flor amarilla son resultado de cruzamientos con plantas de flor amarilla que ocurrieron en el vivero en 1984. Son equivalentes a plantas F_1 (ó So). Hasta el 20 de octubre habían florecido un total de 5.355 plantas de las cuales 350 (6.5%) eran de flor amarilla (resultantes de cruzamiento). El número de los cruces identificables dentro de las distintas progenies varió de 0 (en 14 de las 97 progenies) hasta un máximo de 37.5%.

Se está cosechando semilla, equivalente a semilla F_2 (ó S_1), de estas plantas de flor amarilla. Las progenies resultantes serían incluídas en un ensayo agronómico establecido por siembra directa en Carimagua en 1986.

Debe notarse que con relativamente poca inversión de recursos se van a obtener aproximadamente 400 individuos F_1 nuevos este año. Esto representa

Cuadro 4. Procedimientos para manejo de las generaciones tempranas de los cruces en Stylosanthes guianensis.

Año	Generación	Actividad
1	F_1	Producción de semilla F_2 en planta F_1 en el invernadero. Tratar de obtener un mínimo de 1 gramo de semilla.
2 & 3	F_2	Evaluación preliminar en el campo en ensayo establecido por siembra directa en Carimagua. Cosechar pequeñas cantidades de semilla en plantas seleccionadas en poblaciones seleccionadas.
3	F_3	Vivero de plantas espaciadas para producción de semilla de familias F_4. Selección con base en rendimiento de semilla F_4 y comportamiento en el segundo año de población F_2.
4 & 5	F_4	Ensayos agronómicos en parcelas pequeñas de familias F_4 en Carimagua y otras localidades según disponibilidad de semilla (equivalentes a ensayos de Categoría II).

el doble del número promedio de cruces nuevos obtenidos por medio de polinizaciones manuales en un año, y habría sido posible aumentar aún más este número con el sencillo recurso de aumentar el tamaño de la siembra de las progenies de plantas de flor blanca. Así como debe ser en un programa de fitomejoramiento, el cuello de botella es ahora la capacidad de evaluar las nuevas recombinaciones genéticas y no la capacidad de crearlas.

Con la implementación de este procedimiento de selección recurrente práctico se ha superado un limitante mayor en el mejoramiento genético de S. guianensis. Sin embargo, el esquema tal como se está aplicando actualmente tiene todavía limitante: la identificación de los cruces dentro de las progenies de polinización abierta de las plantas homocigotas recesivas requiere el transplante de poblaciones grandes al campo, ya que el marcador (color de flor) no es atributo identificable en estado de plántula. Con un marcador confiable e identificable en estado de plántula, las plantas resultantes de cruces podrían ser identificadas dentro de progenies muy grandes en estado de plántula en el invernadero. Así, sería necesario transplantar al campo sólo los cruces para producción de semilla F_2 (S_1). Esto representaría una mejora sustancial en la eficiencia del esquema.

Estudios Adicionales

Inducción de marcador de plántula

Como no se ha encontrado dentro del germoplasma disponible un marcador, de herencia monogénica, identificable en estado de plántula, se ha embarcado un proyecto de mutaciones para inducir, aislar y caracterizar tal marcador de plántula.

Se llevó a cabo un ensayo preliminar

de dosis de radiación gamma para descubrir un rango apropiado de dosis para la inducción de mutaciones. Se aplicaron dosis de 0, 20, 40, 60, 80 y 100 krad a semilla seca de dos accesiones (CIAT 15 y CIAT 10136). Cien semillas de cada accesión fueron tratadas con cada una de las dosis en el Instituto de Asuntos Nucleares en Bogotá. Las semillas tratadas fueron pregerminadas y sembradas en bandejas plásticas en el invernadero comenzando el 30 de abril de 1985. Dos semanas después de la siembra se tomó un conteo de las plántulas sobrevivientes.

La sobrevivencia de las plántulas resultó estrechamente asociada con la dosis de radiación gamma. La dosis de un 50% de mortalidad (LD50) fue de 37.1 ó 58.8 krad para CIAT 15 ó CIAT 10136, respectivamente (Figuras 1 y 2).

Se escogió un rango de dosis entre 20 y 40 krad para un proyecto mayor para inducir y aislar un mutante de plántula. Fueron trasplantadas un total de 11.500 plántulas M_1 al campo en Quilichao el 8 de octubre. Semilla M_2 será cosechada en forma masal de estas plantas M_1, y las plántulas M_2 serán evaluadas durante 4 a 6 semanas en el invernadero para identificar plantas fuera de tipo.

Colección de Abejas Nativas

Se está formando una colección de abejas nativas encontradas sobre flores de S. guianensis para documentar posibles polinizadores en CIAT-Quilichao y en CNIA-Carimagua. La abeja doméstica (Apis mellifera) es especie común en ambas localidades por lo menos durante ciertas épocas del año. También se encuentra gran número de especies silvestres. Se están enviando muestras al USDA para su identificación. Parece ser que algunas de las especies son previamente desconocidas.

Nodulación en Accesiones de Centrosema spp.

En Mayo de 1985 se establecieron, por siembra directa en surcos preparados en sabana nativa en CNIA-Carimagua, 20 accesiones de Centrosema spp.(incluyendo 14 C. macrocarpum, 5 Centrosema sp. y 1 C. pubescens). Se utilizaron dos niveles de nitrógeno aplicado: 0 ó 20 kg/ha cada dos semanas. Ninguna de las parcelas recibió inóculo con Rhizobium para así determinar la efectividad de nodulación con cepas nativas. Con observaciones de crecimiento de la parte aérea se concluye que sólo tres de las 20 accesiones se están nodulando normalmente: CIAT 5277 y CIAT 5278, ambas accesiones de Centrosema sp. nativas a los Llanos colombianos, y CIAT 5053, una accesión de C. pubescens nativa a Venezuela. Ninguna de las accesiones de C. macrocarpum ni las accesiones brasileñas de Centrosema sp. noduló normalmente.

Se están programando cruces con base en esta información para estudiar la herencia de la efectividad de nodulación en los Llanos colombianos. Podría ser factible transferir la efectividad de nodulación de las especies nativas de Centrosema a los tipos más productivos de C. macrocarpum.

Selección por Resistencia a Enfermedades dentro de Zornia latifolia, CIAT 728

Información preliminar obtenida por la Sección de Fitopatología (Informe Anual 1984), indica que la accesión de Z. latifolia CIAT 728 es heterogénea genéticamente por reacción a la costra por Sphaceloma. Resultados obtenidos con selecciones a partir de una población inicial muy pequeña, sugieren que un proyecto mayor debe ser efectivo en la obtención de líneas de Z. latifolia con resistencia a Sphaceloma, además de resistencia a otras enfermedades.

Se transplantaron un total de 621

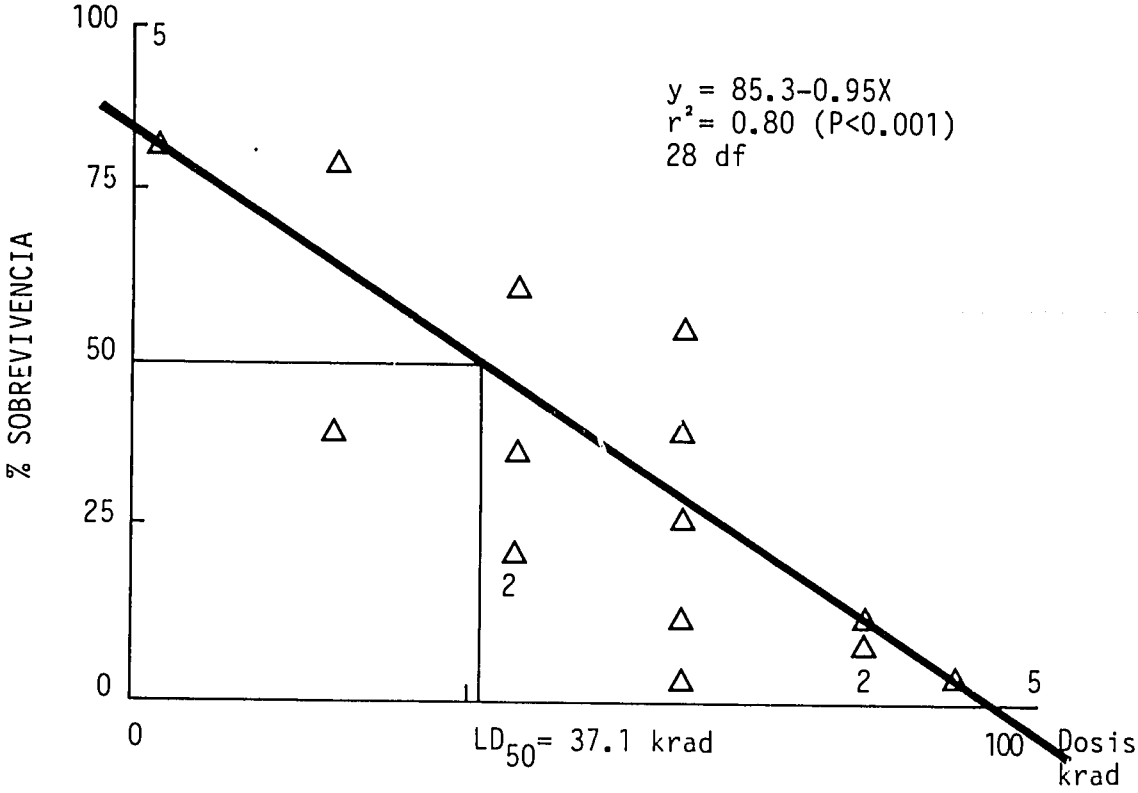


Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia vs. dosis de radiación gamma, CIAT 0015.

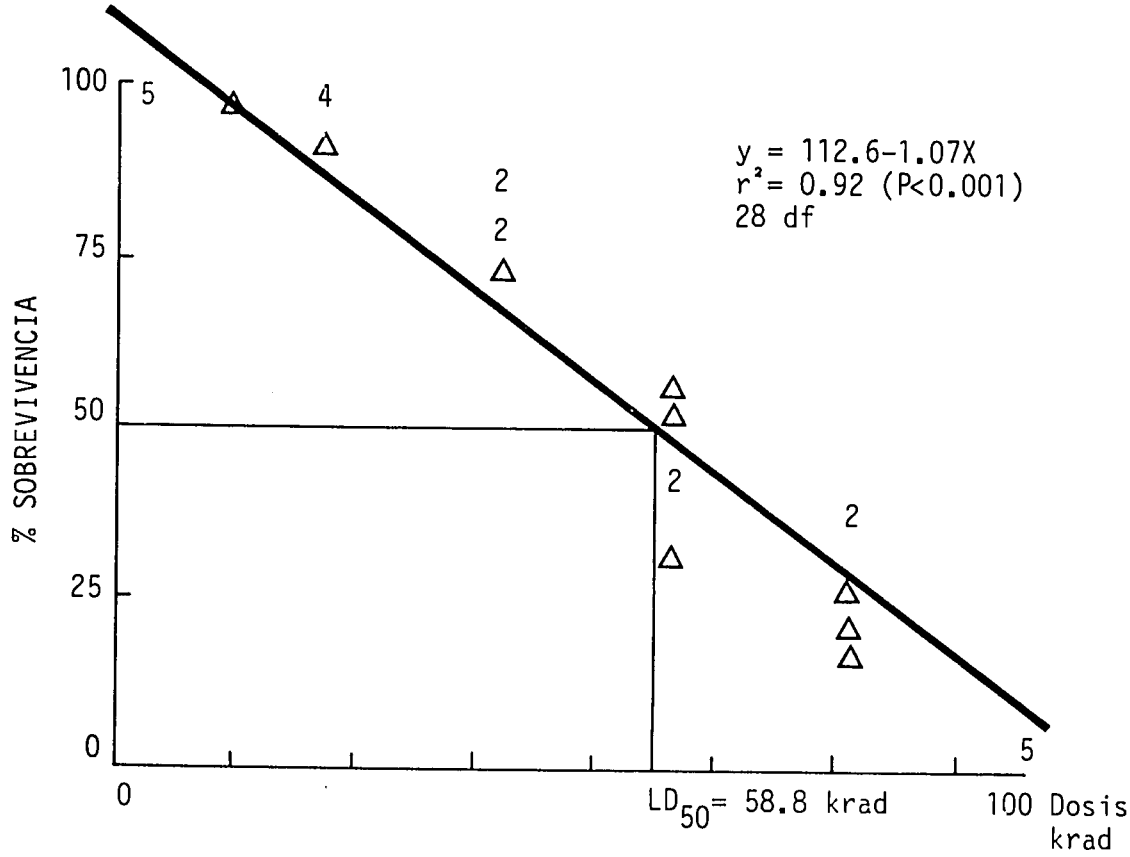


Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia vs. dosis de radiación gamma, CIAT 10136.

plántulas a 1 x 1 m el 8 de mayo de 1985. Estas plántulas provienen de 3 fuentes: (1) accesión CIAT 728, semilla provista por la Sección de Producción de Semillas (503 plantas); (2) accesión CIAT 728, semilla cosechada de plantas sobrevivientes en una pastura sembrada en 1977 de donde la Z. latifolia se había casi desaparecido (68 plantas); y (3) accesión CIAT 9199, una accesión de Z. latifolia previamente identificada como resistente a la Sphaceloma (50 plantas). Debido aparentemente a semilla contaminada, aproximadamente 50% de las plantas del CIAT 728 resultaron ser Z. glabra.

Se están evaluando las plantas en cuanto a su hábito de crecimiento y reacción a la costra por Sphaceloma, mancha foliar por Drechslera y manchas foliares por Pseudocercospora, Rhizoctonia y antracnosis, además de daños por insectos chupadores. Se está cosechando semilla en plantas individuales para poder realizar pruebas de progenies en 1986.

Hubo un rango amplio entre plantas individuales dentro de fuentes de semilla por reacción a Sphaceloma y antracnosis a principios de octubre (Figuras 3 y 4). La reacción a Sphaceloma fue mucho más leve en el CIAT 9199 que en el CIAT 728. Sin embargo, no hubo síntomas en aproximadamente la mitad de las plantas del CIAT 728, indicando así la oportunidad de seleccionar líneas con mayor resistencia dentro de esta accesión. No hubo síntomas de antracnosis en aproximadamente el 25% de las plantas del CIAT 728.

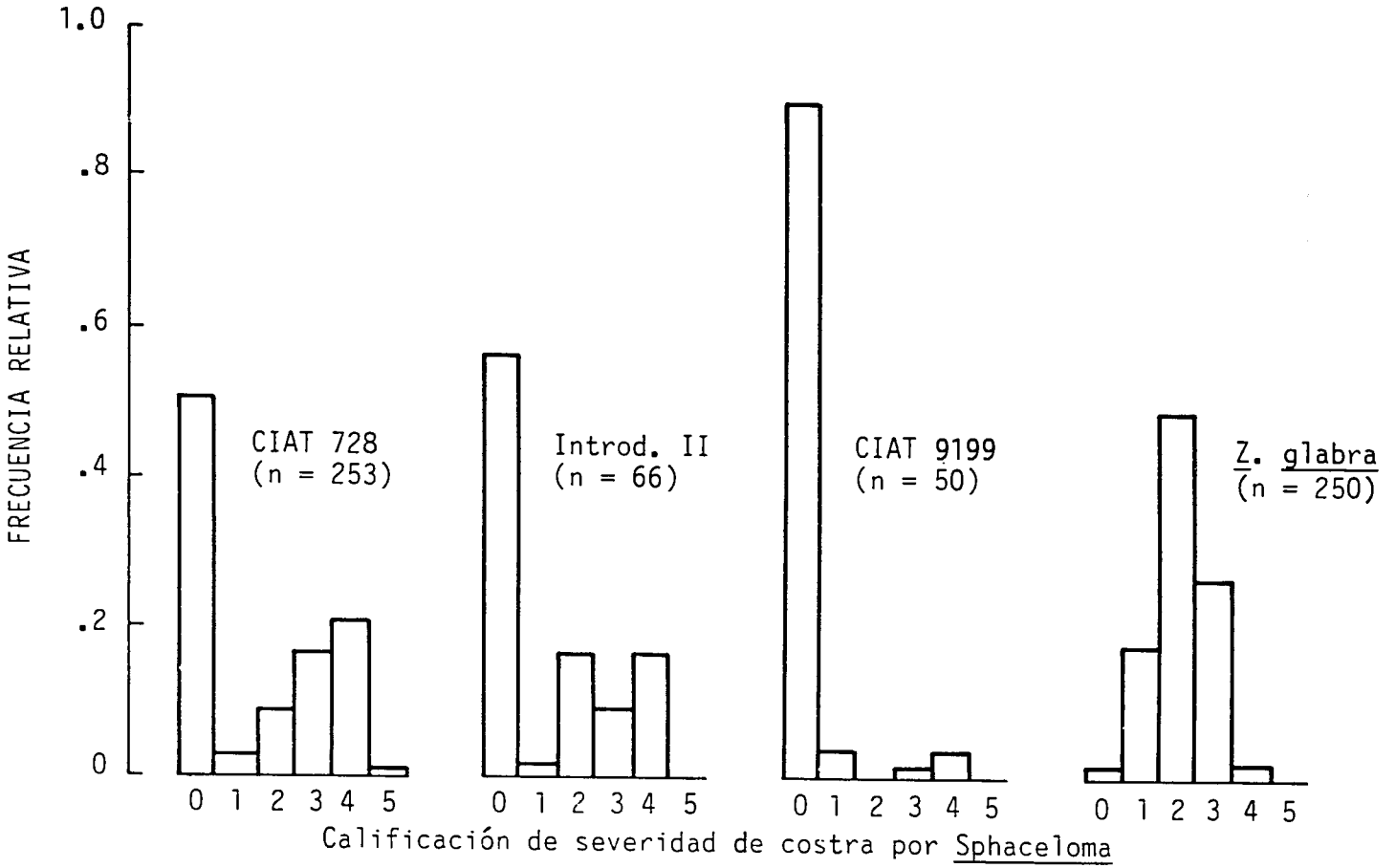


Figura 3. Frecuencia relativa de calificaciones de severidad de costra por Sphaceloma (0 = sin síntomas; 5 = planta muerta) en plantas individuales de cuatro poblaciones de Zornia spp.

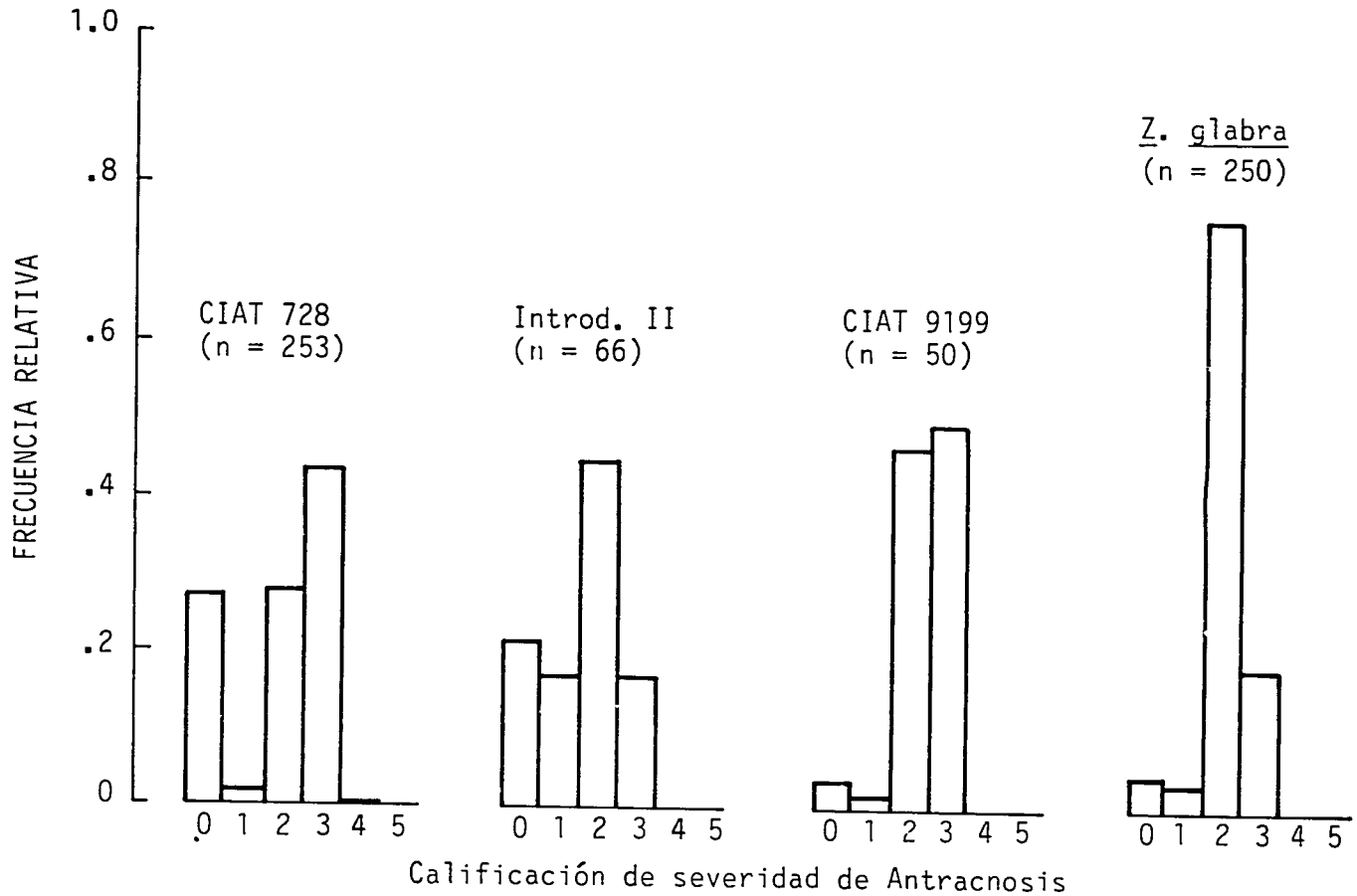


Figura 4. Frecuencia relativa de calificaciones de severidad de Antracnosis (0 = sin síntomas; 5 = planta muerta) en plantas individuales de cuatro poblaciones de Zornia spp.

Biotecnología

La principal actividad de la UIB en 1985 incluyó investigaciones en cultivos de células y tejidos para propagación clonal y para generar variabilidad genética. Estos trabajos se llevaron a cabo tanto en el CIAT como en instituciones colaboradoras.

Regeneración de Stylosanthes spp. por cultivos de tejidos

Recientemente se desarrolló en la UIB métodos para regenerar plantas de callos derivados de hojas de epicotilo y también de suspensiones celulares, en S. guianensis, S. capitata y S. macrocephala. Este año se estandarizaron las técnicas para la regeneración consistente en S. guianensis var. pauciflora (CIAT 2243) y var. guianensis (CIAT 136). Se encontró que el medio conteniendo BAP, 4 a 8 mg/L y NAA 0.5 mg/L es óptimo para inducir la formación de callo en segmentos de hojas, y BAP 0.05 mg/L, NAA 0.01 mg/L y GA 0.05 mg/L para inducir la organogenesis. Los brotes así regenerados pueden enraizar con facilidad en un medio más sencillo y transplantarse fácilmente a materos y al campo.

Variación fenotípica de las plantas regeneradas. En colaboración con la Sección de Fitomejoramiento del Programa de Pastos Tropicales (PPT) se estableció un experimento para determinar el grado de variabilidad de las plantas regeneradas a partir de cultivo de tejidos, en S. guianensis CIAT 2243, Bandeirante.

Se obtuvieron dos tipos de explante: a) segmentos de hojas (1 x 1 cm) de plantas cultivadas en el invernadero (R_0). b) Porciones de hipocotilo (0.5 x 0.5 cm) de semillas recién germinadas. Por cada tipo de explante se usaron sesenta cajas de Petri (5 x 1 cm) cada una con tres explantes. La tercera parte de los callos se transplantó a un medio regenerativo y los restantes se cultivaron en un medio específico para callos. Luego de un mes, la mitad de los callos se trasladó para regenera- ción (S_1) dejando los restantes en medio fresco para callos. Al segundo mes, la mitad de los callos se trasladó para regeneración (S_2). En total se sembraron en materas 96 plantas regeneradas (R_1) que se cultivaron hasta madurez en el invernadero.

En fecha posterior, otro grupo de 44 plantas R_1 se regeneró a partir de subcultivos S_3 y S_4 de CIAT 2243. Al mismo tiempo se sembraron también para evaluarlas, 31 plantas de CIAT 2243 regeneradas a partir de callos provenientes de hojas y 36 plantas de CIAT 136 que se habían cultivado en suspensión gama-irradiada.

Las evaluaciones preliminares de las 96 plantas R_1 de CIAT 2243, comprendieron: conteo de cromosomas de la punta de la raíz, morfología, producción de semillas y tamaño de las mismas. Se estudió también la reacción a inoculaciones con varias razas de Colletotrichum gloeosporioides.

El primer hallazgo fue que el 25% de las plantas regeneradas duplicó su número cromosómico de 2n = 20 a 4n = 40. No hubo diferencia en el porcentaje de plantas que duplicaron sus cromosomas en cada tipo de explante, pero la frecuencia de incremento de la duplicación tendió a ser mayor para los subcultivos (Cuadro 1). Algunos de los cambios morfológicos más evidentes estuvieron asociados con el aumento de la ploidía, como el caso de plantas más altas con menor número de tallos, así como yemas florales más anchas y mayor pubescencia en las plantas 4n en comparación con las 2n y los testigos (Cuadro 2 y Figuras 1 y 2). La producción de semilla es un parámetro agronómico importante en Stylosanthes. La mayor parte de los clones 2n y todos los 4n produjeron menos de 400 semillas por planta (con base en cosechas bimensuales). Unos pocos clones 2n produjeron más de 800 semillas por planta en comparación con el promedio de 300 semillas por planta en los testigos. Los clones 4n, sin embargo, produjeron semillas más grandes que los 2n y los testigos (Cuadros 3 y 4). Así, las plantas 4n produjeron menor cantidad de semillas más grandes, mientras que los somaclones diploides produjeron más semillas que los testigos. Hubo además algunos clones 2n y 4n que no formaron semillas a pesar de tener yemas florales, lo cual puede ser un caso de esterilidad.

Habida cuenta de que la antracnosis es un problema muy importante en Stylosanthes, se inocularon en total 95 somaclones 2n y 4n y seis plantas testigo, en condiciones de invernadero, con tres razas de Colletotrichum gloeosporioides. Este trabajo se hizo en colaboración con la Sección de Fitopatología del Programa de Pastos Tropicales. El Cuadro 5 muestra la evaluación de la sintomatología de la antracnosis. Los somaclones diploides y las plantas testigo mostraron en general una gama de reacciones a las razas del hongo A, de patogenicidad baja, B patogenicidad media y C, alta. Sin embargo, los somaclones tetraploides mostraron claramente una mayor tolerancia a los tres inoculantes que

Cuadro 1. Número de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243 diploides y tetraploides, regeneradas a partir de cultivos de callo, con tres tipos de subcultivos y dos de explantes.

Tipo de Explante	Subcultivo	No. de Plantas Total	2n	4n	4n %
Hoja	S_0	42	35	7	
	S_1	16	8	8	
	S_2	3	2	1	
Subtotal		61	45	16	26
Hipocotilo	S_0	27	22	5	
	S_1	3	3	0	
	S_2	5	2	3	
Subtotal		35	27	8	23

Testigo: 6 plantas = 20 cromosomas (2n).

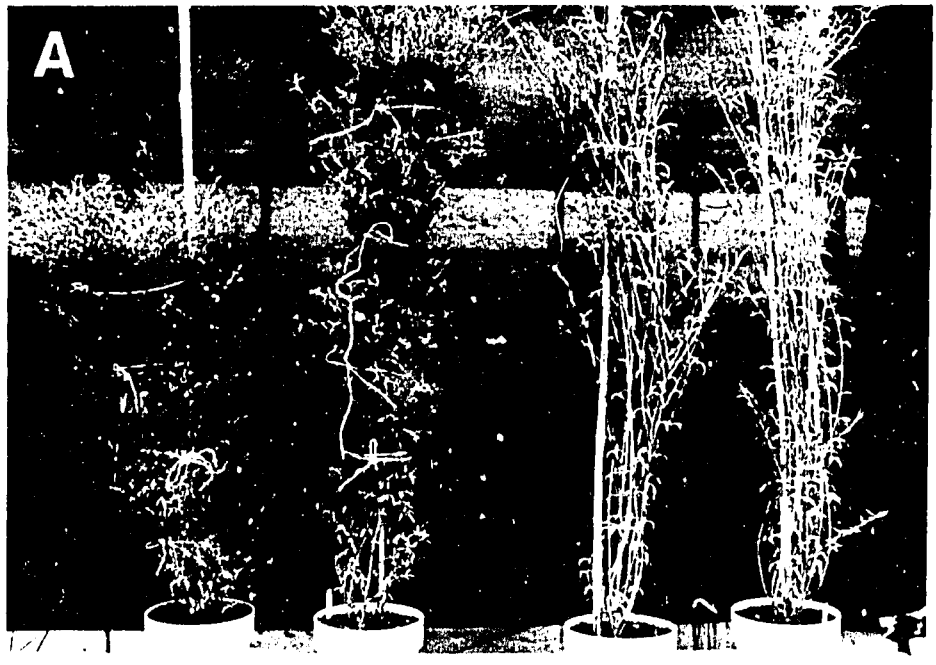


Figura 1. Variabilidad en morfología y ploidía de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243, regeneradas a partir de cultivos de callo.

A. De izquierda a derecha: Plantas testigo provenientes de semilla. Tres somaclones: diploide (2n = 20), tetraploide (4n = 40) y diploide, respectivamente.

B. Yemas florales y hojas apicales de plantas como en A. De izquierda a derecha: Testigo: 3 somaclones: diploide, tetraploide y diploide, respectivamente.

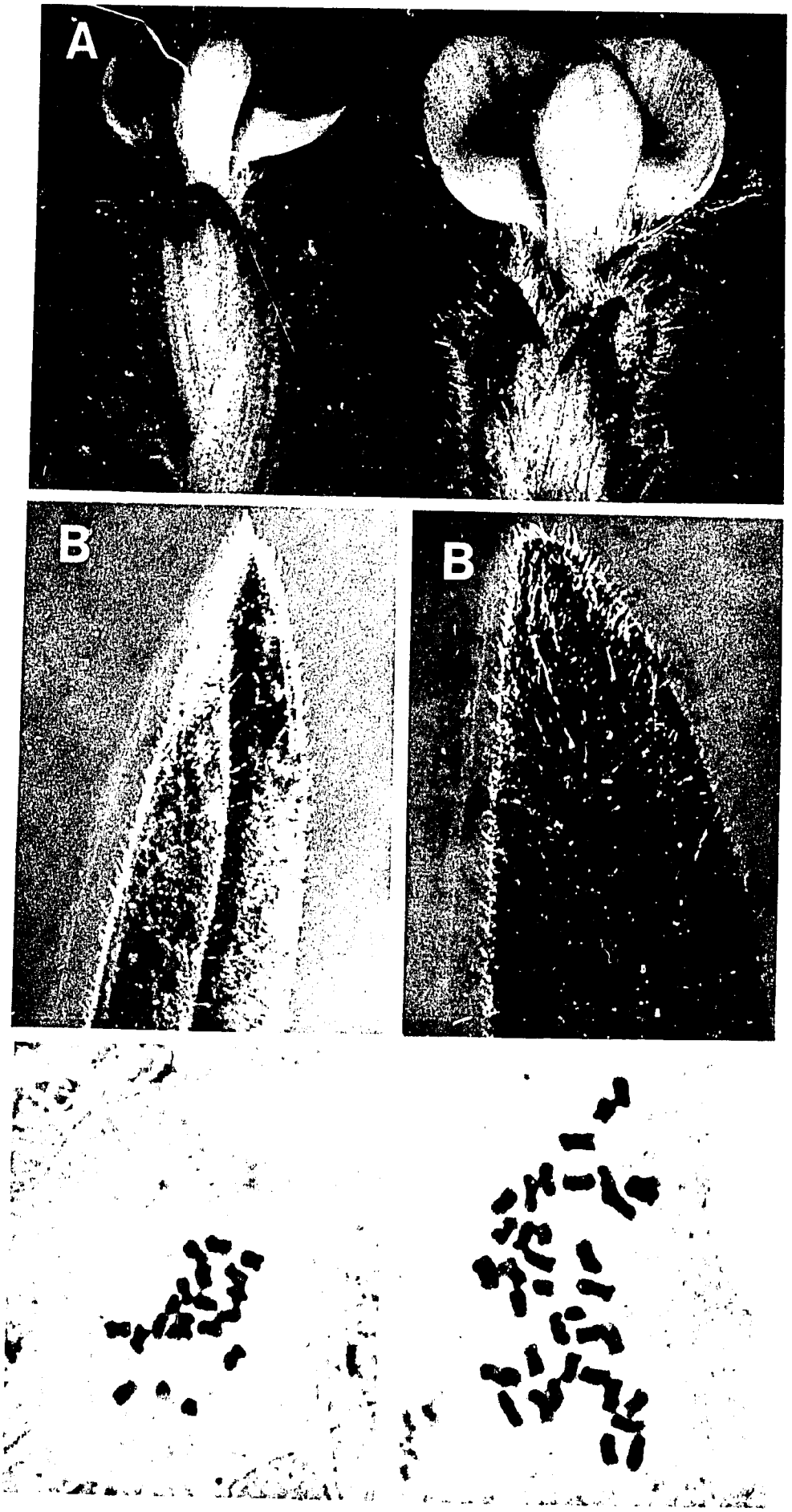


Figura 2.

Figura 2. Cambios morfológicos resultantes del aumento en ploidía de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243 regeneradas a partir de cultivos de callos.

A. Morfología de flores: Izquierda: de la planta testigo. Derecha: de somaclon tetraploide.

B. Morfología de hojas: Izquierda: de planta testigo. Derecha: de somaclon tetraploide.

Cuadro 2. Morfología de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243 regeneradas a partir de cultivos de callos en comparación con plantas testigo.

	No. de plantas	Altura de plantas	Longitud entrenudos	No. de brotes por pie	Rel. ancho/largo Hoja	Flor	Pubesc.
Testigo	6	1.2m	3.6cm	23	0.20	0.50	2
2n	72	1.3	4.5	23	0.13	0.46	3
4n	24	1.5	5.5	17	0.21	0.60	4

Evaluación en plantas de 5 meses.

+ 1 = ausente; 2 = baja; 3 = moderada; 4 = alta; 5 = muy alta.

los diploides y los testigos.

Estas fueron las primeras observaciones realizadas sobre variancia fenotípica de las plantas regeneradas de Stylosanthes, y tienen el valor de constituírse en el registro preliminar de ellas. Los cambios observados en las plantas R_1 pueden o no pasar a la R_2 (fase sexual). De otra parte, la autofecundación de plantas R_1 puede liberar la aparición en la R_2 así obtenida, de caracteres nuevos, sobre todo si son recesivos. Actualmente se está trabajando en cooperación con la Sección de Fitomejoramiento del PPT para observar en el campo las plantas de la R_1 sexual.

Cultivos de células en suspensión y protoplastos de Stylosanthes

La aplicación de las tecnologías basadas en la genética de células somáticas, depende en gran parte de la posibilidad técnica de lograr la regeneración a partir de protoplastos aislados. Hasta ahora, los reportes de cultivos de protoplastos de leguminosas son escasos y no hay información sobre resultados logrados con cultivos de protoplastos del mesófilo foliar de Stylosanthes. El tejido del mesófilo puede ser una fuente de protoplastos genéticos uniformes con buen potencial morfogenético. En el CIAT se trabajó en esta área durante este año.

Cultivo de células en suspensión. A partir de explantes de hojas fue fácil obtener cultivos de callos. Se logró producir cultivos pipeteables en suspensión a partir de callos, en un tiempo de una semana (Figura 3A). Sembradas en un medio de agar solidificado y cultivadas a la luz, las colonias produjeron abundantes brotes verdes, los que originaron plantas (Figura 3B).

Cuadro 3. Producción de semilla de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243, regeneradas a partir de cultivos de callos y distribución por ploidía.

No. de semillas por planta**	No. Total de plantas	No. de plantas 2n	4n
1 - 100	23	16	7
101 - 200	16	14	2
201 - 300	13	10	3
301 - 400	6	6	0
401 - 500	-	-	-
501 - 600	1	1	0
601 - 700	2	2	0
701 - 800	2	2	0
Total	63	51	12

\+ Semillas cosechadas durante dos meses.
Testigo n = 300 semillas.

** Hasta diciembre de 1985, nueve clones diploides y cuatro tetraploides no habían formado semillas a pesar de haber formado yemas florales.

Cuadro 4. Tamaño de semillas+ de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243, regeneradas de cultivos de callos y distribución por poliploidía.

Peso de 100 semillas (g)	No. Total de plantas	No. de plantas 2n	4n
0.24 - 0.26	46	46	0
0.29 - 0.32	6	0	0

\+ Semillas cosechadas durante dos meses.
TESTIGO: 0.26 g.

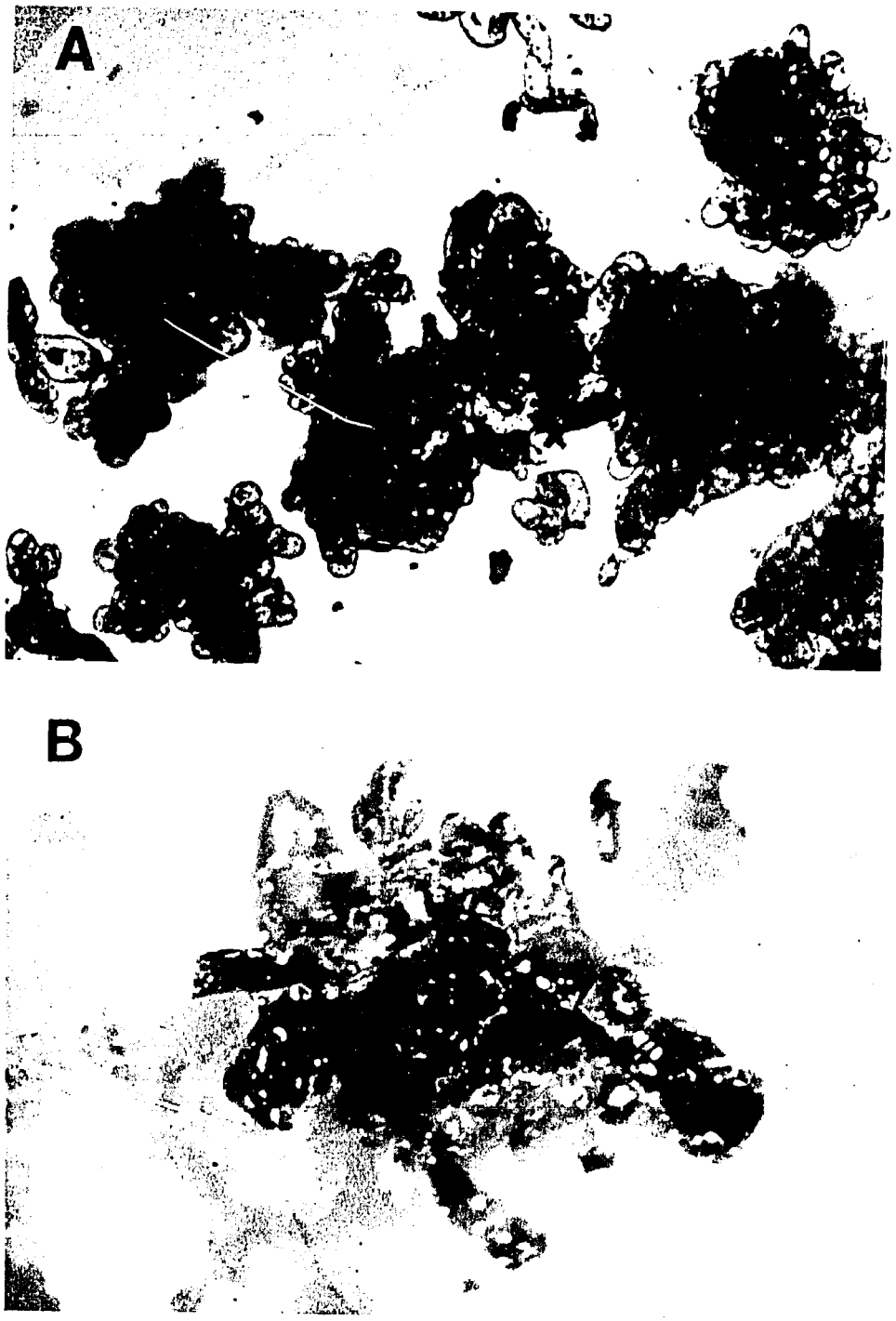


Figura 3. Regeneración de plantas de Stylosanthes guianensis CIAT 2243 a partir de suspensiones celulares.

A. Cultivo de suspensión celular mostrando grupos de células pipeteables.

B. Diferenciación de brotes a partir de colonias derivadas de suspensiones celulares.

Cuadro 5. Reacción de plantas R_1 de S. guianensis CIAT 2243, generadas a partir de cultivos de callos a la inoculación con extractos de tres razas de Colletotricum gloeosporioides en invernadero y distribución por ploidía.

Escala de reacción	(A) 46B - CPAC			(B) 2315			(C) 1808 - CPAC		
	Testigo	2n	4n	Testigo	2n	4n	Testigo	2n	4n
A	0	1	8	0	0	0	0	0	0
B	4	25	11	1	0	3	0	1	3
C	2	36	3	4	19	17	1	6	8
D	0	11	0	1	54	2	5	66	11
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A = sin daño; B = lesiones pequeñas; C = lesión mediana; D = lesiones grandes y defoliación; E = muerte de tejido.
Número total de plantas inoculadas: Testigo = 6; 2n = 73; 4n = 22. (Inoculación y evaluaciones llevadas a cabo con la colaboración de la Sección de Patología del PPT).

Aislamiento y cultivo de protoplastos. Los protoplastos se aislaron mediante el uso de pectiolasa Y23, celulasa Onozuka R_{10} y hemicelulasa para digerir las paredes de las células del mesófilo (Figura 4A) y de las células en suspensión (Figura 4B), en su orden. La producción de protoplastos fue buena cuando se utilizaron hojas nuevas totalmente expandidas, provenientes de plántulas de dos meses de edad, y cuando los cultivos celulares usados como fuente de protoplastos fueron subcultivos dos veces por semana. Luego de lavados, los protoplastos se cultivaron en un medio más complejo en el cual entre el 30 y el 50% de ellos regeneraron sus paredes celulares uno a tres días después. La primera división celular ocurrió después de 2 a 3 días de cultivo (Figura 4C). Doce días después del aislamiento se había dividido en 4% de los protoplastos en cultivo y se hizo necesario adicionar medio fresco para lograr divisiones posteriores y un crecimiento rápido de las colonias provenientes del protoplasto (Figura 4D). Cuando fueron subcultivadas en medio sólido, las colonias de CIAT 2243 produjeron callos amarillos o amarillos y verde brillante las de CIAT 136. El agente gelizante usado para solidificar el medio ejerció gran influencia sobre la eficiencia de la formación de callo a partir de colonias derivadas de protoplastos. El agar (Bacto agar Difco) fue siempre

Cuadro 6. Efecto de tres agentes gelizantes sobre las eficiencias de establecimiento de minicolonias derivadas de protoplastos de Stylosanthes guianensis.+

Agentes Gelizantes	0.8% agar	0.5% agarosa	0.15% gelrite
Eficiencia de establecimiento	2.5	31.5	55.2

+ CIAT 2243 y CIAT 136.

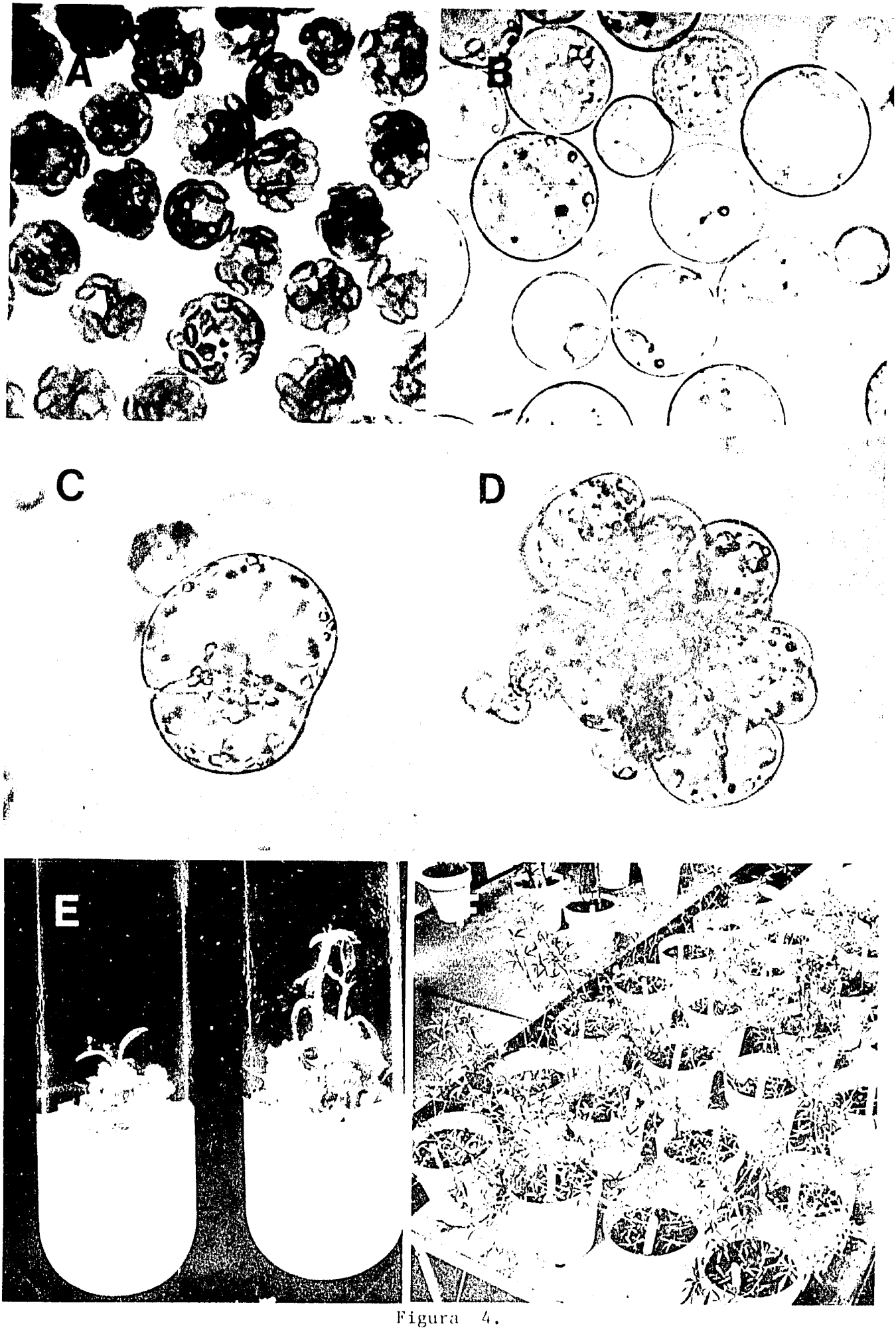


Figura 4.

Figura 4. Aislamiento de protoplastos, formación de colonias celulares y regeneración de plantas en Stylosanthes guianensis.

A. Protoplastos aislados de tejido mesofílico de CIAT 2243.
B. Protoplastos aislados de cultivos celulares en suspensión, de CIAT 2243.
C. Primera división celular en un protoplasto aislado de mesófilo.
D. Formación de colonia celular a partir de protoplastos de mesófilo.
E. Diferenciación de brotes en callos derivados de protoplastos de CIAT 136.
F. Plantas regeneradas a partir de protoplastos de CIAT 2243.

Cuadro 7. Eficiencia en dos experimentos representativos de cultivos de protoplastos de hojas.

	S. guianensis	
	CIAT 2243 (%)	CIAT 136 (%)
Frecuencia de división	6.4	5.5
Formación de colonias	1.5	2.5
Crecimiento de minicolonias en medio sólido	42.0	39.0
Formación de brotes en callos de protoplastos	32.0	46.0
No. de brotes en colonias regeneradas	3.7	5.6
Enraizamiento de brotes regenerados	84.0	80.0
Frecuencia de regeneración de plantas a partir de protoplastos	0.17	0.39

inferior a la agarosa (Sigma, Tipo VII) y al gelrite (Kelco). Esto dio similares o mejores resultados a los de la agarosa (Cuadro 6).

Regeneración de plantas a partir de cultivos de protoplastos

Los callos derivados de protoplastos se transfirieron a medio regenerativo. Luego de 2 a 4 semanas de cultivo aparecieron parches verdes que evolucionaron para formar brotes (Figura 4E).

Sobre el 40% al 50% de los callos aparecieron numerosos brotes (Cuadro 7). Cuando los protoplastos provenían de suspensiones celulares viejas, la frecuencia de regeneración fue más baja. Transplantados a un medio enraizador, cerca del 90% de los brotes regenerados formaron raíces. Las plántulas enraizadas fueron sembradas en materas y llevadas al invernadero (Figura 4F).

La probabilidad de lograr variantes a partir de cultivos de protoplastos derivados de callos puede ser alta. Un total de 31 plantas de CIAT 2243 y 66 de CIAT 136 regeneradas de protoplastos se trasplantaron al invernadero para producción de semilla y posterior evaluación en el campo.

La hibridación interespecífica de S. guianensis con otras especies de Stylosanthes (S. capitata, S. macrocephala) puede ser deseable pero no ocurre porque hay incompatibilidad. La hibridación somática puede constituir un puente que permite saltar las barreras de la incompatibilidad. Recientemente se logró en el CIAT la obtención de brotes de callos derivados de protoplastos en S. capitata.

Respuesta de suspensiones celulares de Stylosanthes al estrés patogénico

Diferentes mecanismos, algunos a nivel celular y otros a nivel de la planta completa, pueden afectar diferentes características agronómicas. Cuando un carácter se expresa en toda la planta tanto como en las células cultivadas, es posible desarrollar sistemas de selección para las alteraciones de estas funciones celulares. Si, además, la responsable primaria de la aparición de los síntomas de una enfermedad es una toxina específica, la respuesta de grandes poblaciones de células a la patotoxina o a extractos celulares menos purificados, puede usarse para seleccionar las células que toleran dicha sustancia.

En colaboración con la Sección de Fitopatología del PPT, se mezclaron diferentes concentraciones de filtrados de cultivos de Colletotrichum gloeosporioides con medio de cultivo celular. Usando este medio tóxico en cajas de Petri se sembraron suspensiones celulares de S. guianensis. Estos filtrados de C. gloeosporioides se han usado en el PPT para inocular plántulas, comprobándose su toxicidad. La necrosis y la muerte de las células cultivadas indicaron la toxicidad del filtrado del hongo en las concentraciones más altas (Figura 5). Se comparó la disminución del crecimiento de suspensiones de células en las cajas de Petri, de cuatro genotipos de S. guianensis (Figura 6). El menos sensible fue el CIAT 10136, reconocido como uno de los más resistentes a antracnosis. Entre los demás, el CIAT 2243 fue el más sensible a la toxina Q 136 y el CIAT 2312 fue muy sensible a la toxina de LVE-Seca.

Estos experimentos muestran que la tolerancia y la susceptibilidad de los distintos genotipos de S. guianensis a antracnosis se manifiesta hasta cierto punto a nivel celular. Se requieren trabajos posteriores para afinar estas correlaciones, usando cultivos de suspensión celular con miras a utilizar selecciones de células tolerantes a antracnosis.

Este informe podría facilitar la selección de recombinantes a partir de microscoporas de plantas F_1.

Transferencia in vitro de germoplasma de gramíneas tropicales

En colaboración con el PPT se transfirió del Africa al CIAT una colección de germoplasma de gramíneas en forma de cultivos de tejidos de ápices terminales, en tubos de ensayo.

Se establecieron para el efecto un total de 431 introducciones de 35 especies provenientes de cinco países africanos (Cuadro 8). Los trabajos in vitro se llevaron a cabo en el ILCA para el material procedente de Rwanda, Burundi y Etiopía, así como en la estación Cuarentenaria de Maguga, Kenya y en la Universidad de Zimbabwe. Por cada introducción se prepararon 4 ó 5 tubos de ensayo para traerlos al CIAT y cultivarlos en el laboratorio (Figura 7A). En el invernadero se establecieron plántulas en potes para observación fitosanitaria antes de multiplicarlas en el campo (Figura 7C).

Identificación de genotipos mediante electroforesis

La financiación del proyecto del IDRC cubre también el desarrollo de técnicas electroforéticas para la caracterización de germoplasma de leguminosas, inclusive Stylosanthes, Desmodium, Zornia y Centrosema.

Recientemente se inició en la Universidad de Manitoba, Winnipeg, Canadá, la investigación con introducciones de Stylosanthes. La Figura 8 muestra seis introducciones diferentes de S. capitata, discriminadas con base en la separación de las proteínas de las semillas en gel poliacrilamida.

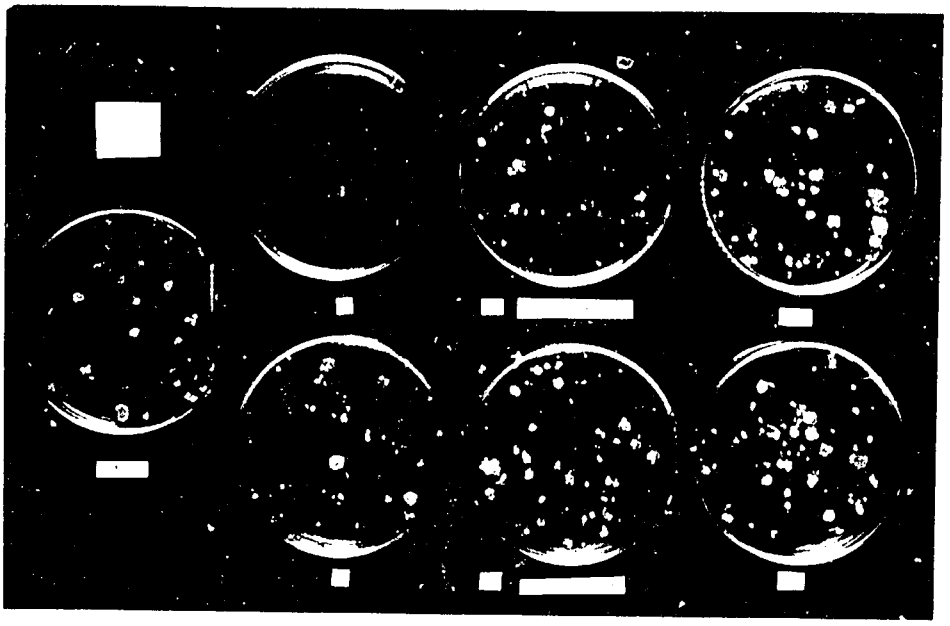


Figura 5. Efecto del filtrado de un cultivo de Colletotrichum gloeosporioides con medio celular cultivado, sobre la eficiencia de establecimiento de suspensiones celulares de S. guianensis.

Arriba: Incremento gradual, de izquierda a derecha, de la eficiencia de establecimiento con dilución del filtrado fungoso.

Abajo: Efecto mínimo del medio usado para cultivo fungoso sin la toxina.

Testigo: Medio estándar para la formación de la colonia celular.

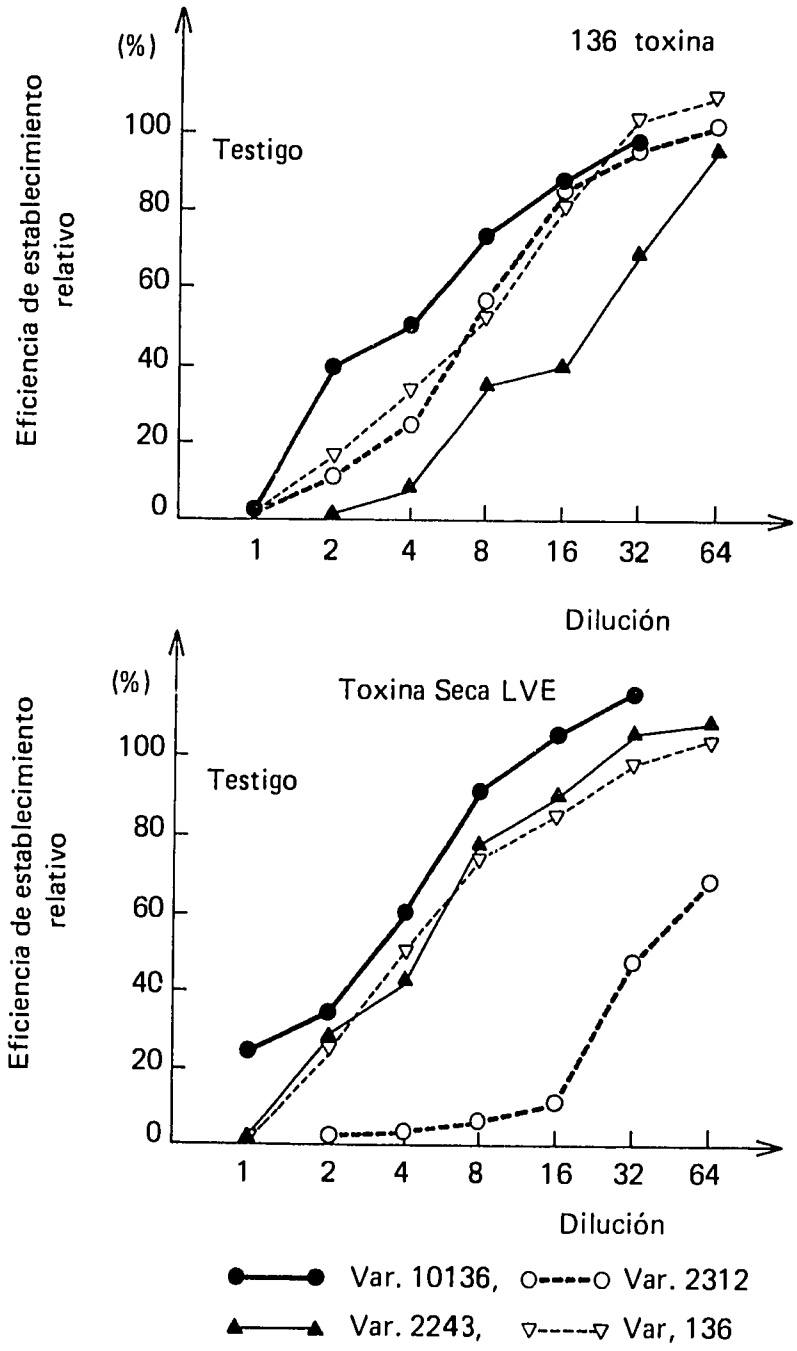


Figura 6. **Comparación de eficiencias de establecimiento relativas de suspensiones celulares de *Stylosanthes guianensis* en presencia de toxinas de *Colletotrichum*.**

Cuadro 8. Número de especies y accesiones de germoplasma de gramíneas tropicales introducidas al CIAT con ténica *in vitro*.

Géneros	No. de especies	No. de introducciones por país de procedencia				
		Etiopía	Kenya	Burundi Rwanda	Zimbabwe	Total por géneros
Andropogon	2	-	-	-	17	17
Bothriochloa	2	-	1	-	1	2
Brachiaria	14	133	101	56	95	385
Eragrostis	2	-	1	-	1	2
Hyparrhenia	2	-	1	-	1	2
Ischaemum	1	-	-	-	1	1
Panicum	4	-	4	-	3	7
Paspalum	3	-	2	-	1	3
Setaria	3	-	1	-	2	3
Stereochlaena	1	-	-	-	1	1
Urochloa	1	-	-	-	1	1
Gramíneas desconocidas		-	1	-	6	7
Total/país	35	133	112	56	130	
TOTAL:						431

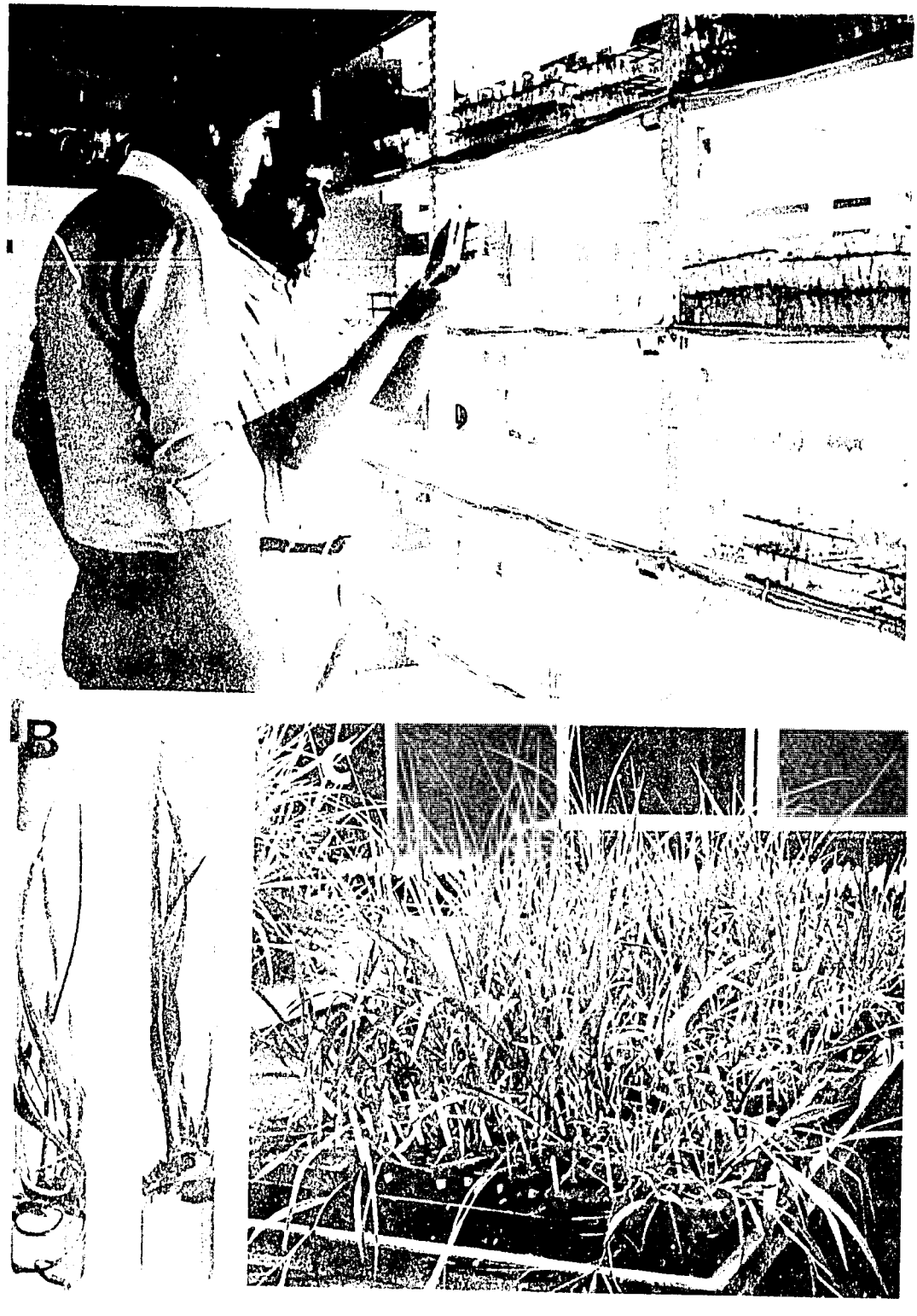


Figura 7. Transferencia de germoplasma de gramíneas forrajeras desde Africa al CIAT usando técnicas *in vitro*.

A. Colección de 432 especies en tubos de cultivo, bajo crecimiento controlado en el CIAT.

B. Cultivo de tres semanas listo para transplantar a materas.

C. Plantas de *Brachiaria* spp. en potes, bajo observación fitosanitaria en el invernadero.

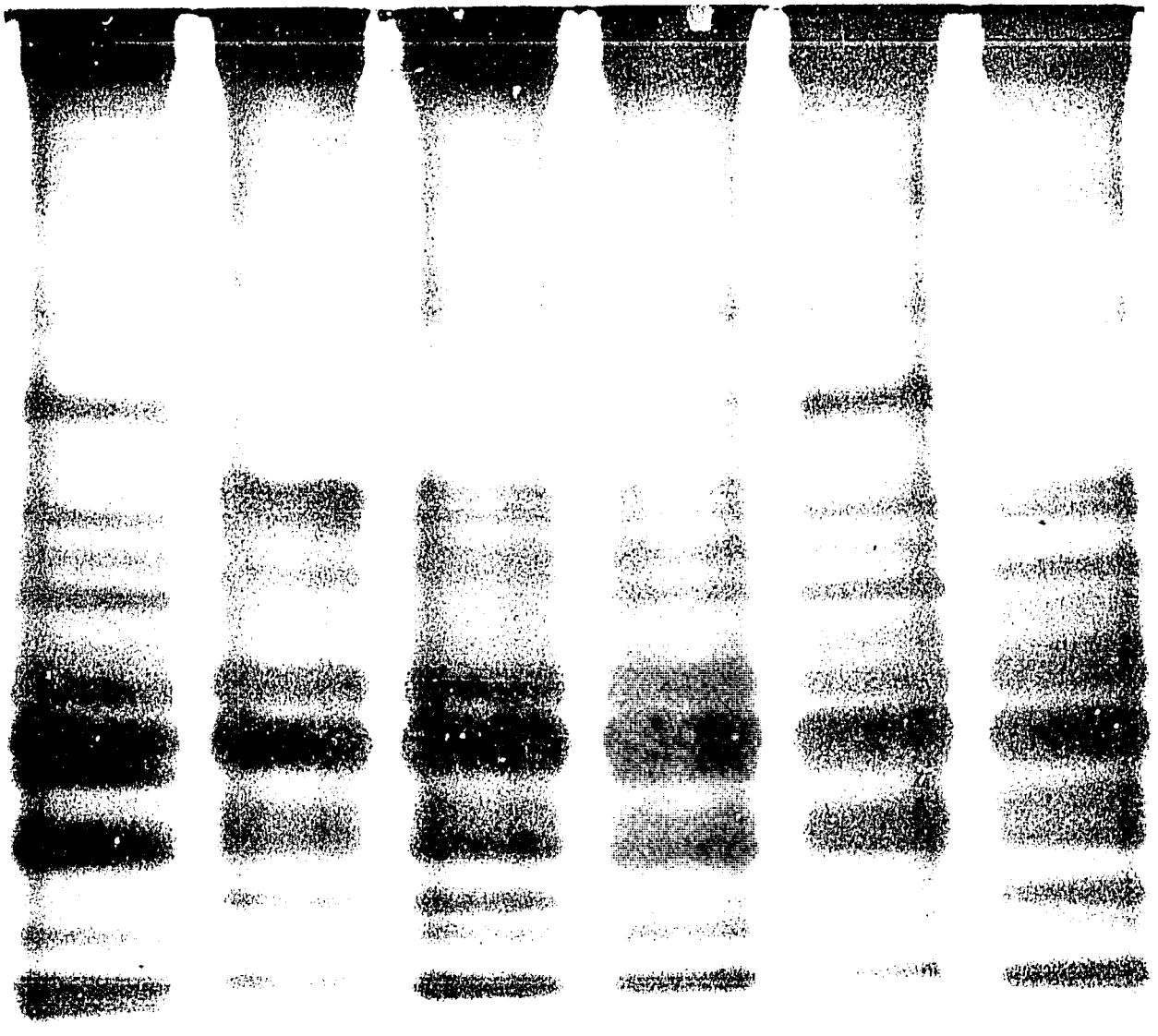


Figura 8. Electroferograma que muestra la discriminación de genotipos de S. capitata por separación electroforética de proteínas de semillas en gel de poliacrilamida. Nótense las diferencias en los patrones de bandas entre franjas. Cada franja representa una introducción de S. capitata.

Agronomía (Carimagua)

La investigación agronómica conducida durante 1985 en el Centro Experimental Carimagua, continuó en la búsqueda de germoplasma superior para el ecosistema de los Llanos.

Desde 1977 se han probado en Carimagua un total de 4300 introducciones. Continuando con la evaluación de germoplasma en Categoría III, se compararon en ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas 136 introducciones que comprenden 15 especies de leguminosas y 7 especies de gramíneas. De los once experimentos de pastoreo en pequeñas parcelas que estaban en marcha en 1984 y 1985, seis se concluyeron recientemente. La evaluación de introducciones de gramíneas y leguminosas en Categoría II establecidas en 1981 y 1982 se concluyó después del período usual de tres años de observaciones. Algunas introducciones seleccionadas de Brachiaria dictyoneura, B. humidicola, Andropogon gayanus, Centrosema sp. nov., Centrosema macrocarpum, Desmodium ovalifolium, Stylosanthes capitata y Arachis pintoi, han alcanzado estados avanzados de evaluación. El Cuadro 1 muestra el resumen de las introducciones evaluadas entre 1981 y 1985.

Cuadro 1. Introducciones de germoplasma en Carimagua, 1981-1985.

Año de Introducción	No. de Introducciones Leg.	Gram.
1981-82	1109	70
1982-83	900	200
1983-84	106	305
1984-85	83	102
Total:	2198	677
Gran total: (Leguminosas + Gramíneas)	2875	

EVALUACION PRELIMINAR DE GERMOPLASMA DE GRAMINEAS (Categoría II)

Panicum maximum

Desde finales de 1983 se han evaluado en Carimagua unas 492 introducciones de P. maximum. Esta colección completa incluye entradas de instituciones de Australia, Kenia, Cuba y Brasil, lo mismo que muchas introducciones provenientes de ORSTOM en Costa de Marfil. La colección contiene formas representativas de los tres grupos botánicos que van desde el estolonífero rastrero cv. Embu, hasta el "gigante" y el "intermedio" de las formas de P. maximum var. typica.

Se registraron considerables diferencias intra e intervarietales en cuanto a rendimiento, relación hojas/tallo y resistencia a "salivazo" y a la mancha foliar causada por Cercospora.

Se compararon 121 introducciones con base en rendimiento de materia seca.

Las mejores fueron las formas de crecimiento mediano de P. maximum y se seleccionaron las accesiones CIAT 6172 y 6177. Estas presentan características agromorfológicas similares a las del testigo, CIAT 673, el cual está clasificado en el grupo de segundo mayor rendimiento. También se escogió para posteriores evaluaciones la accesión CIAT 6179, una selección de P. maximum var. coloratum o Guinea "copimorada", frondosa y de porte bajo (Cuadro 2).

En este experimento, los tipos "gigantes" de pasto Guinea fueron menos tolerantes a la defolicación y más susceptibles a Cercospora y a "salivazo", que las selecciones anteriores. Las introducciones de P. maximum var. trichoglume o "green panic" tuvieron un pobre comportamiento siendo afectadas por enfermedades foliares y mostrando síntomas severos de deficiencias nutricionales.

Con el fin de hacer posteriores evaluaciones en el área experimental de sabana inundable, se seleccionaron introducciones de pasto Guinea que se habían establecido con varias especies de Centrosema.

Brachiaria spp.

La evaluación agronómica de las introducciones de Brachiaria spp. realizadas antes de 1983, está concluída. Se encontró que varias especies se adaptan bien al ecosistema de los Llanos. Cuatro introducciones de B. humidicola se han mostrado promisorias en experimentos de corte en pequeñas parcelas y bajo pastoreo. Además de presentar resistencia de campo al "salivazo", son productivas, agresivas y buenas macolladoras. Las introducciones CIAT 679, 6705 y 6709 son tipos agresivos y fuertemente estoloníferos. Son moderadamente palatables en estado maduro y producen poca semilla. La forma CIAT 6369 de B. humidicola, presenta características bien definidas. Sus hojas son anchas, es macolladora y muy palatable. Las cuatro introducciones anteriores son compatibles con Arachis pintoi, formando asociaciones gramínea-leguminosa muy productivas y estables. B. humidicola CIAT 679 fue introducido a los Llanos en 1976 convirtiéndose en una especie bastante popular gracias a su tolerancia a suelos pobres y a condiciones de sobrepastoreo. CIAT 679 también es compatible con la leguminosa Desmodium ovalifolium.

Cronológicamente la introducción de B. dictyoneura siguió a la de B. decumbens cv. Basilisk y a la de B. humidicola. Estas dos últimas especies se introdujeron a principios y a mediados de los años 70, respectivamente. El B. dictyoneura CIAT 6133 se estableció previamente en semilleros en Carimagua, entre 1979 y 1980. Una introducción de B. dictyoneura ha mostrado buena adaptación al ecosistema de los Llanos. Morfológicamente el B. dictyoneura es similar a B. humidicola; sin embargo, la primera es rizomatosa y estolonífera, mientras que la segunda es fuertemente estolonífera. El rendimiento en semilla y el número de cariópsides en las inflorescencias en B. dictyoneura CIAT 6133 fueron significativamente más altos que en B. humidicola CIAT 679. Por otro lado, el B. dictyoneura CIAT 6133 fue también más resistente el "salivazo" que B. brizantha CIAT 644, B. humidicola CIAT 679 y B. ruziziensis CIAT 6291.

En un ensayo de corte en pequeñas parcelas llevado a cabo en 1983 se incluyó un conjunto de 19 introducciones nuevas de B. brizantha, B. decumbens, B. ruziziensis, B. nigropedata y B. humidicola. Las seis entradas de B. brizantha dieron los máximos rendimientos y mostraron alta resistencia al "salivazo" (Cuadro 3).

Cuadro 2. Producción de materia seca (g/planta)* de 121 introducciones de *Panicum maximum* en Cariamgua, Llanos Orientales de Colombia (WDHS).

Grupo	Introducción CIAT	Rango (g/planta)	Media (g/planta)
8	6299-699-693 6553	(201-252)	213
7	698-6172-6123 6177-673-685 6588	(150-181)	163
6	6175-6563-6121 690-696-6126-692 688-689-6215-6551 6118-6160-6485 6511-6181-6601-6516 6179-6590-6095-6531	(110-142)	123
4	6124-6560-6125-6142 6094-6645	(86- 89)	95
5	6487-6540-6171-6533 695-694-6490-6143- 6532-6113-6513-6122 6525-6104-6092-6000 6151-6168-6608-6664- 6163-666	(74- 85)	79
2	6144-6643-6554-6507 6141-6114-6500-6567 6526-6127-6488-6589 6162-6045-6534-6539 6165-6486-6115-6117 6108-6607	(55- 71)	63
1	6609-6653-6106-6642 6763-6059-6109-6489 6119-6182-6180-6107 6575-6001-6105-6612 6541-697-6103-622 6110-6598	(37- 51)	40
3	6183-6584-6101-6112 6097-6637-6100-6002 6600-6602-6454-6461 6478-6472-6476-6063	(1- 25)	13

* Cosecha 6.

Cuadro 3. Rendimiento de 19 introducciones de Brachiaria spp. en Carimagua, Llanos Orientales (WDHS) de Colombia.

Grupo	Accesiones	Promedio de 5 cosechas kg/ha
4	B.b.** 6674, 6385	5747.58
3	B.b. 6681, 6675, 6387, 6384 B.d. 6702	4842.08
2	B.n. 6386, B.d. 6698, 6392	3857.60
1	B.b. 6735, B.d. 6421, 6701 B.r. 6713, 6677, 6692, 6778 B.h. 6678, B.b. 6738	2663.24

** Abreviaturas: B.b. = Brachiaria brizantha
B.d. = B. decumbens
B.r. = B. ruziziensis
B.n. = B. nigropedata
B.h. = B. humidicola

Andropogon gayanus

Durante 1985 se continuó la selección de un cultivar de A. gayanus de floración tardía uniforme.

Por selección recurrente a partir de dos generaciones viables obtenidas de semilla sexual, se escogieron genotipos de floración tardía. Las progenies de los mejores genotipos de floración tardía se agruparon como Sintético II. Una selección final de tipos de plantas deseables se llevó a cabo bajo condiciones de pastoreo.

EVALUACION PRELIMINAR DE GERMOPLASMA DE LEGUMINOSAS (Categoría II)

Stylosanthes capitata

En 1984 se inició la evaluación de híbridos derivados de cruces dialélicos de dos introducciones que presentaban diferentes fechas de floración. Un híbrido en particular, el CIAT 1097 x 1019 produjo varias F7 bastante promisorias. Unas pocas líneas entre las seleccionadas fueron tardías y retuvieron follaje verde durante la estación seca. Sobresalieron además en rendimiento de materia seca y producción de semilla al finalizar la estación. Varios híbridos produjeron significativamente más materia seca que cv. "Capica" y sus componentes (Figura 1).

Stylosanthes viscosa

Esta especie de Stylosanthes se adapta bien a los Oxisoles y varias de las entradas evaluadas fueron solo levemente afectadas por Antracnosis. La mayoría de las introducciones presentaron síntomas de ataque del micoplasma de la hoja pequeña, pero en muchos casos las plantas se recuperaron bien. Se terminó un experimento de corte en pequeñas parcelas con 117 introduc- ciones. Las accesiones de mayor rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades durante los tres años, se

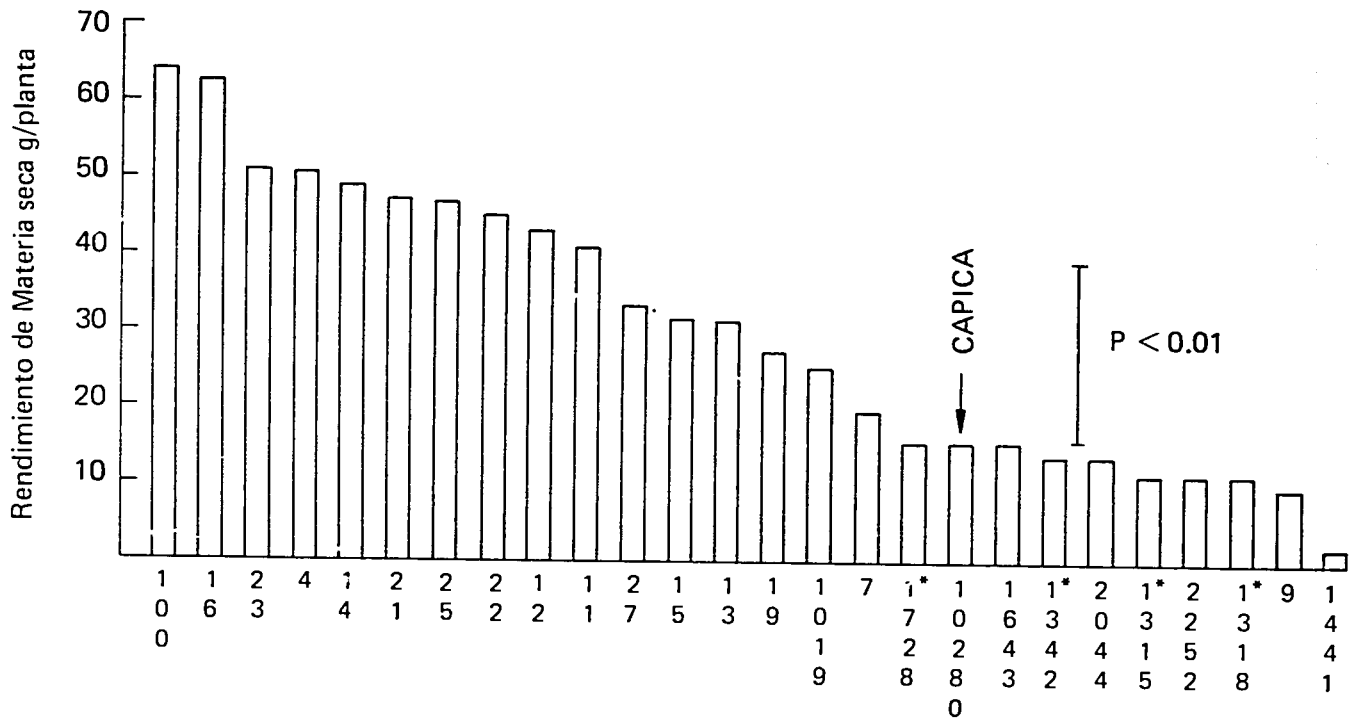


Figura 1. Rendimiento en materia seca (g/planta) de *S. capitata* Hybridos vs. cv. Capica, sus componentes e introducciones (Uno de los tres dígitos es el híbrido, + Componentes de cv. Capica, otros son introducciones.

clasificaron en los grupos 12 y 14 (Cuadro 4).

Centrosema spp.

Está claramente demostrado en varios experimentos que existen especies y formas de Centrosema adaptadas a suelos ácidos e infértiles. También se encontraron algunas especies altamente resistentes a plagas y enfermedades. Algunas introducciones de Centrosema macrocarpum y Centrosema sp. nov. resistieron condiciones de severa sequía durante el verano de 1985, recuperándose rápidamente al inicio de las lluvias.

En 1978 se inició la evaluación agronómica de Centrosema spp. En una serie de experimentos de corte, se probó un amplio rango de especies y formas. Se evaluaron 21 introducciones en dos experimentos de seguimiento. En los ensayos, las formas no estoloníferas de C. macrocarpum produjeron altos rendimientos de materia seca. Se encontraron algunas introducciones de alta palatabilidad y resistencia a las principales enfermedades foliares que afectan a la mayor parte de las especies del género. Bajo condiciones de corte durante tres períodos de crecimiento, tres formas estoloníferas de Centrosema sp. nov. y una entrada estolonífera de C. macrocarpum CIAT 5396, produjeron mayor cantidad de materia seca que las otras siete entradas (Cuadro 5).

En otro ensayo de corte, dos introducciones de Centrosema sp. nov. presentaron los más altos rendimientos. C. macrocarpum CIAT 5452, muy estolonífera mostró también ser altamente tolerante a la defoliación total. En estos experimentos, seis de las entradas de máximo rendimiento fueron formas estoloníferas de Centrosema sp. nov. (CIAT 5277, 5278, 5568, 5610, una introducción de origen desconocido y C. macrocarpum CIAT 5396). Se concluyó que las formas estoloníferas de la nueva especie de Centrosema y C. macrocarpum resistieron mejor la defoliación que las formas no estoloníferas.

En los experimentos de seguimiento también se estudió enraizamiento de las formas estoloníferas, encontrándose que la densidad de los estolones enraizados de 100 introducciones fue muy variable (0 a 197/m^2). Los grupos más altos 1, 2 y 3 incluyeron C. macrocarpum CIAT 5452, 5418, 5735 y Centrosema sp nov. (Cuadro 6). Estas entradas se seleccionaron para evaluación posterior.

La introducción estolonífera, Centrosema sp nov. CIAT 5277, exhibió varias características forrajeras deseables tales como: resistencia al sobrepastoreo, resistencia a la sequía y compatibilidad con Andropogon gayanus. En comparación con otras entradas de esta especie, la CIAT 5277 mostró vigor de plántulas y resistencia a Rhizoctonia.

Pueraria spp.

Durante un período de dos años que incluyó una de las sequías más severas de la historia en Carimagua, se evaluaron 66 entradas de Pueraria, comparadas con kudzú comercial (CIAT 9900) (Cuadro 7). Los trabajos de selección posterior deben concentrarse en los grupos 6 y 1 que incluyen algunas de las entradas de alto rendimiento y buena tolerancia a la sequía. Las entradas CIAT 17392 y 17283 estuvieron entre los tipos moderadamente productivos, mostrando sin embargo fuerte desarrollo de raíces estoloníferas.

Desmodium heterophyllum

A pesar de que D. heterophyllum cv.

Cuadro 4. Materia seca (g/planta) de 117 introducciones de *Stylosanthes viscosa* (promedio de 4 cosechas).

Grupo	Introducción CIAT	Rango (g/planta)	Media
12	2889-1524-1011-1544	(160-185)	170.3
14	1051-1094-2158-2644 2888	(132-182)	165.8
13	2887-2900-0009	(140-151)	144.3
10	1348-1538-1541-1785 2072-2880	(125-147)	129-8
9	2368-2592-1405-1070 2038-2374	(110-129)	125.2
7	2498-1547-1988-1787 2372-1900-2516-2430 1703-1353-1439	(89-121)	102.2
3	2123-2171-2569-2418 2117-2425-2729-2045	(56-124)	99.5
4	2528-2872-2110-0008 2486-2621-1697-2868 2524-2582-1436-2073 1695-2891-1716-1783	(78-110)	93.6
1	1960A-0012-0013-1074-2901	(16-203)	80.7
5	2651-2881-2384-2882 1790-2525-2871-2462 2443-2629-2761-2867 24721764-2380-1638- 24552501-2609-1430 2628-2367-1807	(47-106)	71.0
	1904-2120-2230-1346 2635-1435-2126	(54- 78)	70.2
6	2101-2573-2879-2460 2878-2562-1216	(29- 54)	43.6
8	2294-2371-2466-2479 2773-2786-2883-2885 2886	(25- 51)	37.7
11	2295-2685-1954-0010 2475-1527-2060	(3- 32)	24.3

Cuadro 5. Rendimiento promedio de materia seca (kg/ha/año) de introducciones de *Centrosema* spp.

Especies/introducción No.	Rendimiento (kg/ha/año)
a) Experimento I	
C. macrocarpum CIAT 5396	12667 a*
Centrosema sp. nov. CIAT 5568	11072 a
Centrosema sp. nov. CIAT 5278	10726 a
Centrosema sp. nov. origen desconocido	9613 a
C. macrocarpum CIAT 5743	6623 b
C. macrocarpum CIAT 5674	6356 bc
C. macrocarpum CIAT 5744	5684 bcd
C. macrocarpum CIAT 5392	5201 bcd
C. pubescens x *C. macrocarpum* F_2 (67-1)	4536 bcd
C. pubescens x *C. macrocarpum* F_2 (67-16)	3217 cd
C. pubescens x *C. macrocarpum* F_2 (6-19)	3124 d
b) Experiment II	
Centrosema sp. nov. CIAT 5610	11921 a*
Centrosema sp. nov. CIAT 5277	11218 ab
C. brasilianum CIAT 5234	10962 ab
C. brasilianum CIAT 5487	10712 ab
C. macrocarpum CIAT 5452	10360 ab
C. brasilianum CIAT 5712	9452 ab
C. macrocarpum CIAT 5434	9293 ab
C. macrocarpum CIAT 5065 (control)	9183 ab
Centrosema sp. nov. CIAT 5568	8822 ab
Centrosema sp. nov. CIAT 5118	8132 b

* Valores dentro de los experimentos seguidos por letra diferente son significativamente diferentes ($P < 0.05$) por la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Cuadro 6. Densidad de estolones enraizados (No/m^2) de Centrosema spp. bajo un regimen de corte estacional

Grupo	Introducciones	No. de sitios/m^2 con estolones enraizados Media	Rango
1	5450-5275	183	(197 - 170)
2	5904-5733-5735 5395-5736-5460 5452-5713-5645	126	(147 - 114)
3	5418-5798-5888 5739-5864-5278 5732-5620-5730	95	(106 - 83)
4	5956-15050-5396 5674-5944-5901 5740-15177-5954 5887-5947-15083 5946-5941-5953 5949	57	(77 - 39)
5	15115-XX-5952 5685-5948-15084 5743-15120-5741 15086-5731-5065 15048-15077-5434 5737-15094-5942 15114-15053-15072 15063-5960	24	(33 - 18)
6	5940-66-19-5673 15085-15057-5951 5959-5234-5955 5392-5639-(67-1) 5629-5[illegible]87-15093 15047-15038-15032 5738-5277-15059 5633-5744-15041 5961-561015061 5118-5568 15056-15095-5734 15091-15071-15122 5411-15123-15040 5712-15087-15090 15089	7	(16 - 0)

Cuadro 7. Rendimiento de materia seca de Pueraria spp. (Promedio de 4 cosechas)

Grupo	Introducción No.	Rango (MS kg/ha)	Media
6	17277-9019	(3490-3530)	3510.5
1	9900-736-744 17322-17290-17304 17286-8047-9188 9279-4600-8042 17585-17279-17321 17306-17288-17466	(2780-3111)	2892.3
4	17293-17311-815 17433-17296-17301 17314-17325-17307 17305-17299-7979 17291-17303-17278 17308-17310-17324 8834-9020-9261 17289-17390-17319 17283-17766-17292 17328-7978-17323	(2296-2802)	2516.4
3	8171-8352-17285 17287-17316-17775 17318-17309-17315 829-17302-9021 17300-17327	(2246-2435)	2350.8
2	17281-17295-17298 17326-17284-17282 17317-17294-17313 17297-17765-17320	(1819-2215)	1999.0
5	7182-7724	(1054-1720)	1476.6

Johnstone (CIAT 349) fue la entrada de mayor rendimiento en las evaluaciones en pequeñas parcelas, todas las entradas tuvieron pobre comportamiento durante la estación seca y la mayoría murieron antes de finalizar el largo verano de 1985. Al principio de la estación húmeda ocurrió alguna germinación espontánea de las semillas. Actualmente es claro que esta especie no se adapta a las sabanas altas. De otro lado, el cv. Johnstone se comportó muy bien en un ensayo en la sabana inundable.

Desmodium ovalifolium

En 1983 se establecieron en pequeñas parcelas, 66 introducciones de D. ovalifolium incluyendo germoplasma nuevo del Sudeste asiático y materiales previamente seleccionados. Se registró una considerable variación interespecífica en

rendimiento de materia seca y resistencia a enfermedades. Un gran número de entradas fueron atacadas por el nemátodo de la agalla del tallo, la falsa roya y el micoplasma de la hoja pequeña. La producción de materia seca de las introducciones enfermas se vió severamente reducida.

Las introducciones estudiadas se clasificaron en 7 grupos cor un rango de rendimiento de 600 a 3480 kg/ha (Cuadro 8). En los grupos 7, 6, 2 y 5 se clasificaron las introducciones con alta producción y resistencia a las enfermedades siendo promisorias las CIAT 13089, 3794 y 3776.

EVALUACION DE FORRAJES EN LA SABANA INUNDABLE (Categoría II)

Las áreas periódicamente inundables constituyen un alto porcentaje de las sabanas y representan una importante fuente de alimento durante el período seco. Las especies de gramíneas adaptadas a condiciones de inundación periódica o drenaje deficiente pueden utilizarse en un amplio rango de situaciones. Sin embargo, existe poca información acerca de la tolerancia de leguminosas forrajeras tropicales a esas situaciones.

Entre Diciembre de 1983 y Mayo de 1984, se estableció una serie de experimentos cerca al lago Carimagua. El análisis del suelo de esta área baja mostró un alto contenido de materia orgánica y en general mejor fertilidad en comparación con el de la sabana alta. El principal objetivo de estos ensayos fue evaluar la tolerancia de las especies a un rango de condiciones de humedad del suelo, ya que la sección inundable del área de ensayo estuvo inundada durante algunos meses mientras que las terrazas altas de la planicie inundable tienen condiciones de suelo saturado sólo durante la estación húmeda. El área experimental incluyó también las pendientes bien drenadas, en la que se sembraron diferentes especies de Centrosema en mezcla con Panicum maximum. Los suelos saturados se sembraron con Desmodium ovalifolium, Arachis pintoi, D. heterophyllum, Centrosema pubescens y C. vexillatum.

El D. ovalifolium CIAT 3794, 3793, 3788 y Arachis pintoi tuvieron mejor comportamiento en suelos saturados, mientras que Centrosema spp. dió altos rendimientos asociada con P. maximum en las terrazas altas bien drenadas y D. heterophyllum exhibió excelente crecimiento y producción de materia seca en el área periódicamente inundable pero siendo afectado por la sequía en los suelos bien drenados (Cuadro 9). Entre las gramíneas, varias introducciones de B. brizantha mostraron excelente comportamiento durante el período seco (Cuadro 10).

En el área periódicamente inundable se establecieron 217 introducciones de Aeschynomene, representantes de 15 especies de este género. Este experimento fue diezmado en el primer año debido principalmente a enfermedades fungosas: Antracnosis y mancha de la hoja (Polythrincium). El barrenador del tallo causó también un daño severo y los tipos leñosos no soportaron la defoliación causada por los cortes.

Después de 18 meses de establecido el experimento sólo sobrevivían 14 introducciones (6.4% del total). La mayor parte (62%) de las introducciones resistentes eran A. brasiliana. Las demás entradas promisorias pertenecían a A. histrix, A. americana y A. falcata.

PRUEBAS AVANZADAS EN PASTOREO (Categoría III)

Centrosema spp. - Andropogon gayanus

En un ensayo de pastoreo en pequeñas parcelas durante la estación húmeda de 1982 se estableció C. macrocarpum CIAT 5065, en mezcla con A. gayanus (Carimagua 1). El área experimental

Cuadro 8. Rendimiento de materia seca (kg/ha) de introducciones de Desmodium ovalifolium (cosecha final)

Grupo	CIAT Introducciones	Rango	Media
		kg/ha)	
7	13132	(3480)	3480
6	13089-13118-13088 13106	(2880-2535)	2960
2	3776-13092-13127 13111-13096-13098 13306	(2210-1940)	2078
5	13128A-13136-13128 3794-13131-13135 13105-13100	(1866-1530)	1697
1	13083-13133-13095 13097-13093-3780 3666-13091-13126 13085-13113-13116 13087-13086-13121 13107-13115-13124	(1405-1156)	1276
4	13094-13104-13102 13123-13114-13129 13101-13119-13137 13082-13103	(1106- 870)	979
3	13081-13139-13030 3793-13117-13099 13112-13125-13130 13090-13122-13109 13110-13108-13120 13140-13138	(803- 180)	614

de dos hectáreas se subdividió con el objeto de evaluar las pasturas con una carga baja (1.5 animales/ha) y una carga alta (3 animales/ha). Por otro lado, en cada parcela principal se establecieron como subparcelas las introducciones C. macrocarpum 5062 y 5065, C. brasilianum CIAT 5234 y Centrosema sp. nov. CIAT 5568. Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño de cuadrado latino 4 x 4 con dos repeticiones en las dos cargas. El experimento fue pastoreado en rotación por tres vacunos Criollo x Cebú, con intervalo de tres semanas de descanso por una de pastoreo.

Mayores rendimientos y mayores contenidos de leguminosa se registra- ron en el tratamiento C. macrocarpum CIAT 5065 - A. gayanus con una carga de 1.5 an/ha en comparación con la carga alta (Figura 2).

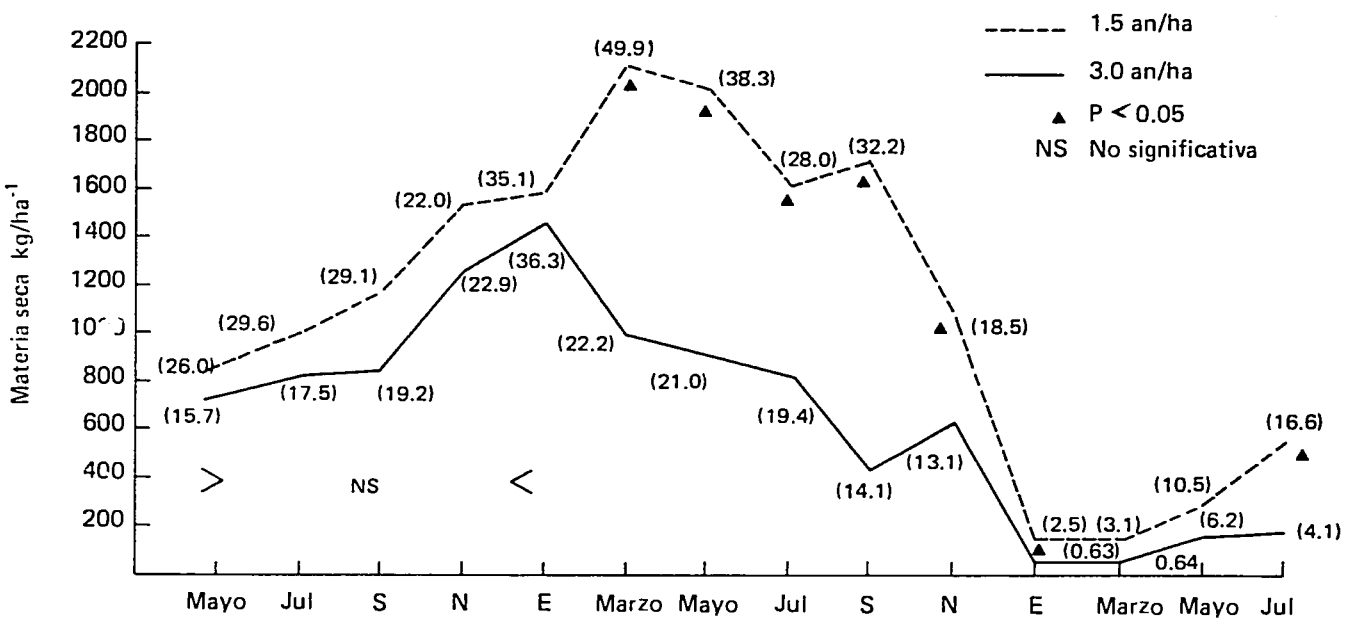


Figura 2. Rendimiento de materia seca (kg/ha) de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 en asociación con *Andropogon gayanus* Carimagua 1 pastoreado a dos capacidades de carga. (Los valores dentro de paréntesis representan contenido de leguminosas de la mezcla (% peso).

Cuadro 9. Producción de materia seca en varias especies de leguminosas en sabana inundable durante la estación seca

LEGUMINOSAS	CIAT No.	MS kg/ha
I. DESMODIUM		
D.ovalifolium	3793	3894.8a*
D.ovalifolium	3788	3177.5ab
D.ovalifolium	3794	3090.0ab
D.heterophyllum	349	2253.0 b
II. CENTROSEMA		
C.macrocarpum	5793	2480.0a
C.pubescens	Porvenir	2144.6a
Centrosema sp.nov.	5568	1902.0ab
Centrosema sp.nov.	5277	1814.7ab
C.macrocarpum	5418	572.3 b
C.vexillatum	5484	559.0 b
III. ARACHIS, PUERARIA		
A. pintoi	17434	3898.8a
P. phaseoloides	7182	2930.0a

* Promedios seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

En los tratamientos con carga alta los rendimientos de Centrosema sp. nov. CIAT 5568 estolonífero, fueron significativamente mayores que los de C. macrocarpum. Estas tres introducciones superaron a C. brasilianum. En la carga baja no hubo diferencia entre Centrosema sp. nov. y las dos introducciones de C. macrocarpum, superando los tres al C. brasilianum (Figuras 3 y 4).

Centrosema macrocarpum y Centrosema spp.- Andropogon gayanus

En Mayo de 1984 se establecieron once introducciones de C. macrocarpum, dos de Centrosema sp. nov. y una C. pubescens, en mezcla con A. gayanus y bajo tres cargas para un total de 14 tratamientos. En este experimento se evaluó en el primer semestre el desarrollo de las raíces estoloníferas bajo condiciones de pastoreo. Los resultados indicaron que C. pubescens, tipo Porvenir, C. macrocarpum CIAT 5452, 5620 y 5735 produjeron el número más alto de estolones enraizados por unidad de área (Cuadro 11).

Cuadro 10. Producción de materia seca en especies de Brachiaria spp. en la sabana inundable durante la estación seca

Brachiaria spp	CIAT No.	Total (2 cosechas Febr. y Mayo) t/ha
B. brizantha cv. Marandu	6294	14.30 a*
B. brizantha	6413	13.75 a
B. brizantha	6387	13.51 a
B. brizantha	6684	12.20 a
B. brizantha	6674	12.03 a
B. brizantha	6385	11.60 a
B. decumbens	6392	11.52 a
B. humidicola	6396	11.20 a
B. humidicola	6705	7.01 b
B. humidicola	6709	5.98 b
B. dictyoneura	6133	5.94 b
B. humidicola	679	5.34 b

* Promedios seguidos por una letra diferente son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

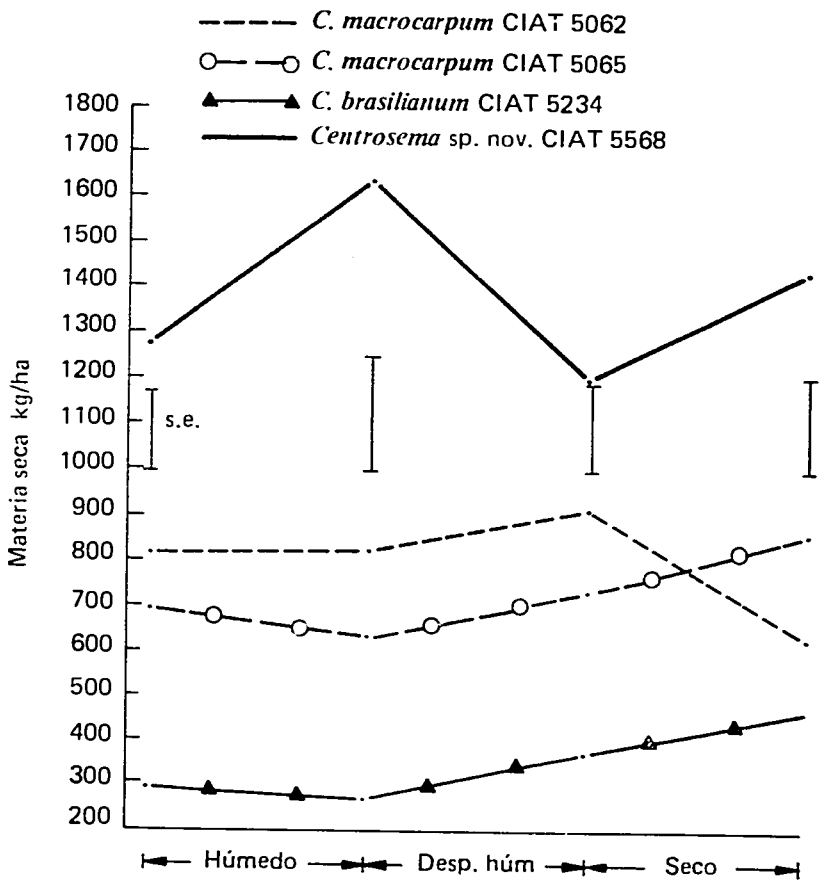


Figura 3. **Rendimientos de *Centrosema* spp. en asociación con *Andropogon gayanus* cv. Carimagua 1. Capacidad de carga 3 an/ha.**

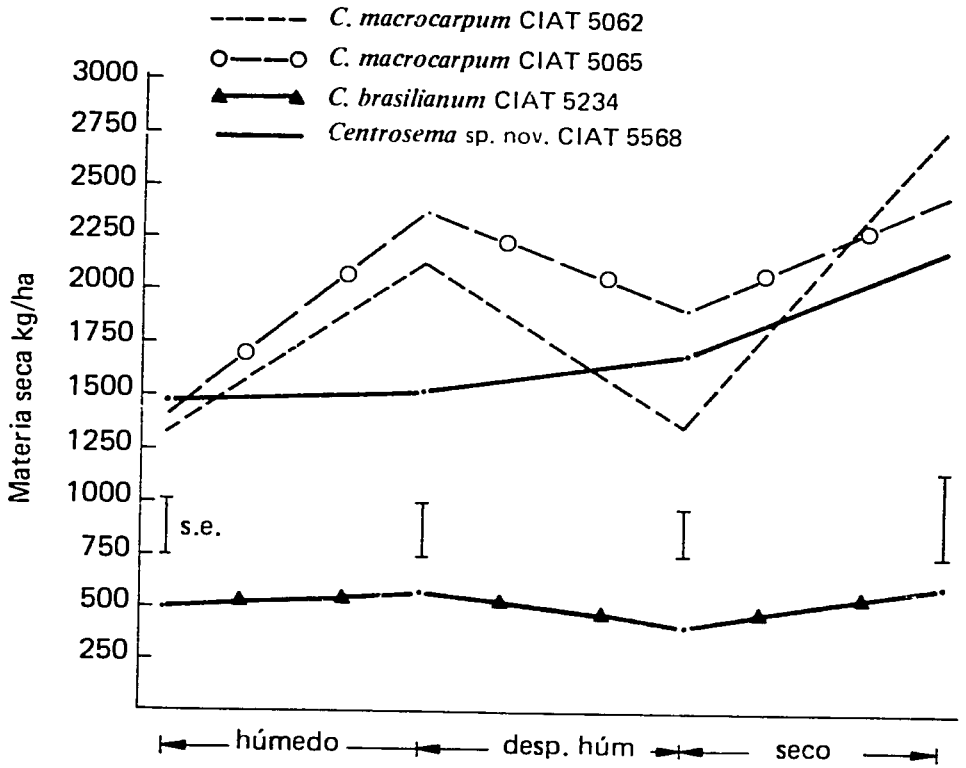


Figura 4. Rendimientos de *Centrosema* spp. asociada con *Andropogon gayanus* cv. Carimagua 1. Densidad de carga 1.5 an/ha.

Stylosanthes guianensis var.pauciflora - A. gayanus I

Se establecieron para evaluación en pastoreo dos entradas de esta leguminosa, CIAT 10136 y 2031 en mezcla con A. gayanus. Cada una de estas asociaciones de gramínea con leguminosa fue sometida a tres cargas así: 1.0 an/ha, 1.7 an/ha y 2.4 an/ha. El S. guianensis var. pauciflora CIAT 2031 tuvo pobre aceptación por los animales el primer año, mientras que A. gayanus fue altamente consumida en los tres tratamientos de carga. Los contenidos de leguminosa fueron 69%, 60% y 52% para las cargas alta, media y baja, respectivamente.

En este experimento se incluyeron tres introducciones de S. guianensis var. pauciflora (CIAT 10136, 2362 y 2031) y una mezcla de cuatro introducciones como subparcelas. Las introducciones CIAT 10136 y 2362 superaron ampliamen-

Cuadro 11. Densidad de sitios de estolones enraizados (promedio por m^2) de 14 introducciones de Centrosema pastoreadas con 3 intensidades en el segundo período húmedo después de establecidas

Especie	CIAT No.	Sitios con estolones enraizados (No./m^2)
C. macrocarpum	5452	42.2 a
C. pubescens	El Porvenir	42.2 a
C. macrocarpum	5620 + 5735	41.3 a
C. macrocarpum	5744	39.8 a
C. macrocarpum	5434	36.4 ab
Centrosema sp.	5277	33.8 abc
C. macrocarpum	5645	33.6 abc
C. macrocarpum	5633 + 5713	33.1 abc
C. macrocarpum	5674	32.2 abc
C. macrocarpum	5065	31.8 abc
C. macrocarpum	5740	30.9 abc
Centrosema sp. nov.	5568	27.6 bcd
C. macrocarpum	5629	24.7 cd
C. macrocarpum	5887	17.1 d

* Promedios seguidos por una letra diferente son diferentes significativamente ($P < 0.05$)

te en rendimiento a la CIAT 2031 y a las líneas en mezcla de esta leguminosa (Cuadro 12). Ni el rendimiento de la leguminosa ni el porcentaje de la composición de la mezcla se afectaron significativamente por la carga empleada.

Stylosanthes guianensis var.pauciflora CIAT 10136 - A. gayanus

Este experimento se estableció en 1983 y se pastoreó con tres intensidades de carga (1.0, 1.7 y 2.4 an/ha) con un sistema rotacional de una semana de ocupación y 5 semanas de descanso. En el primer año de establecimiento se registró predominio de la leguminosa, seguido ésto por una rápida declinación del contenido de leguminosa en el segundo y tercer año. Los efectos de carga no fueron significativos, obteniéndose rendimientos de leguminosa muy bajos, con un rango de 343 kg/ha/año con 2.4 an/ha a 492 kg/ha/año con 1.7 an/ha.

Desmodium spp. - Brachiaria spp.

En Julio de 1982 se sembró un experimento de pastoreo en pequeñas parcelas incluyendo dos introducciones de D. ovalifolium CIAT 350 y 3784 y una de D. canum CIAT 13032. Cada una se mezcló con las gramíneas B. brizantha CIAT 664, CIAT 6370 o B. humidicola CIAT 6369. Los nueve tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. El experimento se sometió a pastoreo con una carga de 2 an/ha durante cinco días consecutivos cada seis semanas en la estación seca y cada cuatro semanas durante las lluvias. Se determinaron los rendimientos y la composición botánica en 23 fechas desde Marzo de 1983 hasta Marzo de 1985. Los rendimientos de materia seca y el contenido inicial de D. ovalifolium, decrecieron rápidamente debido al ataque del nemátodo de las agallas del tallo. Un estimado final de rendimiento se tomó en Marzo de 1985, cuando el contenido de leguminosas en los seis tratamientos era casi nulo (Cuadro 13).

En cada una de las tres asocaiciones D. canum/Brachiaria spp. se mantuvo un contenido satisfactorio de leguminosa, a la vez que ésta demostró su capacidad para combinarse con estas especies de gramíneas de alto rendimiento y buenas macolladoras. Los rendimientos máximos de la leguminosa se

Cuadro 12. Rendimiento en MS y porcentaje de composición de introducciones de S. guianensis var. pauciflora en asociación con A. gayanus

CIAT No.	Rendimiento en MS (kg/ha/año)	Leguminosa (%)
10136	6.887.7 a*	21.6 a
2362	6.301.7 a	16.0 b
2031	3.662.2 b	13.5 bc
Líneas en mezcla	2.914.2 b	10.1 c

Capacidad de carga animal/ha	MS (kg/ha/año)	Leguminosa (%)
2.4	4.119.4 a	14.9 a
1.7	5.080.3 a	17.5 a
1.0	5.866.5 a	14.0 a

* Valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 13. Contenido de leguminosas (%) de nueve asociaciones Desmodium/ Brachiaria spp. antes de los períodos 1o. y 23o. de pastoreo

Asociaciones	Contenido de leguminosa (%) Al inicio del pastoreo 1o.[1]	23o.[2]
D. ovalifolium CIAT 350/B. brizantha CIAT 6370	54	1
D. ovalifolium CIAT 350/B. humidicola CIAT 6369	38	0
D. ovalifolium CIAT 350/B. brizantha CIAT 664	30	0
D. ovalifolium CIAT 3784/B. humidicola CIAT 6369	21	0
D. ovalifolium CIAT 3784/B. brizantha CIAT 6370	17	1
D. ovalifolium CIAT 3784/B. brizantha CIAT 664	8	3
D. canum CIAT 13032/B. humidicola CIAT 6369	17	29
D. canum CIAT 13032/B. brizantha CIAT 664	6	11
D. canum CIAT 13032/B. brizantha CIAT 6370	5	11
L.S.D. P< 0.05	10	12
P< 0.01	14	18

[1] Marzo 1983

[2] Marzo 1985

registraron en las asociaciones con las dos introducciones de B. brizantha (Cuadro 14).

Desmodium ovalifolium - Brachiaria spp.

En 1981 se estableció un experimento de pastoreo en pequeñas parcelas para evaluar 8 introducciones de D. ovalifolium asociado con 5 especies de Brachiaria. Los cuarenta tratamientos se dispusieron con las leguminosas en las parcelas principales y las gramíneas en las subparcelas. Se inició el pastoreo en Febrero de 1982, correspondiente a un período seco. La carga fue de 1.7 an/ha en el período húmedo. Este experimento se terminó en Abril de 1985. Se registraron cambios en el contenido de leguminosa de varias asociaciones, debido a la rápida reducción de las introducciones de D. ovalifolium susceptibles al nemátodo de las agallas del tallo y a Synchytrium (Figura 5).

Las entradas CIAT 3793, 3794 y 3788 mostraron en general el mejor comportamiento durante el período de ensayo. La introducción CIAT 3793 mantuvo su contribución en la pastura, durante el período de evaluación, mientras que en las asociaciones que contenían CIAT 3794 se registró un incremento en el contenido de leguminosa. Entre las gramíneas, Brachiaria humidicola produjo el máximo rendimiento y B. dictyoneura el mínimo, lo cual parece deberse a su mayor preferencia por el animal (Cuadro 15).

El efecto de la leguminosa sobre la gramínea asociada fue muy marcado visualmente. Las plantas de Brachiaria spp. asociadas con las introducciones de D. ovalifolium que persistieron, mostraron un color verde más intenso que las plantas de gramínea sin leguminosa, lo cual es indicativo de un eficiente reciclamiento de nitrógeno.

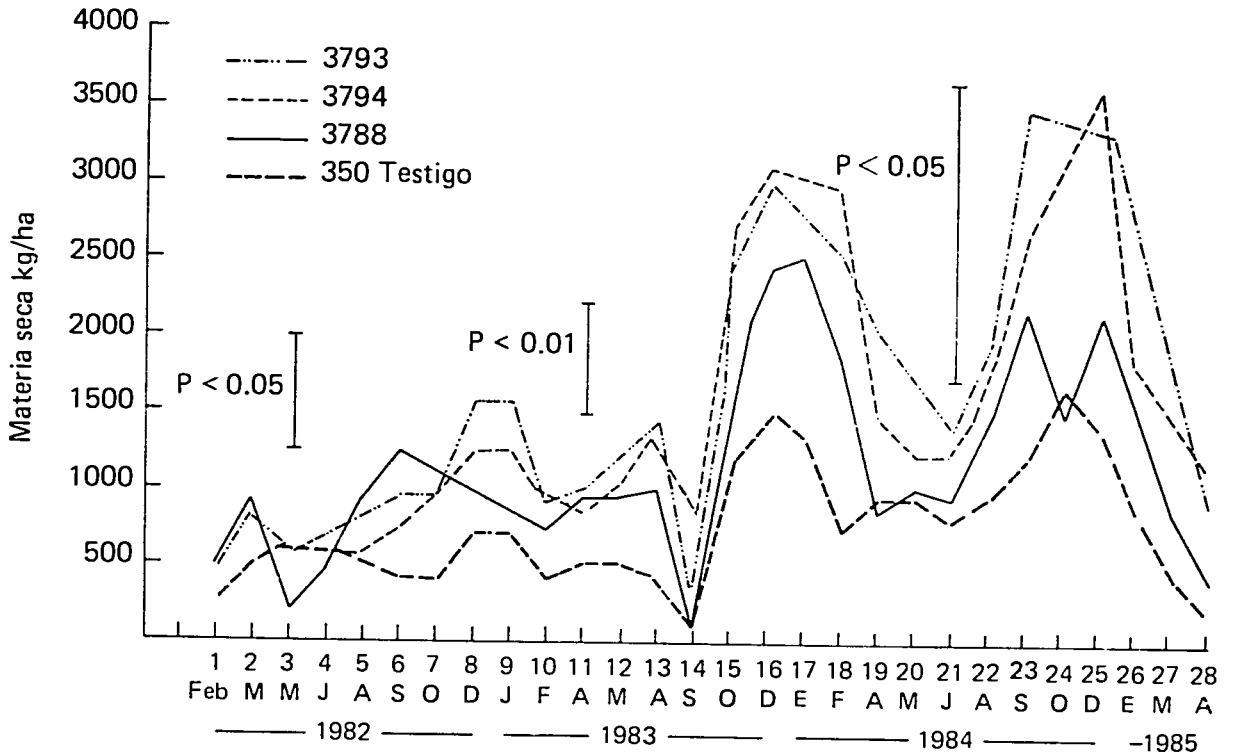


Figura 5. **Rendimientos de las introducciones CIAT de *Desmodium ovalifolium*, números 3793, 3794, 3788 y testigo, CIAT 350. Febrero, 1982 - Abril, 1985.**

Cuadro 14. Rendimiento de materia seca (kg/ha) de Desmodium canum CIAT 13032 y D. ovalifolium CIAT 350 y 3784 durante el segundo período de pastoreo/cosecha

Asociaciones	MS kg/ha Cosecha 10-23
D. canum CIAT 13032/B. brizantha CIAT 664	10884 (19)*
D. canum CIAT 13032/B. brizantha CIAT 6370	8701 (15)
D. canum CIAT 13032/B. humidicola CIAT 6369	5271 (19)
D. ovalifolium CIAT 3784/B. brizantha CIAT 6370	4860 (6)
D. ovalifolium CIAT 350/B. brizantha CIAT 6370	2386 (4)
D. ovalifolium CIAT 3784/B. brizantha CIAT 664	2385 (5)
D. ovalifolium CIAT 3784/B. humidicola CIAT 6369	1031 (4)
D. ovalifolium CIAT 350/B. brizantha CIAT 664	892 (2)
D. ovalifolium CIAT 350/B. humidicola CIAT 6369	202 (1)
L.S.D. P < 0.05	3129 (5)
P < 0.05	4552 (8)

* Los valores entre paréntesis son contenidos de leguminosa en la materia seca

Cuadro 15. Rendimientos de forraje de 8 accesiones de Desmodium ovalifolium y 5 especies de Brachiaria antes de la fecha final de pastoreo. Cosecha 28 (15-IV-85)

CIAT Accesión No.	Rendimiento en MS (kg/ha)	Contenido medio de leguminosas (%) en 5 asociaciones gramínea/leguminosa
D. ovalifolium CIAT 3794	1.072 a*	70
3793	772 b	50
3784	284 c	23
3788	280 c	22
3780	128 cd	9
350	72 d	5
3652	44 d	3
351	0 d	0
B. humidicola CIAT 679	3.473 a	
B. brizantha CIAT 665	144 b	
B. brizantha CIAT 664	718 c	
Brachiaria sp. CIAT 6298	630 c	
B. dictyoneura CIAT 6133	555 c	

* Los valores promedios seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

Arachis pintoi - Brachiaria spp.

Esta leguminosa continuó comportándose muy bien en asociación con Brachiaria spp. La buena compatibilidad de una leguminosa estolonífera con gramíneas estoloníferas se evidenció muy bien en cuatro asociaciones de Brachiaria spp. con Arachis.

Después del largo y severo período de sequía de 1985, no se presentó un desplazamiento significativo de las plantas establecidas por vegetación espontánea, sino en ocasiones excepcionales. Se registraron cerca de 1.5 millones de plantas establecidas por hectárea en la asociación Brachiaria humidicola/A. pintoi.

Con el tiempo se incrementó el contenido de leguminosa en cada una de las cuatro asociaciones A. pintoi/ Brachiaria spp. (Cuadro 16). El contenido de proteína cruda de B. humidicola asociada con A. pintoi varió de 7% a 9% (promedio de tres años), y fue superior al nivel de mantenimiento requerido para ganado vacuno (Cuadros 17 y 18). En praderas monoespecíficas, el contenido de proteína cruda de esta gramínea en la estación seca, es inferior al mínimo requerido por los animales en pastoreo. El contenido promedio de proteína cruda en A. pintoi, varió de un 15 a un 22%.

Cuadro 16. Rango de contenidos de leguminosa en 4 asociaciones de Arachis pintoi /Brachiaria spp. bajo pastoreo

Asociación	Contenido de Leguminosas (%) 1o.	2o. Año	3o.
A. pintoi CIAT 17434/B. humidicola CIAT 679	(5-25)	(8-45)	(18-56)
A. pintoi CIAT 17434/B. dictyoneura CIAT 6133	(6-29)	(10-26)	(7-34)
A. pintoi CIAT 17434/B. brizantha CIAT 664	(4-25)	(5-72)	(19-54)
A. pintoi CIAT 17434/B. ruziziensis CIAT 6291	(11-40)	(16-69)	(33-73)

Cuadro 17. Cambios en la proteína cruda de Brachiaria humidicola en asociación con Arachis pintoi.

Año	Estación seca	Estación húmeda
1o	6	7
2o	5	8
3o	9	12
	X: 6.8 ± 2.0	X: 8.8 ± 2.0

Cuadro 18. Contenido de proteína cruda de Brachiaria humidicola CIAT 679 y B. dictyoneura CIAT 6133 en cultivo puro y en asociación con Arachis pintoi CIAT 17434 durante la estación húmeda

Especies	Proteína Cruda %
B. humidicola	6
B. humidicola + A. pintoi	12
B. dictyoneura	9
B. dictyoneura + A. pintoi	9

Agronomía (Cerrados)

El objetivo del proyecto CIAT-EMBRAPA-IICA en el CPAC es seleccionar germoplasma (i) que se adapte a los factores climáticos, edáficos y bióticos en los cerrados brasileños y (ii) que persista en pastoreo. Los principales colegas en EMBRAPA-CPAC involucrados en estos estudios son R.P. de Andrade, C.M.C. da Rocha y F.B. de Sousa.

EVALUACION AGRONOMICA DE GERMOPLASMA DE LEGUMINOSAS EN PARCELAS PEQUEÑAS (Categorías I y II)

El número de leguminosas introducidas y evaluadas en el CPAC desde 1978 es 1553, de las cuales el 57% son especies de Stylosanthes (Cuadro 1). Se han hecho algunas correcciones en los números de accesiones de informes anteriores para cubrir duplicaciones. Colecciones recientes adelantadas por el CIAT en el sureste de Asia han dado como re- sultado nuevas accesiones de Desmodium y Pueraria, las cuales se sembraron por primera vez este año en el CPAC. Las observaciones preliminares hechas sobre el germoplasma desde 1978 ya se han incluído en el banco de datos computarizado en el CIAT, junto con observaciones similares sobre su comportamiento en otros ecosistemas. Las especies "claves" para los cerrados son Stylosanthes guianensis, S. capitata, S. macrocephala, S.viscosa, Centrosema brasilianum y C. macrocarpum.

S. guianensis

Se han seleccionado 17 accesiones de S. guianensis var. pauciflora y S. guianensis var. vulgaris para evaluaciones adicionales. En Diciembre de 1983, ocho de estas accesiones de las cuales había semilla disponible más un testigo (cv. Bandeirante) se establecieron junto con Andropogon gayanus (cv.Planaltina) y Brachiaria brizantha (cv. Marandú) en parcelas de 9 m^2. Se incluyeron cuatro líneas susceptibles a la antracnosis (CIAT 1062, 1095 BRA-006602), 2046 (BRA-007935) y 2203A) para aumentar el inóculo de C. gloeosporioides. Después del año de establecimiento, el área se pastoreó con vacas Gir durante dos días cada seis semanas.

Los rendimientos de materia seca iniciales para las accesiones de leguminosas se presentan en el Cuadro 2. Debe enfatizarse que el ensayo está en sus etapas tempranas y, por lo tanto, no se pueden sacar conclusiones definitivas. En cada muestreo hubo diferencias significativas entre accesiones en cuanto a rendimiento de materia seca. En Mayo de 1985, dos accesiones (CIAT 1062 y CIAT 2203) produjeron más materia seca que el cv. Bandeirante en las asociaciones con Andropogon. Aunque ambas líneas son susceptibles a la antracnosis, el desarrollo de la enfermedad ha sido lento en el ensayo. En las asociaciones con Brachiaria, el cv.Bandeirante fue la accesión que dio el mayor rendimiento en el muestreo realizado en Mayo. La accesión CIAT 2078 (BRA-008150) continuó siendo la línea de más bajo rendimiento en ambas asociaciones. Se observó alguna

Cuadro 1. Germoplasma de leguminosas introducido desde 1978.

Stylosanthes		Centrosema		Desmodium		Zornia		Pueraria		Otros Gèneros	
S. capitata	217	C. brasilianum	158	D. ovalifolium	79	Z. glabra	18	P. phaseoloides	36	Calopogonium	21
S. guianensis	175	C. macrocarpum	58	D. heterophyllum	18	Z. brasiliensis	9	Otros	11	Aeschynomene	17
S. scabra	174	C. pubescens	19	Otros	31	Others	88			Galactia	12
S. viscosa	169	Otros	29							Dioclea	11
S. macrocephala	117									Vigna	10
S. humilis	7									Leucaena	8
S. hamata	4									Others	19
Otros	18										
Totales	881*		264*		128		115		47		98*

* Estos totales se refieren únicamente al germoplasma colectado y no incluye accesiones evaluadas de los programas de mejoramiento de Stylosanthes, Centrosema y Leucaena.

Cuadro 2. Rendimientos iniciales de materia seca en la segunda estación lluviosa de 13 accesiones de S. guianensis asociadas con A. gayanus o B. brizantha.

Accesiones No.	Rendimientos iniciales de materia seca de la leguminosa (t/ha)			
	A. gayanus		B. brizantha	
S. guianensis var. pauciflora	5.11.84	19.5.85	5.11.84	19.5.85
cv. Bandeirante (testigo)	0.87	2.21	0.68	3.45
CIAT 1062	0.67	3.23	0.51	1.71
CIAT 1095 (BRA-006602)	0.48	2.05	0.52	1.64
CIAT 2046 (BRA-007935)	0.90	1.52	0.76	1.87
CIAT 2078 (BRA-008150)	0.13	1.07	0.27	1.08
CIAT 2191 (BRA-012386)	0.70	2.87	0.53	2.13
CIAT 2203 (BRA-012327)	0.65	2.34	0.53	2.51
CIAT 2203A	0.63	3.12	0.64	2.50
CIAT 2244 (BRA-003093)	1.01	1.58	0.54	1.88
CIAT 2245 (BRA-012378)	0.66	1.67	0.47	1.09
CIAT 2315	0.26	1.08	0.33	1.39
CIAT 2328 (BRA-014958)	0.29	1.43	0.36	2.18
S. guianensis var. vulgaris				
CIAT 2953 (BRA-019119)	0.71	2.16	0.52	1.59
E.E.	0.16	0.46	0.08	0.25

variación en la época de floración. Stylosanthes guianensis var. vulgaris CIAT 2953 (BRA-019119) comenzó a florecer en la segunda parte de Marzo. Las accesiones CIAT 2046 (BRA-007935), 2078 (BRA-008150), 2203A, 2315, 2328 (BRA-014958) y 2244 (BRA-003093) de Stylosanthes guianensis var. pauciflora iniciaron su floración en las primeras dos semanas de Abril. Todas las otras accesiones comenzaron a florecer en Mayo.

En 1985 se introdujeron 10 accesiones nuevas. En esta etapa todas fueron menos vigorosas que el testigo cv. Bandeirante. Todas las líneas comenzaron a florecer en Mayo. En las parcelas sólo se observó ligera incidencia de antracnosis.

S. capitata

Se han seleccionado cuatro accesiones: CIAT 1019 (BRA-007251), 1097 (BRA-005886) , 2853 (BRA-011720) y 2935. Las primeras dos accesiones se encuentran en evaluaciones avanzadas en la Categoría IV. En 1985 se introdujeron 23 accesiones nuevas y se compararon con el cv. Capica. El 65% de las accesiones se calificaron como de bajo rendimiento, el 20% como moderadas y el 15% como de alto rendimiento. El cv. Capica se encontró en el grupo de alto rendimiento. Sobresalieron dos accesiones nuevas (CIAT 2959 BRA-014427 y 2960 BRA-007579). Se observó poca antracnosis en las accesiones. Todas las líneas comenzaron a florecer a partir de Febrero, pero las accesiones CIAT 2959 (BRA-014427) y 2960 (BRA-007579) comenzaron a florecer a principios de Abril.

En Enero de 1983 se estableció un experimento para determinar los efectos de la antracnosis en S. capitata cv. Capica y sus cinco accesiones componentes. También se incluyó la accesión CIAT 1019 (BRA-007251) y un borde de la accesión CIAT 1405 altamente susceptible a la antracnosis alrededor del ensayo. La producción

de materia seca y los rendimientos de semilla en las dos estaciones posteriores al año de establecimiento se muestran en el Cuadro 3. No se observaron diferencias significativas en la producción de materia seca entre el cv. Capica y los componentes de la mezcla o CIAT 1019 (BRA-007251), en cualquiera de las estaciones. En ambas estaciones se observaron diferencias significativas entre las accesiones en cuanto a producción de semilla. Los rendimientos globales de semilla fueron bajos debido a la defoliación frecuente. En la primera estación, la producción de semilla en el cv. Capica no fue notablemente diferente de las accesiones CIAT 1342 (BRA-000850) ó 1728 (BRA-006751), pero fue el doble de las accesiones CIAT 1315 (BRA-001791) y 1693 (BRA-006742). El nuevo cultivar también dio un rendimiento de semilla 35 y 47% superior, respectivamente, que las accesiones CIAT 1318 (BRA-001805) y 1019 (BRA-007251). En la segunda estación, el rendimiento de semillas del cv. Capica fue similar al de las accesiones CIAT 1019 (BRA-007251) y 1318 (BRA-001805). En ambas estaciones, el cv. Capica se ubicó entre los materiales de mayor rendimiento. Sólo se detectaron niveles ligeros de antracnosis y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a reacción a la antracnosis. En la accesión del borde CIAT 1405 sólo se registraron niveles ligeros a moderados de antracnosis.

S. macrocephala

Anteriormente se habían seleccionado seis accesiones como promisorias y se encuentran en diferentes categorías del programa de evaluación. En 1985 se introdujeron 42 accesiones nuevas y se compararon con el cv. Pioneiro. Tres de estas nuevas accesiones (CIAT 10004 BRA-022641, 10015 BRA-023339 y 10016 BRA-023345) fueron sobresalientes y mas vigorosas que el cv. Pioneiro. Todas las accesiones florecieron a partir de Febrero y los puntajes de antracnosis fueron muy bajos.

S. viscosa

Se han seleccionado cuatro accesiones como promisorias: CIAT 1094 (BRA-012475), 2368 (BRA-024899), 2903 (BRA-022519) y 2923 (BRA-024201). La multiplicación de semilla se encuentra más avanzada para CIAT 1094 (BRA-012475). Sin embargo, el paso de accesiones promisorias de las parcelas de introducción a los ensayos de pastoreo en parcelas pequeñas, ha sido

Cuadro 3. Producción de materia seca y rendimientos de semilla pura del cv. Capica, sus cinco accesiones componentes y S. capitata CIAT 1019 (BRA-007251).

CIAT No.	Rendimiento Materia Seca (kg/ha)		Rendimiento Semilla Pura (kg/ha)	
	1983-84	1984-85	1983-84	1984-85
1315 (BRA-001791)	4900	4298	63	74
1318 (BRA-001805)	3350	4308	98	158
1342 (BRA-000850)	3950	4550	131	97
1693 (BRA-006742)	4233	4321	65	115
1728 (BRA-006751)	3483	4439	130	102
(Media de 5 componentes)	(3983)	(4383)	(97)	(109)
cv. Capica	4177	4787	132	144
1019 (BRA-007251)	4017	4537	90	161
E.E.	535	504	8	17

obstaculizado por una tasa relativamente baja de multiplicación de semilla.

C. brasilianum

Se han seleccionado cinco accesiones y tres están en pastoreo en la Categoría III. En 1985 se introdujeron 41 líneas nuevas y se compararon con el testigo CIAT 5234 (BRA-006025). Se observó una variación considerable entre las accesiones en lo que respecta al vigor y al rendimiento. Las accesiones CIAT 5178 (BRA-007081), 5370, 5372, 5507 (BRA-003492), 5795 y 5825 (BRA-006271) se calificaron como mas productivas que el testigo CIAT 5234 (BRA-006025). Se detectó el añublo foliar por Rhizoctonia en todas las accesiones, pero sólo nueve fueron moderadamente dañadas. La mancha foliar por Pseudocercospora solamente atacó a tres accesiones, pero fue moderadamente severa en CIAT 5370. Aproximadamente el 75% de las accesiones floreció a partir de Abril. Ninguna de las accesiones se caracterizó por ser de floración temprana (Diciembre-Enero).

C. macrocarpum

Hasta el momento se han evaluado 58 accesiones y han mostrado excelente adaptación a las condiciones climáticas y edáficas. Sin embargo, los problemas con la floración y la producción de semilla han limitado el potencial de estas introducciones. Por otra parte, los híbridos entre C. macrocarpum y C. pubescens han mostrado un alto potencial de producción de semilla.

En 1985 se introdujeron siete accesiones de C. macrocarpum colectadas en Mato Grosso y Pará el año anterior, junto con una selección local. Aunque el desarrollo vegetativo fue bueno, las accesiones fueron moderada a severamente atacadas por "muerte descendente", posiblemente causada por especies de Cylindrocladium. Sólo la colección local estaba produciendo flores.

Otras especies de Centrosema

En el CPAC se sembraron otras 16 accesiones de Centrosema colectadas en 1984 en Mato Grosso y Pará. Incluyeron cuatro accesiones de C. bifidum, cinco accesiones de C. pubescens, una accesión de C. acutifolium y seis de una especie no denominada de Centrosema. Una serie de accesiones mostró un buen desarrollo vegetativo pero la mancha foliar por Phomopsis, el añublo foliar por Rhizoctonia y el virus del mosaico de Centrosema causaron daño moderado a severo. En particular, las accesiones de C. pubescens fueron severamente atacadas por las enfermedades.

Especies de Pueraria

En 1985 se sembraron en dos localidades 46 accesiones de P. phaseoloides. Como testigo se incluyó al cultivar comercial CIAT 9900. Todavía es muy temprano para hacer comentarios sobre los desarrollos en la localidad baja de "varzea", de tal manera que las observaciones solamente se refieren a la localidad seca en el Latosol rojo oscuro. Se observó variación considerable en el vigor y el rendimiento entre las accesiones, pero las diferencias morfológicas fueron pequeñas. El 89% se calificó como de rendimiento bajo a moderado y sólo un 11% como de un alto rendimiento. Cuatro accesiones (CIAT 744, 7182, 8834 y 9020) fueron mucho mas productivas que el testigo CIAT 9900. Ninguna de las accesiones había producido flores para finales de la estación lluviosa. Ocurrió daño ligero por trips e insectos comedores de hojas. La antracnosis se observó como enfermedad foliar y no como mancha de las vainas y causo algo de muerte descendente terminal. Dos accesiones, CIAT 17281 y CIAT 17282, fueron moderada a severamente atacadas por la enfermedad.

Especies de Desmodium

En Diciembre de 1984, se sembraron 78 accesiones de D. ovalifolium en el latosol rojo oscuro, junto con el testigo CIAT 350 (BRA-001996). Más tarde en la estación lluviosa se sembraron accesiones en la "varzea". Las siguientes observaciones solamente se refieren a las accesiones en el latosol rojo oscuro. El establecimiento fue mucho más lento que para otras accesiones de Stylosanthes, Centrosema o Pueraria. Veinte accesiones mostraron un mejor vigor temprano que CIAT 350 (BRA-001996) y la accesión CIAT 3673 (BRA-004235) fue la mejor del grupo. CIAT 3674 (BRA-007676) fue la única que produjo flores; la floración comenzó a principios de Abril. No se registraron ni enfermedades ni plagas, aunque algunas accesiones se observaron cloróticas.

Otras especies de Desmodium que se sembraron en ambas localidades fueron D. heterophyllum (18 accesiones), D. strigillosum (4 accesiones), D. heterocarpon (2 accesiones), y D. velutinum (1 accesión). La mayoría de las accesiones de D. heterophyllum fueron pobres, pero las accesiones CIAT 13155 (BRA-008605) y 13159 (BRA-008630) de D. strigillosum junto con D. heterocarpon CIAT 13189 (BRA-008567) fueron excelentes. En estas especies no se registraron ni enfermedades ni plagas y ninguna de las accesiones floreció.

Zornia glabra

Durante esta estación se establecieron en ambas localidades 20 accesiones junto con el testigo Z. latifolia CIAT 728 (BRA-000841). Las accesiones más vigorosas en el Latosol rojo oscuro fueron CIAT 8273 (BRA-008761), 8278 (BRA-003603), 8308 (BRA-008834) y el testigo CIAT 728 (BRA-000841). Se observaron niveles ligeros de datos debido a trips, minador de la hoja y mancha foliar por Drechslera, pero estaban ausentes los síntomas por Sphaceloma y virus.

EVALUACION REGIONAL DE GERMOPLASMA

Durante 1984-85 se hicieron visitas a 12 ensayos regionales (tipo B) establecidos en 1982 y 1983 entre las latitudes 3° Norte y 22° Sur. La red continúa funcionando muy bien y los ensayos se observaron bien mantenidos. Los experimentos están bajo defoliacion y se están colectando datos sobre rendimientos de materia seca. La especie sobresaliente en todas las localidades es S. guianensis (var. pauciflora y var. vulgaris) y el cv. Bandeirante se encuentra entre las mejores líneas. El comportamiento excelente de S. capitata CIAT 1097 (BRA-005886) en toda la red confirma las observaciones en el CPAC. Aunque S. macrocephala cv. Pioneiro está presentando un buen comportamiento en algunos ensayos, las accesiones CIAT 2039 (BRA-011118) y CIAT 2053 (BRA-011126) parecen ser más vigorosas en la mayoría de las localidades. En las 12 localidades, las gramíneas A. gayanus cv. Planaltina y B. brizantha cv. Marandú están mostrando una adaptación excelente. A localidades en Bahía y Piauí se ha enviado nuevo germoplasma de los géneros Centrosema, Stylosanthes y Zornia. De interés particular en estas dos localidades será el comportamiento de S. scabra.

EVALUACION AGRONOMICA DE PASTURAS DE GRAMINEAS-LEGUMINOSAS BAJO PASTOREO EN PARCELAS PEQUEÑAS
(Categoría III)

El germoplasma promisorio de las categorías anteriores se evalúa en parcelas individualmente pastoreadas para determinar la persistencia de la leguminosa.

Asociaciones de Andropogon gayanus con S. macrocephala y especies de Zornia

Este ensayo se estableció en 1981 y se concluyó este año después de cuatro estaciones. Siete asociaciones repetidas de Andropogon-leguminosas se pastorearon a dos cargas animales, obtenidas variando el tamaño de la parcela (320 y 480 m^2). Cada

parcela se pastoreó durante dos días cada tres semanas durante la estación lluviosa y cuatro días cada seis semanas durante la estación seca.

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos de materia seca total como efecto de la accesión de leguminosa y la carga animal. Las nuevas selecciones de S. macrocephala CIAT 2039 (BRA-011118) y CIAT 2053 (BRA-011126) fueron muy vigorosas y superaron en rendimientos a las accesiones CIAT 10138 y cv. Pioneiro (el testigo). Al final del ensayo se observaron diferencias significativas entre las dos nuevas accesiones y el rendimiento de materia seca en la leguminosa promedio 1.12 t/ha en comparación con 0.26 t/ha para el cv. Pioneiro. El contenido de Z. latifolia CIAT 728 (BRA-000841) declinó considerablemente con el tiempo y había casi desaparecido de las parcelas para Mayo de 1985. El pastoreo de Z. brasiliensis se terminó en 1983 debido a que (i) los animales rehusaron consumir la especies en cualquier época y (ii) se descubrieron alcaloides en estudios realizados en Colombia. Las diferencias en el rendimiento de materia seca entre los tratamientos de cargas animales se volvieron más pronunciadas a partir de 1983. Los rendimientos fueron mayores a la menor carga animal pero los contenidos de leguminosas fueron menores. Por ejemplo, los contenidos de leguminosa de S. macrocephala CIAT 2039 (BRA-011118) y CIAT 2053 (BRA-011126) a la carga alta en Mayo de 1985 fueron 32 y 29%, respectivamente, en comparacion con el 11% para ambas accesiones a la carga animal baja.

Hay alguna evidencia que sugiere que la mejor persistencia de S. macrocephala CIAT 2039 (BRA-011118) y CIAT 2053 (BRA-011126) puede estar asociada con una mejor producción de plántulas. Por ejemplo, a principios de la estación lluviosa, el número promedio de plántulas en las parcelas fue de 324 por m^2 para CIAT 2039 (BRA-011118) y CIAT 2053 (BRA-011126) en comparación con sólo 30 por m^2 para cv. Pioneiro y CIAT 10138. La tasa de supervivencia al final de la estación para todas las accesiones fue del 45%.

En el Cuadro 5 se presentan los rangos de la composición química y el contenido de materia seca digestible en las accesiones de leguminosas. Se observó variación entre las especies y las accesiones. De interés particular fue el contenido muy bajo de calcio en especies de Zornia en comparación con Stylosanthes. Este resultado es consistente con análisis realizados por otros investigadores en el CPAC.

La incidencia de enfermedades fue baja durante el experimento. Se observaron síntomas leves de Sphaceloma y mancha foliar por Drechslera en Z. latifolia CIAT 728 (BRA-000841). Todas las accesiones de Zornia fueron ligeramente atacadas por el complejo de virus-Meliola.

Asociaciones de tres gramíneas con S. guianensis var. pauciflora

En 1983 se estableció un ensayo adicional empleando el mismo diseño que en el experimento anterior. Se asociaron dos accesiones de S. guianensis var. pauciflora cv. Bandeirante y CIAT 2245 (BRA-012378) con A. gayanus cv. Planaltina, B. brizantha cv. Marandú y P. maximum CIAT 6116.

Las poblaciones de B. brizantha han mejorado considerablemente esta estación a partir de semilla producida por las plantas más viejas en el año de establecimiento.

Los rendimientos iniciales de materia seca y los contenidos de leguminosa en la segunda estación se ilustran en el Cuadro 6. El pastoreo se retuvo en el año del establecimiento y comenzó en Noviembre de 1984. No es posible sacar conclusiones actualmente puesto

Cuadro 4. Presentación de rendimientos de materia seca y contenidos de leguminosa de las accesiones de las especies de Stylosanthes macrocephala y Zornia asociadas con Andropogon gayanus bajo pastoreo a dos cargas animales.

Accesión de leguminosa con Andropogon	Presentación de rendimientos de materia seca (t/ha) de las asociaciones de Andropogon con leguminosa					
	3.11.82	30.5.83	7.11.83	24.5.84	8.11.84	20.5.85
Stylosanthes macrocephala						
cv. Pioneiro (testigo)	1.20 (21)[1]	3.64 (11)	1.34[2]	2.57 (5)	1.66[2]	3.76 (7)
CIAT 10138	1.29 (18)	2.65 (15)	1.06	2.41 (3)	2.50	4.63 (2)
CIAT 2039 (BRA-011118)	1.54 (71)	2.94 (51)	1.00	1.96 (22)	1.63	5.34 (22)
CIAT 2053 (BRA-011126)	1.18 (68)	3.08 (54)	0.73	2.48 (25)	2.05	5.06 (21)
Zornia latifolia						
CIAT 728 (BRA-000841) (Testigo)	1.35 (69)	2.28 (39)	0.84	2.46 (2)	2.08	5.41 (2)
Zornia brasiliensis						
CIAT 7485 (BRA-010103)	1.55 (59)	4.51 (98)	-	-	-	-
CIAT 8025 (BRA-002801)	1.42 (27)	3.47 (44)	-	-	-	-
E.E.	0.092	0.484	0.125	0.336	0.118	0.412
Carga animal baja	1.39 (52)	3.97 (45)	1.18	2.76 (4)	2.68	5.79 (5)
Carga animal alta	1.33 (41)	2.48 (64)	0.81	1.91 (19)	1.29	3.89 (16)
E.E.	0.101	0.675	0.131	0.234	0.283	0.472

1/ Los valores entre paréntesis indican contenidos de leguminosa (% de materia seca).
2/ En los muestreos del 7.11.83 y del 8.11.84 estaban presentes las leguminosas, pero por debajo de la altura de muestreo de 10 cm.

Cuadro 5. Rango en la composición química de accesiones de *Stylosanthes macrocephala* y especies de *Zornia* en pastoreo.

Leguminosa	Composición química (con base en MS)[1]			
	%N	%Ca	%P	% MSD[2]
S. macrocephala				
cv. Pioneiro (testigo)	1.09 - 2.30	0.94 - 1.17	0.05 - 0.17	28.17 - 50.14
CIAT 10138	1.04 - 2.36	0.72 - 1.14	0.06 - 0.17	29.37 - 52.83
CIAT 2039 (BRA-011118)	0.94 - 1.91	0.74 - 1.17	0.05 - 0.15	21.56 - 49.60
CIAT 2053 (BRA-011126)	0.98 - 1.88	0.74 - 1.08	0.05 - 0.16	28.07 - 50.26
Media	1.01 - 2.11	0.79 - 1.14	0.05 - 0.16	26.79 - 50.71
Z. latifolia				
CIAT 728 (BRA-000841) (Testigo)	1.33 - 2.18	0.26 - 0.52	0.05 - 0.14	30.93 - 46.64
Z. brasiliensis				
CIAT 7485 (BRA-010103)	2.16 - 2.73	0.33 - 0.50	0.11 - 0.20	30.90- 58.29
CIAT 8025 (BRA-002801)	1.31 - 2.47	0.25 - 0.48	0.06 - 0.19	30.67 - 60.41
Media	1.74 - 2.60	0.29 - 0.49	0.09 - 0.20	30.79 - 59.35

1/ Rango de 4 muestras tomadas en la segunda y tercera estaciones (dos en la estación seca y dos en la estación lluviosa).
2/ MSD = Materia seca digestible *in vitro*.

Cuadro 6. Rendimientos iniciales de materia seca y contenidos de leguminosa de accesiones de *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* asociadas con tres gramíneas a dos cargas animales al final de la segunda estación.

Asociaciones	Rendimientos iniciales de materia seca (t/ha) (1.11.84)				(16.5.85)			
	Carga animal (Baja)	Carga animal (Alta)	Media	E.E.	Carga animal (Baja)	Carga animal (Alta)	Media	E.E.
A. gayanus + *S. guianensis*								
cv. Bandeirante	3.93 (79)[1]	2.95 (73)	3.44 (76)		3.19 (69)	2.31 (84)	2.75 (77)	
CIAT 2245 (BRA-012378)	2.18 (65)	3.22 (57)	2.70 (61)		3.16 (67)	3.19 (82)	3.18 (75)	
P. maximum + *S. guianensis*								
cv. Bandeirante	2.64 (57)	2.94 (71)	2.79 (64)	0.22	3.29 (81)	2.88 (62)	3.09 (72)	0.31
CIAT 2245 (BRA-012378)	2.78 (70)	3.35 (78)	3.06 (74)		3.13 (78)	2.53 (66)	2.83 (72)	
B. brizantha + *S. guianensis*								
cv. Bandeirante	3.68 (84)	4.22 (80)	3.95 (77)		3.69 (60)	3.67 (58)	3.68 (59)	
CIAT 2245 (BRA-12378)	2.88 (84)	2.86 (73)	2.87 (79)		4.04 (75)	4.44 (26)	4.24 (51)	
Medias	3.02 (72)	3.26 (72)			3.42 (72)	3.17 (63)		
E.E.	0.36				0.43			

1/ Los valores entre paréntesis corresponden a los contenidos de leguminosa (% de materia seca).

que el experimento está en una etapa temprana. Se observaron diferencias significativas entre las asociaciones, pero los efectos de las cargas animales no fueron estadísticamente significativas. Las asociaciones de B. brizantha parecieron ser más productivas que otras asociaciones, pero hasta el momento no hay diferencias consistentes en el comportamiento de las dos leguminosas. En casi todos los casos las leguminosas fueron dominantes en las asociaciones.

Asociaciones de dos gramíneas con especies de Centrosema

En Diciembre de 1984, se estableció un nuevo experimento para evaluar una serie de accesiones de Centrosema en pastoreo.

Cada una de tres accesiones de C. brasilianum (CIAT 5234 BRA-006025), 5523 BRA-003662 y 5824 BRA-006254)), dos accesiones de la especie no nombrada de Centrosema (CIAT 5277 y 5568 BRA-004821) y tres líneas híbridas de C. pubescens x C. macrocarpum se combinaron con A. gayanus cv. Planaltina y B. brizantha cv. Marandú, con un tamaño de parcela de 250 m^2. En la próxima estación las parcelas se pastorearan cada tres semanas por dos días consecutivos durante la estación lluviosa y cada seis semanas por cuatro días consecutivos en la estación seca.

El establecimiento de B. brizantha fue muy bueno. A los 50 días después de la siembra, la densidad de población fue de 11 plantas/m^2. Por otra parte, A. gayanus se estableció pobremente y tuvo que ser resembrada. Sin embargo, a los 50 días después de la segunda siembra, la densidad de población había mejorado considerablemente hasta 16 plantas/m^2. En accesiones de Centrosema, las densidades promediaron 8 plantas/m^2. El desarrollo ulterior de plantas de C. brasilianum fue excelente y se han dispersado rápidamente por las parcelas.

Los contenidos de leguminosa (con base en materia seca) en las parcelas de A. gayanus en Mayo, al final de la estación lluviosa, se estimaron en 67% para CIAT 5824 (BRA-006254) y 82% para las accesiones CIAT 5234 (BRA-006025) y 5523 (BRA-003662). Los contenidos de leguminosa de Centrosema sp. y los híbridos de Centrosema fueron mucho más bajos y oscilaron entre 21 y 51%. Los contenidos de leguminosas en las parcelas de B. brizantha fueron aproximadamente de un 50% de los observados en las parcelas de A. gayanus. En las parcelas de Centrosema sp. y los híbridos de Centrosema se observaron síntomas de una deficiencia nutricional. Esta se identificó como una deficiencia de magnesio y se corrigió mediante la aplicación del elemento. C. brasilianum no mostró síntomas de la deficiencia.

EVALUACION DE PRODUCCION ANIMAL EN PASTURAS DE GRAMINEAS-LEGUMINOSAS (Categoría IV)

El germoplasma promisorio seleccionado en la Categoría III pasa a la evaluación final en ensayos de pastoreo en gran escala en la Categoría IV. Se estudia el comportamiento animal además de los parámetros de la pastura, utilizando el procedimiento computarizado "Botanal".

Asociaciones de Andropogon gayanus con especies de Stylosanthes

En 1981-82 se estableció un ensayo para evaluar pasturas de A. gayanus cv. Planaltina en asociacion con S. guianensis cv. Bandeirante, S. macrocephala cv. Pioneiro y S. capitata CIAT 1019 (BRA-007251) y 1097 (BRA-005886). Los resultados para los 12 meses del segundo año de pastoreo (1984-85) se presentan en el Cuadro 7. Estos nuevamente se dividieron en resultados para la estación seca y la estación lluviosa, cada una con seis meses de duración. Sin embargo, las lluvias comenzaron a finales de Octubre de 1984 y el mes de Noviembre se consideró como el primer

Cuadro 7. Comportamiento animal en pasturas de *Andropogon* - leguminosas durante la estación seca (Mayo a Octubre de 1984, inclusive) y la estación lluviosa (Noviembre de 1984 hasta Abril de 1985, inclusive).

Leguminosa con *Andropogon*	CA Estación seca (UA/ha)[1] 0.60	0.81	1.02	Medias	E.E.	CA en la estación lluviosa (UA/ha) 1.04	1.35	1.72	Medias	E.E.
	kg ganancia/animal/día					kg ganancia/animal/día				
S. capitata CIAT 1019 (BRA-007251)	0.091	0.039	0.017	0.049		0.686	0.689	0.491	0.622	
S. capitata CIAT 1097 (BRA-005886)	0.100	0.027	0.023	0.050	0.027	0.723	0.780	0.685	0.729	0.021
S. guianensis cv. Bandeirante	0.115	0.103	0.043	0.087		0.764	0.637	0.668	0.690	
S. macrocephala cv. Pioneiro	0.033	-0.037	-0.045	-0.016		0.746	0.705	0.680	0.710	
Medias	0.085	0.044	0.010			0.730	0.703	0.631		
E.E.		0.023					0.018			

1/ CA = Carga animal: 1 UA = 400 kg de peso vivo.

mes de la estación lluviosa. Las cargas promedio anuales fueron aproximadamente 9% más bajas que el año anterior.

La tendencia general fue similar a la del primer año de pastoreo (1983-84). La asociación que contenía S. guianensis cv. Bandeirante nuevamente dió las ganancias más altas en la estación seca. Sin embargo, las ganancias animales fueron mas bajas que en 1983-84. Con excepción de la asociación que contenía S. macrocephala cv. Pioneiro, la cual presentó un contenido de leguminosa muy bajo, los animales ganaron algún peso en todos los tratamientos en la estación seca. En los tratamientos de pasturas se observó una relación inversa entre las ganancias de los animales y el aumento en las cargas. En la estación lluviosa, las ganancias animales aumentaron marcadamente y fueron ligeramente superiores para las diferentes cargas animales que en 1983-84.

La relación negativa entre las ganancias de peso de los animales y el aumento en las cargas fue altamente significativa. Las mayores ganancias promedio en la estación seca se registraron en la asociación Andropogon - S. capitata CIAT 1097 (BRA-005886), la cual presentó una alta proporción de leguminosa en todas las cargas animales. Durante la estación lluviosa ocurrió una disminución marcada en el contenido de S. guianensis cv. Bandeirante.

Asociacion de B. brizantha y S. macrocephala

En Diciembre de 1982, se estableció un ensayo adicional con B. brizantha cv. Marandú y S. macrocephala CIAT 2039 (BRA-011118). El pastoreo se inició en Mayo de 1984. Todos los lotes se pastorearon continuamente a tres cargas animales. Los resultados para esta asociación en el primer año de pastoreo (1984-85) se presentan en el Cuadro 8. Las cargas animales fueron similares a las utilizadas en las asociaciones de Andropogon - leguminosas en 1984-85.

En la estación seca, las ganancias promedio fueron similares a las registradas en la asociación de Andropogon - S. guianensis cv. Bandeirante en 1984-85. Como se esperaba, las ganancias aumentaron en la estación lluviosa, pero fueron menores que en las asociaciones de Andropogon - leguminosas durante el mismo período. Esta diferencia probablemente se debe a una menor disponibilidad de materia seca en las pasturas de B. brizantha. A los niveles de aplicación de fertilizantes utilizados en los experimentos, la producción de materia seca de B. brizantha fue menor que para A. gayanus. En ambas estaciones, hubo una relación inversa significativa entre las ganancias de peso de los animales y las cargas. Obviamente, todavía no se pueden sacar conclusiones definitivas de este experimento.

MULTIPLICACION DE SEMILLA

Continuó la multiplicación de semilla de 53 leguminosas y gramíneas promisorias, de lo cual se informó en 1984. Un insecto comedor de hojas, identificado como Sphacophilus centrus, ha causado algún daño en parcelas de las accesiones de S. guianensis var. pauciflora. Esta plaga ha atacado la especie en años anteriores y parece ser específica del grupo "tardío". Se puede lograr el control con aplicación de insecticidas. Este año comenzó la multiplicación de dos nuevas accesiones de Paspalum guenoarum y P. conspersum, las cuales han mostrado ser promisorias en el Latosol rojo amarillo.

Cuadro 8. Comportamiento animal en una pastura de *Brachiaria brizantha* - *Stylosanthes macrocephala* durante la estación seca (de Mayo a Octubre de 1984, inclusive) y la estación lluviosa (Noviembre de 1984 hasta Abril de 1985, inclusive).

	CA en la Estación Seca (UA/ha)[1]					CA en la Estación Lluviosa (UA/ha)				
Asociación	0.67	0.82	1.07	Medias	E.E.	1.06	1.26	1.70	Medias	E.E.
	kg ganancia/animal/día					kg ganancia/animal/día				
B. brizantha cv. Marandú + *S. macrocephala* CIAT 2039 (BRA-011118)	0.137	0.086	0.051	0.091	0.013	0.534	0.475	0.441	0.483	0.021

1/ CA = Carga animal: 1 UA = 400 kg de peso vivo.

Proyecto Pasturas en Panamá (IDIAP/RUTGERS/CIAT)

Los objetivos del Programa de Pastos Tropicales en Panamá están contemplados dentro de un convenio entre la Universidad de Rutgers (New Jersey) y el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Estos se resumen así: (a) selección de germoplasma forrajero promisorio para ecosistemas de importancia económica en el país, (b) estudios agronómicos de especies adaptadas, principalmente en lo relativo a respuesta a bajos niveles de fertilizantes, (c) multiplicación de semilla de especies promisorias, y (d) control de malezas y evaluación del potencial de producción animal de especies promisorias por su adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad.

GERMOPLASMA

Ensayos Regionales Tipo A (ERA)

Finalizó el período de dos años de evaluación de los Ensayos Regionales A establecidos en 1983 en las localidades de Soná (Bosque húmedo tropical), Calabacito (Bosque húmedo tropical - subecosistema sabana derivada) y Los Santos (Bosque seco tropical). Un total de 22 entradas de gramíneas y 54 de leguminosas, incluyendo germoplasma nativo y/o naturalizado fueron evaluadas siguiendo la metodología descrita por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) para este tipo de ensayos (Informe Anual 1983, Programa de Pastos Tropicales - CIAT). Un reducido número de especies mostró adaptación a través de los tres sitios mencionados. De las gramíneas introducidas se destacaron el Andropogon gayanus 621 y 6200, el Brachiaria dictyoneura 6133, B. humidicola 679 y B. decumbens 606, además de las variedades Nunbank y Molopo de Cenchrus ciliaris en el ecosistema de Los Santos. El ecotipo local de Digitaria swazilandensis mostró pobre adaptación en Soná y Calabacito, caracterizados por alta acidez (pH 4.8-5.0) y alta saturación de aluminio (63-83%), en tanto que en Los Santos con mejores suelos (pH 6.3 y trazas de aluminio), la especie tuvo un comportamiento excelente.

Leguminosas sobresalientes por su gran rango de adaptación fueron el Stylosanthes guianensis 184 y en menor escala el S. guianensis 136, igualmente los Centrosema macrocarpum 5434 y 5062, los Centrosema sp. 5112 y 5278, los S. guianensis var.pauciflora 1280 y 1283 y el Pueraria phaseoloides 9900 (Kudzú), aunque este último tiende a defoliarse severamente hacia el final de la época seca. Los S. hamata 147 y 118 se adaptaron bien al ecosistema de Los Santos, en tanto que el S. capitata se comportó pobremente, pero estuvo muy bien en Calabacito y regular en Soná. La última localidad posee ultisoles ácidos y con alta saturación de aluminio y mayor precipitación y humedad relativa ambiental que los otros sitios, factor que pudo estar influyendo en el comportamiento del S. capitata.

La incidencia de enfermedades foliares fue mayor en Soná que en Calabacito y

Los Santos. Antracnosis fue alta en Aeschynomene histrix y en menor escala en S. guianensis común y en la var. pauciflora. S. guianensis 184 mostró más tolerancia que S. guianensis 136. Rizoctonia fue común y severa en ecotipos de Centrosema, particularmente C. brasilianum 5234, 5247 y 494; sin embargo, a pesar de las severas defoliaciones ocasionadas por la enfermedad durante la época lluviosa, la especie persistió a través de semilla, que produce durante gran parte del año. Hoja pequeña (Mycoplasma sp.) se presentó con mayor severidad en C. macrocarpum 5062 y 5065 en Soná, moderada incidencia en Calabacito y no se observó en Los Santos; en cambio en esta última localidad se presentó añublo de la inflorescencia (Rizopus sp.) en S. sympodialis 1044.

Plagas comunes en los tres sitios fueron el salivero (Aenolamia sp.) y escama (Antonina graminis) en gramíneas, particularmente severos en las del género Brachiaria y el Digitaria swazilandensis. Ataques fuertes y esporádicos hubo en Soná y Los Santos del Mocis sp. que aparentemente estuvo asociado a la ocurrencia de períodos secos cortos dentro de la época lluviosa. Hormigas arrieras fueron comunes en los tres sitios y mostraron preferencia por el S. guianensis 184; además se observó en Los Santos ataque de comejenes en plantas adultas de S. scabra 1047. Chupadores, raspadores y comedores de hoja fueron comunes en las leguminosas, pero su incidencia fue de leve a moderada. Un resumen de adaptación de las especies se muestra en el Cuadro 1.

Ensayos Regionales Tipo B (ERB)

Tomando como base el germoplasma promisorio de los ERA, se han establecido Ensayos Regionales B en las localidades de El Ejido (Los Santos), Soná y Río Hato. El ERB de El Ejido se inició en su establecimiento a fines de 1983 (Informe Anual 1984, Programa de Pastos Tropicales - CIAT) y continúa bajo evaluación, en tanto que en los otros dos sitios se está en el período de establecimiento. Las especies incluídas en el ERB de Soná comprenden las gramíneas B. decumbens 606, B. dictyoneura 6133, B. humidicola 6369, A. gayanus 621 y 6200, D. swazilandensis y el Hyparrhenia rufa (Faragua), además de las leguminosas S. guianensis 184, 136 y 191, S. guianensis var. pauciflora 1280, S. capitata 10280, Desmodium ovalifolium 350, C. macrocarpum 5062, Centrosema sp. 5278, Arachis pintoi 17434 y P. phaseoloides 9900 (Kudzú).

El ERB de Río Hato es responsabilidad de la Facultad de Agronomía (FAUP) y está localizado en la Estación Experimental de esta institución, localizada en la Provincia de Coclé. El ecosistema se acerca más a bosque seco tropical, con precipitación promedio anual de 1,000 mm; suelos arcillo-arenosos con pH 6.0 y baja saturación de aluminio, clasificados como Alfisoles. El experimento se inició en su establecimiento durante el mes de Junio y comprende un total de 27 ecotipos de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas establecidas son: B. humidicola 6707, 679 y 6369, B. decumbens 606, A. gayanus 621 y 6200, H. rufa (local) y D. swazilandensis (local); además las leguminosas C. macrocarpum 5065, 5062, 5434 y 5478, C. pubescens 438, 5126 y 5189, Neonotonia wightii 216, P.phaseoloides 9900 (Kudzú), S. capitata 10280, S. guianensis 184 y 136, S. scabra 1047, S. hamata 147 y 118, S. sympodialis 1044, S. macrocephala 2133 y un ecotipo local de Leucaena leucocephala. Durante el establecimiento se han destacado por su vigor los C. macrocarpum, C. pubescens, S. guianensis. P. phaseoloides y ecotipos de las gramíneas A. gayanus y B. humidicola, en tanto que el S. capitata y S. macrocephala han mostrado pobre crecimiento.

Ecotipos de Brachiaria

Los 21 ecotipos de Brachiaria spp. inicialmente establecidos en Gualaca, se encuentran también bajo evaluación en Finca Chiriquí, Calabacito, Soná y 12 de ellos en Chepo. Las pruebas más avanzadas comprenden los sitios de Gualaca y Finca Chiriquí. El Cuadro 2 muestra resultados de estimación visual de tolerancia a sequía en estos sitios y se observa la gran variabilidad de los ecotipos a este fenómeno natural que dura de 4 a 5 meses en promedio. Especies como B. dictyoneura 6133 y el grupo de las B. humidicola son las más tolerantes, observándose además que la amplitud del rango de variación es mucho mayor en la Finca Chiriquí que en Gualaca, debido a que el estrés generado por sequía, es mucho menor en el último lugar.

Ataques severos de 'salivazo' sólo se han presentado en Finca Chiriquí, mientras que la incidencia del insecto es nula o insignificante en Gualaca. El Cuadro 3 muestra las variaciones en población de espumas y ninfas en los diferentes ecotipos de Brachiaria. Es claro que no existe una relación directa entre número de espumas y número de ninfas/m^2 y ésto probablemente se deba a variaciones en tamaño de espuma, lo que podría estar asociado con el diferente microclima creado por la especie en sus respectivas parcelas y su efecto posterior sobre el insecto. Mayor número de ninfas se ha observado en los B. humidicola y B. dictyoneura 6133 y mucho menor en la B. decumbens 6131.

Sin embargo, el grado de tolerancia al 'salivazo' se cuantifica por la capacidad productiva de la especie bajo condiciones de infestación. El Cuadro 4 muestra que en Finca Chiriquí en condiciones de alta incidencia del insecto, el mayor rendimiento lo produjo el B. humidicola 6707 con 2.4 t MS/ha y que a su vez se mostró altamente infestada (109 ninfas/m^2), indicando una muy buena tolerancia al insecto. En general el grupo de los B. humidicola y el B. dictyoneura 6133 han mostrado buen comportamiento bajo alta infestación de 'salivazo' en las condiciones prevalentes de clima y suelo en Finca Chiriquí. Gualaca por tener mejores suelos, mayor precipitación y ausencia del insecto, tiene mejores rendimientos de forraje y menor variabilidad entre ellos, como se indica en el Cuadro 4; sin embargo, especies como B. eminii 6241, B. ruziziensis 6291 y B.brizantha 664, han mostrado relativos bajos índices de rendimiento en ambos sitios.

Ecotipos de Leucaena

En cooperación con el Instituto Nacional de Agricultura (INA) localizado en Divisa, se ha venido evaluando la producción estacional de materia seca comestible (MSC) de 16 ecotipos de Leucaena en un suelo tipo Inceptisol de pH 5.6 y trazas de aluminio. El germoplasma lo componen 7 ecotipos de L. leucocephala, 4 de L. diversifolia, 1 de L. Shannoni, 2 híbridos de L. pulverulenta y 1 de L. leucocephala y Leucaena sp., respectivamente. Se han realizado cortes cada 8 semanas a 40 cm de altura, y el material separado en hojas y tallos menores de 5 mm para formar la materia seca comestible (MSC). El Cuadro 5 muestra que existe variabilidad entre y dentro de los ecotipos. Durante la época seca el mayor rendimiento lo mostró el Leucaena sp. (híbrido) 17478 con 122 g MSC/m^2, en tanto que el Leucaena leucocephala 17491 obtuvo el menor rendimiento (36 g MSC/m^2). La especie L. diversifolia ocupó rangos inferiores en los rendimientos en tanto que el L. leucocephala tuvo un amplio rango de variación en producción, ocupando la variedad Cunningham valores intermedios. Tendencia similar se ha observado en los rendimientos de la época lluviosa. Sin embargo el L. leucocephala 17488 y el L.pulverulenta (híbrido) 17490, incrementaron sus rendimientos a niveles comparables con

Cuadro 1. Germoplasma destacado en tres sitios de Panamá, después de dos años de evaluación. Panamá, 1985.

Especie y No. CIAT	Sitio		
	Soná (BhT)	Calabacito (BhT-Sd)	Los Santos (BsT)
A. gayanus 621, 6200	E*	E	E
B. dictyoneura 6133	E	E	E
B. humidicola 679	E	E	E
C. ciliaris Nunbank y Molopo	-	-	E
D. swazilandensis	R	R	E
B. decumbens 606	R	R/B	R/B
S. guianensis 184	E	E	E
S. guianensis 136	R	E	B
C. macrocarpum 5434, 5062	R/B	E	E
C. sp. 5112, 5278	R/B	E	E
S. guianensis var.pauciflora 1280, 1283	R	E	R
P. phaseoloides	E	E	E
S. hamata 147, 118	-	-	E
S. capitata cv. 'Capica'	R	E	M

Cuadro 2. Estimación visual de tolerancia a sequía de 21 ecotipos de Brachiaria establecidos en Gualaca y finca Chiriquí. Panamá, 1985.

Especie	No.CIAT	Indice relativo de tolerancia a sequ	
		Finca Chiriquí	Gualaca
B. dictyoneura	6133	91.0	65.0
B. humidicola	6369	89.0	77.0
B. humidicola	675	89.0	70.0
B. humidicola	679	86.0	72.0
B. humidicola	6707	85.0	73.0
B. humidicola	6705	84.0	70.0
B. humidicola	682	82.0	73.0
B. humidicola	6709	68.0	67.0
B. decumbens	(Control)	52.0	40.0
B. eminii	6241	51.0	30.0
B. ruziziensis	6134	51.0	32.0
B. ruziziensis	6130	49.0	33.0
B. ruziziensis	6419	43.0	32.0
B. brizantha	6298	40.0	40.0
B. brizantha	6012	38.0	52.0
B. ruziziensis	6291	35.0	32.0
B. brizantha	6009	33.0	52.0
B. brizantha	664	33.0	48.0
B. decumbens	6132	27.0	43.0
B. ruziziensis	654	25.0	33.0
B. decumbens	6131	24.0	40.0

* Escala visual: 0-30: pobre; 31-60: regular; 61-90: buena; 91-100: excelente.

Cuadro 3. Población promedio de espumas y ninfas/m^2 en 21 ecotipos de Brachiaria spp. establecidos en la finca Chiriquí, Panamá 1985.

Especie	No. CIAT	Número de espumas*	Número de ninfas**
B. humidicola	6705	22.6	113.1
B. humidicola	675	23.3	113.0
B. humidicola	679	24.5	112.7
B. humidicola	6707	24.9	109.7
B. humidicola	682	23.4	107.6
B. dictyoneura	6133	17.7	89.0
B. brizantha	6298	17.7	78.1
B. humidicola	6369	16.4	74.4
B. eminii	6241	5.4	68.7
B. ruziziensis	654	6.7	46.7
B. brizantha	6012	12.3	44.0
B. brizantha	664	9.5	41.9
B. humidicola	6709	19.1	37.7
B. brizantha	6009	11.6	36.0
B. decumbens	6132	17.9	33.8
B. ruziziensis	6291	4.4	32.6
B. brizantha	6016	2.5	32.3
B. ruziziensis	6130	5.5	21.3
B. ruziziensis	6134	6.6	18.3
B. decumbens	6131	8.5	10.3
B. decumbens	(Control)	9.7	27.7

* Promedio de 3 muestreos cada 20 días (Julio-Agosto).

** Promedio de 5 muestreos cada 20 días (Mayo-Agosto).

Cuadro 4. Producción estacional de materia seca de 21 ecotipos de *Brachiaria* spp. establecidos en Gualaca y Finca Chiriquí. Panamá, 1985.

Especie	No. CIAT	Producción promedio de MS (t/ha)	
		Gualaca*	Finca Chiriquí**
B. decumbens	(Control)	3.5	0.5
B. ruziziensis	6130	3.1	0.3
B. humidicola	679	3.1	1.6
B. humidicola	675	2.9	1.8
B. humidicola	6707	2.8	2.4
B. humidicola	682	2.7	1.7
B. humidicola	6369	2.6	0.9
B. humidicola	6705	2.5	1.5
B. ruziziensis	6134	2.5	0.3
B. decumbens	6132	2.4	0.5
B. humidicola	6709	2.4	1.5
B. ruziziensis	6419	2.4	0.3
B. dictyoneura	6133	2.4	1.4
B. brizantha	6298	2.3	0.3
B. brizantha	6009	2.2	0.3
B. eminii	6241	2.2	0.1
B. brizantha	6012	2.2	0.4
B. ruziziensis	654	2.1	0.4
B. ruziziensis	6291	2.1	0.1
B. decumbens	6131	2.0	0.4
B. brizantha	664	1.8	0.1

* Promedio de 4 cortes cada 5 semanas.

** Promedio de 3 cortes cada 5 semanas.

los ecotipos más destacados durante el verano. Tanto en invierno como en verano, los tres ecotipos de mayor rendimiento han sido el L. pulverulenta (híbrido) 17488, L. leucocephala 17467 y Leucaena sp. (híbrido) 17478, destacándose además este último por tener un menor contenido de mimosina y mayor capacidad de rebrote después de los cortes. Este experimento continuará por un año más.

Multiplicación de Semilla

Han continuado las actividades de multiplicación de semilla de líneas experimentales promisorias y la recopilación de información de parámetros reproductivos y de cosecha con el objeto de mejorar la producción de semillas forrajeras. El mayor número de observaciones se han realizado en la Estación Experimental de Gualaca (Chiriquí). El Cuadro 6 muestra rendimientos de varias especies durante los años 1984-1985. El S. guianensis 136 incrementó los rendimientos durante el segundo año, pero las plantas no sobrevivieron al corte de cosecha; algo similar había ocurrido en 1984, pero una nueva generación de plantas provenientes de semilla hizo posible la cosecha de 1985; sin embargo, este mecanismo de persistencia no funcionó durante el último año y el lote fue invadido por malezas, imposibilitando la recuperación de la especie. Algo similar ocurrió con el S. capitata 'Capica', debido principalmente a la pérdida de vigor de las plantas madres y la poca competencia de las nuevas generaciones provenientes de semilla. La combinación de altas precipitaciones registradas en los últimos años en Gualaca con la competencia de malezas anuales de hoja ancha y gramíneas, se argumentan como las causantes de la poca persistencia del 'Capica'.

El C. macrocarpum 5065 no formó semilla durante 1984 debido a condiciones desfavorables de tiempo. Sin embargo, durante 1985 la especie floreció y fructificó normalmente alcanzando rendimientos de 50 kg/ha de semilla, cosechada en varios pases. El último año se caracterizó por una marcada diferencia en precipitación entre las épocas de invierno y verano, lo que no ocurrió en 1984. Menores rendimientos de semilla se observaron en el Kudzú durante el segundo año, pero es probable que los rendimientos estén subestimados por deficiencias en la cosecha y pérdida considerable de semilla madura en el campo. El A. gayanus ('Veranero') también redujo sus rendimientos durante el segundo año, debido a disminución en la población de plantas y pérdida de vigor de la especie por exceso de precipitación (5139 mm en 1984) durante la estación lluviosa. Lo anterior sugiere condiciones marginales de crecimiento para el Veranero en el ecosistema de Gualaca y que la alta precipitación y a veces poca diferencia entre las estaciones de invierno y verano, es una limitante en las prácticas de multiplicación de semilla.

Control de Malezas

La selectividad de varios herbicidas pre- y posemergentes durante el establecimiento del P. phaseoloides (Kudzú) fue reportada previamente (Informe Anual 1984, Programa de Pastos Tropicales, CIAT). Dosis seleccionadas de los mejores herbicidas se escogieron para establecer un nuevo experimento con la especie, incluyendo desyerbas manuales como parte de los tratamientos. El Cuadro 7 confirma la selectividad hacia el Kudzú de los herbicidas oxyfluorfen, alachlor y metachlor aplicados en preemergencia. Se observa una población de plantas sobrevivientes muy similar en todos los tratamientos, lo que se compara favorablemente con 15 plantas presentes en el testigo.

Observaciones realizadas 130 días después de aplicados los herbicidas preemergentes, indican mayor rendimiento del Kudzú para el tratamiento

Cuadro 5. Parámetros de rendimiento, contenido de Mimosina y altura de rebrote de 16 ecotipos de Leucaena durante el primer año de evaluación en divisa. Panamá, 1985.

Especie	No.CIAT	Rendimiento ($g/MSC/m^2$) Verano*	Rendimiento ($g/MSC/m^2$) Invierno	Mimosina (%)**	Altura Rebrote (cm)***
Leucaena sp.	17478 Híbrido	122	685	3.0	89
L. leucocephala	17467	111	931	4.1	46
L. pulverulenta	17489 Híbrido	109	699	3.9	51
L. shannoni	17487	97	618	4.1	57
L. leucocephala	17477	95	423	3.1	57
L. leucocephala	17475 Híbrido	94	446	3.5	43
L. leucocephala	17502 Cunningham	87	608	4.3	56
L. leucocephala	17495	83	404	4.8	50
L. leucocephala	17498	76	466	4.0	59
L. pulverulenta	17490 Híbrido	73	640	3.7	63
L. diversifolia	17503	69	536	3.2	55
L. diversifolia	17485	64	309	3.8	75
L. leucocephala	17488	63	620	4.6	81
L. diversifolia	17388	52	460	4.2	61
L. diversifolia	17461	49	402	3.5	43
L. leucocephala	17491	36	313	3.6	53

* Promedio de 3 cortes en verano y 2 en invierno, respectivamente.
** En base seca.
*** Rebrote después de 8 semanas en invierno.

Cuadro 6. Rendimiento de semilla de especies forrajeras durante los años 1984-85 en Gualaca, Panamá.

Especie	Area Cosechada (ha)	Rendimiento estimado kg/ha* 1984	Rendimiento estimado kg/ha* 1985
Stylosanthes guianensis CIAT 136	0.15	30.0 (4.5) +	45.3 (6.8)
Stylosanthes capitata 'Capica'	0.33	589.0 (194.5)	-
Pueraria phaseoloides CIAT 9900 (Kudzú)	1.00	22.5 (22.5)	11.0 (11.0)
Centrosema macrocarpum CIAT 5065	0.40	-	25.0 (10.0)
Andropogon gayanus 'Veranero'	2.0	431.0 (862.0)	192.0 (384.0)

* Rendimientos manuales de semilla cruda.
\+ Entre paréntesis el total de semilla cosechada.

Cuadro 7. Número promedio de plántulas de Kudzú (P. phaseoloides), 25 días después de aplicados herbicidas preemergentes durante la fase de establecimiento. Gualaca, 1985.

Tratamiento	Dosis (kg ia/ha)	X de plantas por tratamiento*	
A. Preemergencia			S.E.
1. Oxyfluorfen	0.50	14	3.4
2. Alachlor	2.24	14	1.8
3. Metachlor	1.40	13	3.7
4. Oxyfluorfen + Alachlor	0.50 + 0.50	14	1.0
5. Oxyfluorfen + Desyerba manual	0.50	14	2.7
6. Alachlor + Desyerba manual	2.24	14	2.0
7. Metachlor + Desy. manual	1.40	13	3.5
8. Oxyfluorfen + Alachlor + Desyerba manual	0.50 + 0.50	13	1.0
B. Pre + Posemergencia**			
9. Oxyfluorfen + Acifluorfen	0.50 + 0.60	14	1.8
10. Oxyfluorfen + Fluazyfop-butyl	0.50 + 0.50	14	3.4
11. Oxyfluorfen + Pendimentalina	0.50 + 1.30	10	3.5
12. Alachlor + Acifluorfen	2.24 + 0.60	13	0.9
13. Alachlor + Fluazyfop-butyl	2.24 + 0.50	12	5.2
14. Alachlor + Pendimentalina	2.24 + 1.30	14	2.3
C. Posemergencia			
15. Acifluorfen	0.60	12	3.3
16. Fluazyfop-butyl	0.50	16	2.3
17. Pendimentalina	1.30	15	1.4
18. Desyerba manual	-	15	1.3

* Se sembraron 21 plantas por parcela de 2 x 3 m de tamaño.
** Productos posemergentes aplicados 35 días después de la siembra.

Cuadro 8. Rendimientos relativos de Kudzú (P. phaseoloides) y otras especies, 130 días después de aplicados herbicidas pre- y posemergentes para el control de malezas durante la fase de establecimiento. Gualaca, 1985.

Tratamiento	Dosis (kg ia/ha)	Rendimiento kg MS/ha		
		Kudzú	Malezas	
			Calopo*	Otras**
A. Preemergencia				
1. Oxyfluorfen	0.50	308	705	628
2. Alachlor	2.24	294	586	892
3. Metachlor	1.40	368	486	947
4. Oxyfluorfen + Alachlor	0.50 + 0.50	255	885	774
5. Oxyfluorfen + Desyerba manual	0.50	560	14	226
6. Alachlor + Desyerba manual	2.24	606	22	424
7. Metachlor + Desyerba manual	1.40	675	0	327
8. Oxyfluorfen + Alachlor + Desyerba manual	0.50 + 0.50	515	0	395
B. Pre + Posemergencia +				
9. Oxyfluorfen + Acifluorfen	0.50 + 0.60	240	603	166
10. Oxyfluorfen + Fluazifopbutyl	0.50 + 0.50	350	512	1060
11. Oxyfluorfen + Pendimentalina	0.50 + 1.30	280	321	742
12. Alachlor + Acifluorfen	2.24 + 0.60	355	564	206
13. Alachlor + Fluazifopbutyl	2.24 + 0.50	182	662	1141
14. Alachlor + Pendimentalina	2.24 + 1.30	268	344	1258
C. Posemergencia +				
15. Acifluorfen	0.60	356	528	749
16. Fluazyfopbutyl	0.50	204	308	2102
17. Pendimentalina	1.30	277	437	1229
18. Desyerba manual	Testigo	779	0	390

* Calopogonium mucunoides, considerada maleza en este caso.
** Complejo de malezas dominado por Croton trinitatis, Borreria alata y Mimosa sp.
\+ Productos posemergentes aplicados 35 días después de la siembra.

de desyerba manual, seguido por el metachlor 1.40 kg ia/ha más una desyerba manual (Cuadro 8). Otros tratamientos destacados fueron el alachlor 2.24 y oxyfluorfen 0.50, ambos combinados con una desyerba; es decir, que el efecto de control de malezas ejercido únicamente por los pre-emergentes no fue suficiente para un buen control, sin embargo el tiempo de desyerba de los tratamientos tratados con preemergentes fue la mitad, comparado con el testigo manual, lo que implicaría una reducción en la mano de obra empleada en esta operación. Los relativamente bajos rendimientos del Kudzú se deben en parte a la alta incidencia de la leguminosa nativa Calopo (Calopogonium mucunoides), la que no fue controlada por ninguno de los herbicidas aplicados en pre- o posemergencia; sólo las desyerbas manuales eliminaron esta especie.

Los tratamientos alachlor + acifluorfen (2.24+0.60) y oxyfluorfen + acifluorfen (0.50+0.60) aplicados en pre- y posemergencia respectivamente, redujeron considerablemente la población de malezas, pero no controlaron el Calopo, además de retardar el crecimiento del Kudzú por efecto del acifluorfen. Los productos posemergentes tuvieron poca efectividad sobre el complejo de malezas presentes; el fluazyfopbutyl 0.50 mostró su selectividad hacia el Kudzú, pero tuvo la más alta infestación de las malezas de hoja ancha Croton trinitatis, Borreria alata y Mimosa sp. Por otro lado, el efecto residual del preemergente oxyfluorfen 0150 fue mayor que el del alachlor 2.24 y metachlor 1.40, lo que se reflejó en un mayor control de malezas de hoja ancha y valores intermedios y altos de Kudzú y Calopo respectivamente.

Colección de Germoplasma

Durante los meses de Febrero y Marzo se realizó una gira de colección de germoplasma forrajero con énfasis en leguminosas, desde la provincia de Chiriquí (occidente) hasta la provincia de Panamá (oriente). Participó un especialista de CIAT y se contó con el apoyo financiero del Grupo Regional de Pastos de América Central y del Caribe (GREDPAC). Un total de 2,179 km fueron recorridos cubriendo parcialmente las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé y Panamá. Se colectaron 331 muestras de leguminosas forrajeras de 20 géneros diferentes (Cuadro 9), sobresaliendo el género Centrosema, de las que 15 muestras distribuídas en todas las provincias visitadas, corresponden a la especie de Centrosema altamente promisoria, C. macrocarpum. Una muestra de C. brasilianum fue colectada por primera vez en Panamá en la provincia de Coclé. El germoplasma colectado fue compartido por IDIAP y CIAT, iniciándose además la evalua-

Cuadro 9. Material colectado de germoplasma de leguminosas nativas en Panamá. Provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Cocle y Panamá. Febrero 21-Marzo 2, 1985.

Género	No.muestras colectadas
Aeschynomene	27
Alysicarpus	4
Calopogonium	32
Canavalia	11
Centrosema	66
Desmodium	54
Dioclea	9
Galactia	16
Mucuna	6
Rhynchosia	24
Stylosanthes	27
Teramnus	18
Vigna/Macroptilium	18
Zornia	18
Otros géneros (Desmanthus, Clitoria, Prosopis, Tephrosia, Crotalaria, Flemingia)	11
Total	331

ción de especies promisorias, como los C. macrocarpum que son de hoja más lanceolada y florecimiento tardío, en comparación con otros ecotipos encontrados en Latinoamérica.

EVALUACION DE PASTURAS

Durante el presente año se inició el pastoreo de las asociaciones establecidas en colaboración con la Facultad de Agronomía en Chiriquí (Ensayo Regional C, ERC) y el ensayo sobre productividad de pasturas solas y asociadas en Gualaca (Ensayo Regional D, ERD) (Informe Anual 1984, Programa de Pastos Tropicales, CIAT). Novillas de aproximadamente 250 kg de peso se utilizan en el ERC e igual que novillos de peso similar utilizados en el ERD, están pasando por el período de acostumbramiento en los potreros. Observaciones efectuadas en el ERC de Chiriquí indican un buen balance en las asociaciones A. gayanus 621 y S. capitata 'Capica'; B. humidicola y P. phaseoloides 'Kudzú'; H. rufa 'Faragua' y S. capitata 'Capica' y H. rufa "Faragua' con C. macrocarpum 5065. Esta última especie ha disminuído en densidad asociada con el A. gayanus 621. Se observó muerte de plantas de la leguminosa en la época seca, lo que probablemente ocurrió por la marcada competencia por humedad ejercida por la gramínea durante este período, lo que no ocurrió en la asociación con la otra gramínea H. rufa 'Faragua'.

Un nuevo experimento de pastoreo tipo ERD está en proceso de establecimiento en la Subestación de Calabacito (Veraguas), caracterizada por Ultisoles ácidos (pH 4.8) y alta saturación de aluminio. Los tratamientos son 5 asociaciones - A. gayanus CIAT 621 y H. rufa (local) asociados con S. capitata 'Capica'; B. dictyoneura CIAT 6133 y B. humidicola (local) asociadas con P. phaseoloides (Kudzú) y A. gayanus CIAT 621 asociado con C. macrocarpum CIAT 5062 sometidos a una carga animal de 2 an/ha en la época lluviosa y 1.3 an/ha en la época seca, en un sistema de pastoreo alterno con 28 días de ocupación y 23 de descanso. El área total del experimento es de 15 ha y se encuentra establecido en más de un 50%.

Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales

INTRODUCCION

El principal objetivo de la Sección de Ensayos Regionales es el de evaluar nuevo germoplasma forrajero en los principales ecosistemas de América tropical, mediante un esfuerzo combinado entre las instituciones nacionales de investigación y el Programa de Pastos Tropicales del CIAT. La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) opera bajo un programa sistemático de evaluación compuesto de cuatro etapas denominadas Ensayos Regionales A, B, C y D (ERA, ERB, ERC y ERD), que permiten introducir, evaluar agronómicamente y bajo pastoreo el germoplasma promisorio. Las dos primeras etapas (ERA y ERB) son esencialmente agronómicas; en ellas el germoplasma es seleccionado fundamentalmente por su tolerancia a clima, suelo, plagas y enfermedades. En los Ensayos Regionales A se evalúa supervivencia de un gran número de entradas (80-150) en pocos lugares representativos, dentro de los ecosistemas mayores (sabana bien drenada isohipertérmica "Llanos", sabana bien drenada térmica "Cerrados", sabana mal drenada, bosque tropical semisiempreverde estacional y bosque tropical lluvioso). En los Ensayos Regionales B, se estima la producción estacional bajo corte, de las mejores entradas seleccionadas en la etapa anterior, en un número mayor de sitios dentro de cada ecosistema. En los Ensayos Regionales C y D se estudia el efecto del animal para estimar características, tales como estabilidad y persistencia de los componentes (gramíneas y leguminosas) de la pastura (ERC) y producción de carne, leche y/o terneros bajo diferentes sistemas de manejo (ERD).

AVANCES DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES

Reunión del Comite Asesor de la RIEPT

El rápido progreso de la RIEPT, experimentado en los últimos años, ha generado, como era de esperar, la necesidad de responder a nuevas incógnitas y dar así respuesta a problemas que surgen en la evaluación progresiva y sistemática de germoplasma. Con el objeto de discutir los criterios a seguir en la investigación de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT, se llevó a cabo, con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), una reunión de trabajo con representantes de instituciones nacionales, invitados especiales y el Comité Asesor de la RIEPT, para discutir la "Necesidad de investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT". Asistieron 35 representantes de instituciones nacionales e internacionales de 17 países (Cuadro 1).

En esa reunión se definieron los aspectos más importantes sobre el ajuste de fertilización en pasturas tropicales; la técnica para evaluar la

Cuadro 1. Participantes en la Reunión de trabajo sobre "Necesidad de Investigaciones de Apoyo en la Evaluación Sistemática de Pasturas dentro de la RIEPT". Cali, Colombia, Octubre 15-18, 1985.

País	Institución	Participantes
AUSTRALIA	CSIRO	T.R. Evans
BRASIL	CEPLAC/CEPEC	J. Marques Pereira
	EMBRAPA/CNPGC	W. Vieira Soares
	EMBRAPA/CPATU/IICA	M.A. Calderón
	EPAMIG	N.M. de Sousa Costa
	IPAGRO/MIRGEN	J. Soares Pereira
COLOMBIA	CIAT	J.M. Toledo, J.G. Salinas, J.M. Spain, R.S. Bradley, C. Seré, J. Lenné, R. Vera, M. Fisher, C. Lascano, R. Schultze-Kraft, G. Keller-Grein, D. Thomas, J.E. Ferguson, J.W. Miles, E.A. Pizarro. S.R. Saif, B. Grof, J. Stanton, P. Thornton, B. Maass, T. Mitamura, Ch. Hamilton, M.C. Amézquita
	CIID	H.H. Li Pun
	ICA	P.E. Mendoza, F. Munévar, L.A. Hernández
COSTA RICA	CATIE	R. Borel
	Min. de Agricultura	R. Argüello
CUBA	ICA	A. Barrientos, M. López
	Min. de Agriculura	J.J. Paretas
CHILE	U. Católica/CIAT	O. Paladines
ECUADOR	IICA	H. Caballero
GUATEMALA	IICA	G. Cubillos
HONDURAS	Sec. Rec. Naturales	C. Burgos
MEXICO	INIA/SARH	A. Ramos, A. Peralta
	INIP/SARH	J.A. Ortega
NICARAGUA	MIDINRA	J.A. Oporta
PANAMA	IDIAP	C.M. Ortega
	IDIAP/GREDPAC	C.G. Morán
	U. Rutgers/CIAT/IDIAP	P.J. Argel
PARAGUAY	Min. de Agricultura	R. Samudio, C. Romero de Villagra

Cuadro 1. (Continuación).

País	Institución	Participantes
PERU	INIPA	H. Ibazeta
	INIPA/CIPA X	C.R. Valles
REP. DOMINICANA	CENIP/SEA	M.Y. Soto
TRINIDAD	CARDI	P.O. Osuji
VENEZUELA	AGATUM	L. Boscán
	CORPOZULIA/LUZ	I. Urdaneta
	FONAIAP	A. Flores

fijación de nitrógeno en leguminosas forrajeras; las metodologías a utilizar en la evaluación de plagas y enfermedades y la multiplicación e investigación en producción de semillas de plantas forrajeras. A este conjunto de metodologías se le denominó "investigación de apoyo", la cual debe ser visualizada como investigación paralela y complementaria.

Las metodologías propuestas y las recomendaciones de los grupos de trabajo serán publicadas en las memorias de la reunión, para posterior distribución a los miembros y colaboradores de la RIEPT.

III Reunión General de la RIEPT

La III Reunión General de la RIEPT se llevó a cabo entre el 21 y el 24 de Octubre de 1985, con el apoyo económico del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Por vez primera, se tuvo la oportunidad de discutir, además de las pruebas agronómicas ERA y ERB, las pruebas regionales de apoyo y de pastoreo ERC y ERD, lo cual refleja los progresos en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT.

En esta oportunidad 59 colaboradores de 46 instituciones nacionales de investigación de 18 países (Cuadro 2) presentaron un total de 111 trabajos.

Cada grupo de presentaciones correspondientes a los diferentes ecosistemas concluyó con una discusión sobre los resultados presentados, en la cual hubo activa participación de los investigadores asistentes.

Además de la presentación de los resultados de ensayos regionales, se expusieron los obtenidos en la evaluación de germoplasma en los centros mayores de EMBRAPA-CIAT, Planaltina, Brasil e ICA-CIAT, Carimagua, Colombia. Igualmente, se trató sobre el suministro de semillas y los medios de comunicación disponibles en la RIEPT.

Evolución de los Ensayos Regionales

La RIEPT cuenta actualmente con información parcial de 160 ensayos regionales dentro de los cinco ecosistemas mencionados, de acuerdo con la siguiente distribución porcentual: ERA, 16%; ERB, 55%; ERC, 8%; ERD, 5%; y ER

Cuadro 2. Participantes en la III Reunión General de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Cali, Colombia. Octubre 21-24, 1985.

País	Institución	Participantes
ARGENTINA	INTA	L.S. Verde
BOLIVIA	CIAT	G. Vega
	IBTA/CHAPARE	A. Vallejos
	UMSS	J. Espinoza
BRASIL	CEPLAC/CEPEC	J. Marques Pereira, M. A. Moreno
	EMBRAPA/CPAC	C.M.C. da Rocha, A. O. Barcellos. J.R. Peres
	EMBRAPA/CNPGC	W. Vieira Soares, M.I.O.Penteado
	EMBRAPA/CPATU	E.A. Serrao
	EMBRAPA/CPATU/IICA	M.A. Calderón
	EPABA	L.A. Borges de Alencar
	EPAMIG	N.M. de Sousa Costa
	IPAGRO/MIRGEN	J. Soares Pereira
	UFV/CEPET	C. Prates Zago
COLOMBIA	CENICAFE	S. Suárez, J. Rubio, L.F. Machado, C. Franco
	CIAT	J.M. Toledo, B. Grof, J.M. Spain. J.G. Salinas, R.S. Bradley, R. Vera. J. Lenné, J.E. Ferguson, C. Seré, J.W. Miles, R. Schultze-Kraft, C. Lascano, M. Fisher, D. Thomas, G. Keller-Grein, E.A. Pizarro, Ch. Hamilton, M.C. Amézquita, P. Thornton, B. Maass, J. Stanton, L.H. Franco, D.L. Molina, O. Sierra, A. Ramírez, E. Salazar, H. Giraldo
	CIID	H.H. Li Pun
	ICA	P.E. Mendoza, F. Báez, A. Mila, A.E. Acosta, J.A. Barros, R. Pérez, P.A. Cuesta
	SEMILLANO	S. Monsalve
	U. de la Amazonía	R. Angulo
	U. Nacional	L.A. Giraldo
	U. Tecn. de los Llanos	L.H. Lemus
COSTA RICA	Min. de Agricultura	R. Argüello, J. Gómez
CUBA	ICA	M. López, A. Barrientos
	Min. de Agriculura	J.J. Paretas, I. Hernández
CHILE	U. Católica/CIAT	O. Paladines

Cuadro 2. Continuación.

País	Institución	Participantes
ECUADOR	IICA	H. Caballero
GUATEMALA	C. Univ. del Norte	O. Pineda
	IICA	G. Cubillos
	ICTA	H.E. Vargas
GUYANA FRANCESA	INRA	B. Moise
HONDURAS	CURLA/UNAH	G. Valle
	SEC. REC. NAT.	C. Burgos, H. Cruz
MEXICO	INIA/SARH	A. Ramos, A. Peralta, A. Córdoba, A. Cigarroa, J.F. Enríquez
	INIP/SARH	J.A. Ortega
NICARAGUA	MIDINRA	J.A. Oporta
PANAMA	IDIAP	C. Ortega, S. Ríos, O. Duque, E. Arosemena, D. Urriola, H.O. Aranda
	IDIAP/GREDPAC	C.G. Morán
	U. Rutgers/CIAT/IDIAP	P.J. Argel
PARAGUAY	PRONIEGA/M. Agric.	C. Romero de Villagra, P. Valinotti
PERU	INIPA	H. Ibazeta, R. Schaus
	INIPA/CIPA X	C.R. Valles, W. López
	INIPA/CIPA XVI	R. Dextre
	INIPA/PEPP/NCSU	K. Reátegui
	IVITA	H.A. Huamán, C.A. Reyes
TRINIDAD & TOBAGO	CARDI	P.O. Osuji
VENEZUELA	AGATUM	L. Boscán
	CORPOZULIA/LUZ	I. Urdaneta
	FONAIAP	A. Flores, L.A. Millán
	U. Central Venezuela	P.J. Arias

de apoyo, 16%.

En la Figura 1 se presenta la distribución geográfica de los ensayos regionales hoy en ejecución y la evolución del número de pruebas regionales activos y reportando información en el período comprendido entre 1978 y 1985.

Los Cuadros 3, 4, 5, 6 y 7 muestran el país, localidad, institución, colaborador, el ecosistema al que pertenece el ensayo regional y tipos de ensayos (ERA, ERB, ERC, ERD y ER-Apoyo), respectivamente.

RESULTADOS DE ENSAYOS REGIONALES POR ECOSISTEMAS

Sabanas bien drenadas isotérmicas "Cerrados"

Las observaciones preliminares de los

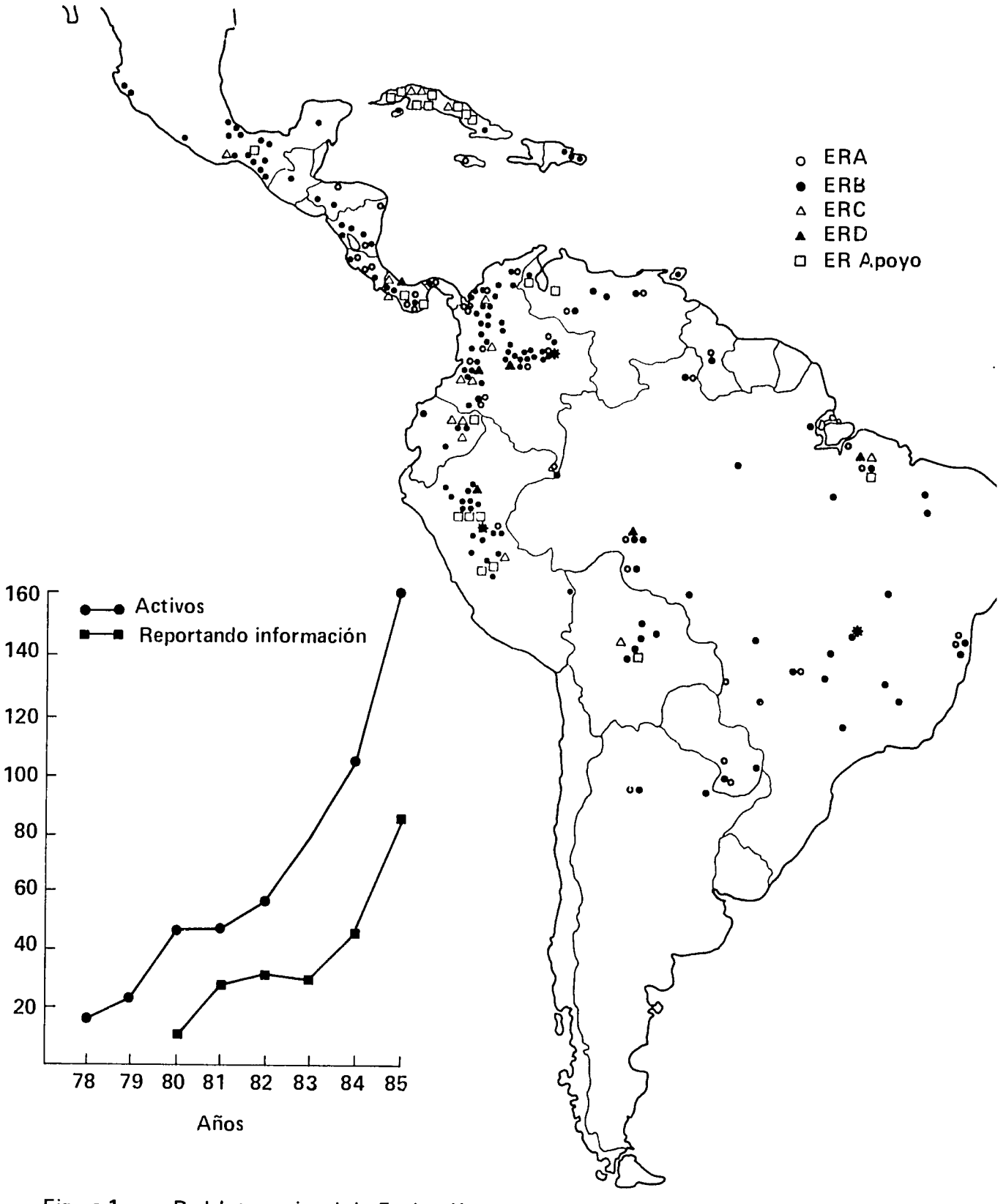


Figura 1. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), 1985, y evolución del número de ensayos regionales activos y reportando información, 1978-1985.

Cuadro 3. Ensayos Regionales A activos durante 1985.

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema*	Fecha siembra
BRASIL	Boa Vista II	EMBRAPA-UEPAT Boa Vista/ R. Perin, V. Gianluppi	SBDH	V-84
	Itabela II	CEPLAC-CEPEC/M. Moreno, J.M. Pereira, R. Cantarutti	BTSSVE	III-83
	Ouro Preto	EMBRAPA-UEPAE Belém/ C.A. Goncalves	BTSSVE	XI-83
	Porto Velho	EMBRAPA-UEPAE Belém/ C.A. Goncalves	BTSSVE	X-83
	Itajú	CEPLAC/M. Moreno	BTL	1984
COLOMBIA	Carimagua	CIAT/B. Grof, E.A. Pizarro	SBDH	XII-83
	La Romelia	CENICAFE/S. Suárez	BTSSVE	X-84
	Palmira	ICA-CIAT/D. Echeverry. Ensayos Regionales	BTSSVE	VI-84
	Macagual II	ICA/A. Acosta	BTL	IV-83
	Tulenapa I	ICA/A. Mila	BTL	IV-84
	Tulenapa II	ICA/A. Mila	BTL	IV-84
	Turipaná	ICA	BTL	IV-84
	Motilonia	ICA/J. Barros	BTSSVE	IV-84
	Las Leonas	CIAT/Ensayos Regionales	SBDH	VI-84
COSTA RICA	Guápiles	MINAG/O.Sánchez, G.Guevara	BTL	1983
	San Carlos	ITCR-MINAG/P. Chaverri. J. López, O. Sánchez	BTL	VI-83
	Turrialba	CATIE/R. Borel	BTL	III-83
HONDURAS	La Ceiba	CURLA-UNAH/G. Valle	BTL	VIII-83
NICARAGUA	Pto. Cabezas	MIDINRA/O. Miranda	BTL	VI-83
PANAMA	Calabacito	IDIAP/H. Aranda, M. Pinilla	BTL	VII-83
	Divisa	INA/G. Gonzalez, P. Argel	BTL	VI-84
	Los Santos	IDIAP/O. Duque, E. Vargas	BTL	IX-83
	Sona	IDIAP/E. Arosemena, L. Tasón, M. Flores	BTL	IX-83
	El Chepo	IDIAP/F. Garibaldo	BTL	IX-83
	Penonome	IDIAP/E. Arosemena	BTL	VII-83
PARAGUAY	Eusebio Ayala	PRONIEGA-MAG/P. Valinotti, O.A. Molas	SMD	XII-83

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

Cuadro 4. Ensayos Regionales B activos durante 1985.

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema*	Fecha siembra
BOLIVIA	Peroto	IBTA/R. Baptista	BTSSVE	1984
	Yapacaní	CIAT/G. Vega, O. Velasco	BTL	II-85
	San Javier	CIAT/G. Vega	BTL	1985
BRASIL	Boa Vista	EMBRAPA-UEPAT Boa Vista/ V. Gianluppi, R. Perin	SBDH	V-83
	Amarante	EMBRAPA-UEPAE Teresina/ G. Moreira	SBDT	I-84
	Barreiras	EPABA/L.A.B. de Alencar	SBDT	XI-82
	Campo Grande	EMBRAPA-CNPGC/M.I. Penteado	SBDT	XI-83
	Capinópolis	CEPET-UFV/C.P. Zago, M.E. da Cruz, C.M. da Rocha	SBDT	XII-83
	Felixlandia	EPAMIG/N.M. Sousa Costa	SBDT	XI-83
	Amapá	EMBRAPA-UEPAT Macapá/ A.P.Souza,P.R.Meirelles	SBDT	II-84
	Planaltina	EMBRAPA-CPAC/A.O. Barcellos, C.M.da Rocha, D.Thomas	SBDT	I-83
	Sao Carlos	EMBRAPA-UEPAE Sao Carlos/ L.A.Correa, R.Godoy,J.L. da Costa, C.M. da Rocha	SBDT	XII-83
	Vilhena	EMBRAPA-UEPAE Belém/C.A. Goncalves, C.M.da Rocha	SBDT	1984
	Teresina	EMBRAPA-UEPAE Teresina/L.C. Pimentel, G.M. Ramos	SBDT	1983
	Barrolandia II	CEPLAC-CEPEC/J.M. Pereira	BTL	III-83
	Barreiras II	EPABA/L.A.B. de Alencar	SBDT	XII-84
	Jaciara	EMPA/G.S. Lobo	SBDT	XI-83
	Goiania	EMGOPA/J.M. Sobrinho	SBDT	I-84
	Araguaina	EMGOPA/A. Braga	SBDH	XII-84
	Jataí	EMGOPA/E. Barbosa García	SBDT	1985
	Paragominas	EMBRAPA-CPATU/J.B. da Veiga, E.A. Serrao	BTSSVE	1983
COLOMBIA	Carimagua II	CIAT-La Reserva/P. Avila, R. Gualdrón	SBDH	IX-85
	Carimagua III	CIAT-La Alegría/P. Avila, R. Gualdrón	SBDH	IX-85
	Alto Menegua	CIAT/Ensayos Regionales	SBDH	IV-83
	Bonanza	CIAT/Ensayos Regionales	SBDH	IV-83
	Guadalupe	CIAT/Ensayos Regionales	SBDH	IV-83
	Pachaquiaro	CIAT/Ensayos Regionales	SBDH	IV-83
	Los Cerezos	ICA/J. Barros	SBDH	IV-84
	Magangué	CIAT/R.Botero, R.Posada	SBDH	V-84
	Amalfi	Sec.Agric.Ant./L.A. Giraldo	BTSSVE	IV-84
	El Rosario	CENICAFE/S. Suárez, H. Marín	BTSSVE	1984
	Gigante	CENICAFE/A. Suárez		

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

Cuadro 4. (Continuación).

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosis-tema	Fecha siembra
	Paraguaicito	CENICAFE/S. Suárez, L.O. Arias	BTSSVE	V-83
	Supía	CENICAFE/S. Suárez, L.F. Machado	BTSSVE	V-83
	Palmira	ICA	BTSSVE	VI-84
	Quilichao II	CIAT/Ensayos Regionales	BTSSVE	XI-82
	Quilichao III	CIAT/Ensayos Regionales	BTSSVE	IV-85
	El Nus	ICA/F. Baáez	BTL	IV-84
	Macagual (Florencia)	CIAT-ICA-U. Amazonía/ A.Acosta, R.Angulo, G.Collazos	BTL	IV-83
	La Libertad	ICA/P. Cuesta	BTL	IV-84
	Leticia	CIAT-Bat.Mixto/Ensayos Regionales	BTL	XII-82
	Mutatá	ICA/H. Restrepo	BTL	IV-84
	Tulenapa	ICA/A. Mila	BTL	IV-84
	Villavicencio	CIAT-SEMILLANO/Ensayos Regionales	BTL	IX-83
	Turipaná	ICA	BTL	V-84
	San Marcos	ICA	SBDH	V-84
	Motilonia	ICA/J. Barros	BTSSVE	V-84
	Caucasia	Sec.Agric.Ant./J. Marín	BTSSVE	1985
	Arboletes	Sec.Agric.Ant./E. Osorio	BTL	1985
	Puerto Berrío	Sec.Agr.Ant./O.Velásquez	BTL	1985
	Andes	Sec.Agric.Ant./A.Sánchez	BTSSVE	1985
	Villavicencio	CIAT-U.TECN.LLANOS/ J.C.Sánchez,G.Gómez	BTL	VI-85
	Las Leonas	CIAT/Ensayos Regionales	SBDHq	VI-85
COSTA RICA	Hojancha	MINAG-CORENA/J.J. Gómez, R. de Lucía	BTL	IX-83
CUBA	Las Tunas	ECP-MINAG/A. Gutiérrez, R.Juan, A.González	SBDH	1983
ECUADOR	El Napo II	INIAP/J.E.Costales, K.Muñoz	BTL	XI-83
	Coca	INIAP/J.E. Costales	BTL	1983
GUATEMALA	Alto Verapaz	CENTRO UNIV./O. Pineda	BTL	VIII-84
HONDURAS	La Esperanza	SEC.REC.NAT./L. Acosta, H. Cruz	BTSSVE	VI-83
	La Ceiba	CURLA/G. Valle	BTL	1983
MEXICO	Cintalapa	INIA-SARH/E. Espinoza, A. Peralta	SBDH	VII-84
	Huimanguillo	INIA-SARH/J.I. López	BTSSVE	VI-83

Cuadro 4. (Continuación).

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema	Fecha siembra
	Isla Veracruz	INIA-SARH/J.Enríquez	SBDH	VII-83
	Loma Bonita	INIA-SARH/J. Enríquez	SBDH	VIII-83
	Niltepec	INIA-SARH/A. Córdova, A. Peralta	SBDH	VII-83
	San Marcos	INIA-SARH/A. Peralta	SBDH	VI-84
	Tonalá	INIA-SARH/A. Cigarroa, J. Palomo	SBDH	VI-83
	Tomatlan	INIA-SARH/J.M. Mendoza	SBDH	VII-84
	Jericó	INIA-SARH/A. Cigarroa, J. Palomo	BTSSVE	VI-83
	La Huerta	INIA-SARH/H. Regla	BTSSVE	VII-85
	Villacorzo	INIA-SARH/J.G. Moreno, A. Peralta	BTSSVE	VIII-84
	Jalapa	INIA-SARH/S. Amaya	BTL	VII-83
	Acayucán	INIA-SARH/J. Enríquez	BTSSVE	VII-84
	Alvarado	INIA-SARH/J. Enríquez	SBDH	VIII-84
	Justicia Social	INIA-SARH/M. Sandoval	BTSSVE	VII-84
NICARAGUA	Puerto Cabezas	MIDINRA-DGTA/F. Zelaya, O. Miranda	BTL	1983
PANAMA	El Ejido	IDIAP/O. Duque, E. Vargas	BTSSVE	VII-84
PARAGUAY	Caapucú	PRONIEGA-MAG/P. Valinotti	SBDH	X-83
	Yguazú	AG.COOP.INT.JAPON/K. Yusa	BTSSVE	XII-84
PERU	Moyobamba	GECC-INIPA/E. Palacios, R. Díaz	BTSSVE	X-82
	Pucallpa II	IVITA/C. Reyes, H. Ordóñez	BTSSVE	I-83
	Tingo María	UNAS/E. Cárdenas	BTL	1983
	Pto. Bermúdez	INIPA-PEPP-NCSU/K. Reátegui	BTL	V-84
	Pumahuasi	INIPA-CIPA X/H. Ibazeta, K. Reaátegui	BTL	1983
	Yurimaguas II	INIPA-NCSU/K. Reátegui	BTL	IX-83
	Tarapoto Coperholta II	INIPA-CIPA X/G. Silva, W. López, J. Macedo	BTSSVE	I-83
	Tarapoto ESEP II	INIPA-CIPA X/G. Silva	BTSSVE	I-83
	Iscozacín	PEPP-PP/R. Pérez	BTL	V-84
	Satipo	UNA La Molina/E. Cuadros, M.Rosemberg, F.Passoni	BTSSVE	X-84
REPUBLICA DOMINICANA	Haras Nales.	CENIP-SEA/M. Germán	BTSSVE	XI-83
	Pedro Brand	CENIP-SEA/M. Germán	BTSSVE	VIII-83
	Valle Seybo	CENIP-SEA/M. Germán	BTL	IX-83
VENEZUELA	Colabozo	U.CENTRAL VENEZ./P. Arias	SBDH	V-83
	Espino	FONAIAP/L.A. Barreto	SBDH	VIII-82

Cuadro 5. Ensayos Regionales C activos durante 1985.

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema*	Fecha siembra
BOLIVIA	Chimoré	CIF-UMSS/J. Espinoza, F. Gutiérrez	BTL	IV-82
BRASIL	Barrolandia	CEPLAC-CEPEC/J. Ribeiro, J.M. Pereira, J.M. Spain, M. Moreno	BTL	XII-83
	Paragominas	EMBRAPA-CPATU/J.B. da Veiga, E.A. Serrao	BTSSVE	II-84
COLOMBIA	Quilichao II	CIAT/E.A.Pizarro, C.Lascano	BTSSVE	XI-83
	Caucasia	CIAT-UDEA/L.F. Ramírez	BTSSVE	XI-83
CUBA	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/T. Ruiz, M. López, M. Monzote, L. Díaz	SBDH	1983
	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/T. Ruiz, M. Monzote, G. Bernal	SBDH	1983
ECUADOR	El Napo	INIAP/K. Muñoz	BTL	VIII-83
MEXICO	Juchitán	INIA-SARH/A. Córdova, A. Peralta	SBDH	X-81
PANAMA	Chiriquí	FAUP/N. Pitty, M. Rodríguez, P. Argel	SBDH	VII-84
	Gualaca	IDIAP/C. Ortega, D. Urriola	SBDH	X-84
PERU	Pulcallpa	IVITA/H. Huamán	BTSSVE	X-83
	Pto. Bermúdez	INIPA-PEPP-NCSU/K. Reátegui	BTL	XII-84

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

ERB establecidos entre 1983/84 se muestran en el Cuadro 8. Puede observarse una gran variación en la producción de materia seca acumulada a 12 semanas entre las leguminosas bajo evaluación, tanto para el período de máxima como de mínima precipitación. Es interesante destacar que los materiales más productivos en el período de máxima precipitación han sido los de menor producción en el período más seco (Cuadro 9), donde sobresalen Centrosema sp. y S. guianensis var. pauciflora con el 40% y 27% de la producción concentrada en el período de menor precipitación, respectivamente.

Las observaciones preliminares en este primer año de los 12 ERB establecidos en este ecosistema, en un rango de 3°15'N a 22°01'S y desde 15 msnm a 1150 msnm en suelos oxisoles y ultisoles, indican que las especies consideradas "claves" (S. guianensis var. vulgaris; S.guianensis var.pauciflora; S. capitata; S. macrocephala; S. viscosa) en el centro de selección mayor EMBRAPA-CPAC, Planaltina, Brasil, tienen una adaptabilidad amplia y además muestra que las especies seleccionadas en condiciones de suelo de baja fertilidad, parecen tener la capacidad de responder a condiciones de mayor fertilidad.

Cuadro 6. Ensayos Regionales D activos durante 1985.

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema*	Fecha siembra
BRASIL	Boa Vista	EMBRAPA-UEPAT Boa Vista/ V.Gianluppi, J.D.Santos	SBDH	V-82
	Macapá	EMBRAPA-UEPAT Macapá/ E.A. Serrao, A.P. Souza	SBDH	1982
	Paragominas	EMBRAPA-CPATU/M.B. Días, E.A.Serrao,J.B.da Veiga	BTSSVE	1982
	Rio Branco	EMBRAPA-UEPAE Rio Branco/ J. Pagani	BTSSVE	1984
	Porto Velho	EMBRAPA-UEPAE Porto Velho/ C.A. Goncalves	BTSSVE	IX-84
COLOMBIA	La Libertad	ICA/R. Pérez	BTL	1984
	La Romelia	CENICAFE/S.Suárez, J.Rubio, C. Franco	BTSSVE	XII-84
	Quilichao	CIAT/C. Lascano, E.A. Pizarro	BTSSVE	V-85
CUBA	Indio Hatuey	MES/C.A. Hernández, A.Alfonso, P.Duquesne	SBDH	IX-83
ECUADOR	El Napo	INIAP/K. Muñoz, J.Costales	BTL	1983
PANAMA	Calabacito	IDIAP-CIAT/E. Arosemena, P. Argel	BTSSVE	1984
	Gualaca	IDIAP/C. Ortega, D.Urriola	SBDH	X-83
PERU	Pucallpa I	IVITA/A. Riesco, C. Reyes, H. Huamán	BTSSVE	II-83

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

Hasta la fecha, pocos problemas de plagas y enfermedades se han observado, salvo la incidencia severa de antracnosis en S. capitata en algunas localidades (ej.: Amarante-Piauí), donde plantas nativas de esta especie se encuentran en abundancia alrededor del ensayo.

Sabanas bien drenadas isohipertérmicas "Llanos"

Pruebas regionales tipo B (ERB) han sido establecidas en varias localidades con una nueva lista de germoplasma. Completados dos años de evaluación se realizaron análisis de varianza para producción acumulada de MS a 12 semanas para cada ecotipo en los períodos de máxima y mínima precipitación, el índice de mantenimiento de la producción y el cálculo de la eficiencia de la producción de MS en relación a la precipitación ocurrida en el período de estimación de la misma.

El Cuadro 10 resume la producción media de materia seca de dos años de evaluación para las gramíneas y leguminosas forrajeras comunes a cinco localidades. En el período de mínima precipitación, A. gayanus 6200 tuvo

Cuadro 7. Ensayos Regionales de Apoyo activos durante 1985.

País	Localidad	Institución/Colaborador	Ecosistema	Tipo de ensayo
BOLIVIA	Chipiriri	IBTA/A.Ferrufino, F.Saavedra, A. Vallejos	BTL	Establecimiento y Plagas
BRASIL	Paragominas	EMBRAPA-CPATU/J.B.Da Veiga, E.A. Serrao	BTSSVE	Fertilización
	Cerrados	EMBRAPA-CPAC/G.W. Cosenza	SBDT	Plagas y enfermedades
	Diamantina	EPAMIG/N.M. Sousa Costa	SBDT	Enfermedades
CUBA	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/T.Ruiz, L.E.Díaz	SBDH	Establecimiento
	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/M.Monzote, T.Ruiz, M.López	SBDH	Establecimiento
	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/T.Ruiz, M.Monzote, G. Bernal	SBDH	Evaluación de pasturas asociadas
	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/M.López	SBDH	Inoculación
	San José de Las Lajas	ISCAH-MES/A.Barrientos	SBDH	Plagas y enfermedades
	Villa Clara	MES/J.Menéndez, H.Méndez	SBDH	Evaluación de pasturas asociadas
	Indio Hatuey	MES/J.Menéndez, S.Vega	SBDH	Evaluación de pasturas asociadas
	Indio Hatuey	MES/Y.González, C.Matías	SBDH	Producción de semillas
ECUADOR	El Napo	INIAP/K.Muñoz	BTL	Plagas y enfermedades
MEXICO	--	INIA-SARH/J.I. López	SBDH	Fertilización (A.g.)
	--	INIA-SARH/J.I. López	SBDH	Fertilización (B.d.)
	Tabasco	INIA-SARH/S. Amaya	BTL	Fertilización
PANAMA	Calabacito	IDIAP/H.Aranda, P.Argel	BTL	Establecimiento
	Chiriquí	IDIAP/D.Urriola, P.Argel, C. Ortega	SBDH	Plagas y enfermedades
PERU	Puerto Bermúdez	INIPA-PEPP-NCSU/K.Reátegui	BTL	Plagas y enfermedades
	La Esperanza	INIPA-PEPP-NCSU/K.Reátegui	BTL	Plagas y enfermedades
	Tarapoto	INIPA-CIPA X/C.Valles	BTSSVE	Plagas y enfermedades
	Tarapoto	INIPA-IST/R.Hernández, W.López	BTSSVE	Plagas y enfermedades
	Tarapoto	INIPA-CIPA X/C.Valles	BTSSVE	Plagas y enfermedades
VENEZUELA	Guachí	LUZ-CORPOZULIA/I.Urdaneta, R.Paredes	BTSSVE	Evaluación de pasturas asociadas
	Lago Maracaibo	LUZ-CORPOZULIA/I.Urdaneta	BTSSVE	Pruebas en fincas piloto

Cuadro 8. Producción media de leguminosas en el ecosistema de Cerrados. 1983-1984

Leguminosas*	Período de máxima precipitación MS kg/ha. 12 semanas	Período de mínima precipitación MS kg/ha. 12 semanas
Centrosema sp.	1745 ± 8	1192 ± 339
S. capitata	3265 ± 421	535 ± 68
S. guianensis var. vulgaris	2898 ± 1061	1747
S. guianensis var. pauciflora	3659 ± 755	1356 + 180
S. macrocephala	4532 ± 841	430 ± 74

* Centrosema sp. (CIAT 5112. local); S. capitata (CIAT 1019, 1097, 1318, 2252); S. guianensis var. pauciflora (CIAT 1095, 1297, 2191, 2203, 2244, 2245); S. macrocephala (CIAT 1281, 2039, 2053, 2271, 2732, 10325); S. guianensis var. vulgaris (CIAT 2746, 2747).

Cuadro 9. Porcentaje producido durante el período de mínima por leguminosas forrajeras en el ecosistema de Cerrados, 1983-1984.

Leguminosas*	%
Centrosema sp.	40 ± 7.1
S. capitata	14 ± 0.5
S. guianensis var. pauciflora	17 ± 3.9
S. macrocephala	9 ± 2.6

* Centrosema sp. (CIAT 5112. local); S. capitata (CIAT 1019, 1097, 1318, 2252); S. guianensis var. pauciflora (CIAT 1095, 1297, 2191, 2203, 2244, 2245); S. macrocephala (CIAT 1281, 2039, 2053, 2271, 2732, 10325).

una producción superior cuando fue comparada con el resto de las Brachiaria spp., mientras que en el período de máxima precipitación las Brachiaria spp. presentan una media en producción superior (1473 ± 594) a la media general del ecosistema, sobresaliendo B. dictyoneura 6133 con una producción casi dos veces superior a la media general del ecosistema y cuatro veces mayor a la que muestra la sabana nativa.

La producción media de materia seca para las leguminosas fue casi tres veces inferior en el período de mínima precipitación cuando fue comparada con el período de máxima precipitación. Parte de este resultado se debe a las condiciones realmente drásticas durante el segundo año de evaluación, donde la precipitación fue casi nula. De cualquier forma, esto permitió comprobar una vez más la persistencia y la eficiencia en la producción de ciertos materiales, especialmente S. capitata (Cuadros 11 y 12).

En lo que se refiere al índice de estabilidad de la producción (IEP), en el Cuadro 11 se resume la información para gramíneas y leguminosas. En el período de mínima precipitación las gramíneas tuvieron un IEP = 0.2, destacándose B. humidicola 6369 con un valor de 0.6. Para el período de máxima precipitación, casi todas las gramíneas mantuvieron la producción destacándose nuevamente otro ecotipo de B. dictyoneura 6133 con un IEP = 1.6, siendo este superior a la media general para el resto de las gramíneas bajo evaluación.

Cuadro 10. Producción media de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras a 12 semanas de rebrote durante dos años de evaluación en el ecosistema de Llanos, 1983-1985.

Ecotipos	No. CIAT	MS (kg/ha)	
		MN PPT	MX PPT
GRAMINEAS			
A. gayanus	6200	1355 a	1591 b
B. humidicola	6705	758 ab	1839 b
B. dictyoneura	6133	742 ab	2802 a
B. brizantha	6294	695 ab	1349 bcd
B. humidicola	6369	673 ab	1099 cde
B. brizantha	664	636 b	1097 cde
B. decumbens	6699	560 b	1419 bc
B. decumbens	6700	551 b	1053 cde
B. humidicola	6707	460 b	1743 b
B. ruziziensis	6419	330 b	860 de
Sabana nativa	--	215 b	673 e
PROMEDIO GENERAL		642	1453
LEGUMINOSAS			
S. capitata	2044	252 bc	1385 a
S. capitata	10280	473 abc	1364 a
Z. brasiliensis	7485	430 abc	1243 a
Centrosema sp.	5278	533 ab	1185 a
S. capitata	1441	400 abc	1153 a
S. macrocephala	1643	240 bc	1033 a
C. macrocarpum	5062	230 bc	924 a
S. macrocephala	2133	404 abc	828 ab
D. ovalifolium	3784	368 abc	694 ab
S. macrocephala	1582	401 abc	652 ab
Z. glabra	7847	587 a	633 ab
D. incanum	13032	200 c	164 b
PROMEDIO GENERAL		382	995

Respecto a leguminosas, éstas redujeron drásticamente la producción en el segundo año, siendo en parte debido al ya mencionado inusitado período seco que se prolongó desde finales de Noviembre de 1984 a mediados de Marzo de 1985. Para el período de máxima precipitación, el IEP medio fue de 0.9 con un rango de 0.1 para D. incanum 13032 a 2.6 para S. capitata 1441. Las únicas leguminosas que tuvieron un IEP igual o superior a 1 fueron los Stylosanthes, siendo 1.1 para S. capitata 10280 cv "capica", 1.2 para S. macrocephala 1643, 1.5 para S. capitata 2044 y 2.6 para S. capitata 1441.

Cuadro 11. Indice de estabilidad de la producción (IEP)* de gramíneas y leguminosas forrajeras en el ecosistema de Llanos, 1983-1985.

Ecotipos	No.CIAT	Mínima precipitación MS kg/ha Año 1	IEP	Máxima precipitación MS kg/ha Año 1	IEP
GRAMINEAS					
B. dictyoneura	6133	1242	0.2	1987	1.6
B. humidicola	6705	1114	0.3	1604	1.3
B. humidicola	6707	733	0.3	1561	1.2
A. gayanus	6200	2577	0.1	1685	0.9
B. decumbens	6699	1014	0.1	1412	1.0
B. brizantha	6294	1122	0.2	1254	1.2
B. humidicola	6369	792	0.6	1018	1.2
B. brizantha	664	1048	0.2	1002	1.2
B. decumbens	6700	843	0.3	1048	1.0
B. ruziziensis	6419	529	0.1	872	1.0
PROMEDIO GENERAL		1101	0.2	1344	1.2
LEGUMINOSAS					
Centrosema sp.	5278	965	0.1	1470	0.6
Z. glabra	7847	1020	0.0	740	0.7
S. capitata	10280	945	0.0	1293	1.1
Z. brasiliensis	7485	837	0.0	1401	0.8
S. macrocephala	2133	794	0.0	1186	0.4
S. macrocephala	1582	801	0.0	762	0.7
D. ovalifolium	3784	673	0.1	920	0.4
S. capitata	1441	677	0.0	618	2.6
S. capitata	2044	503	0.0	1111	1.5
S. macrocephala	1643	480	0.0	952	1.2
D. incanum	13032	480	0.0	300	0.1
C. macrocarpum	5062	460	0.0	1259	0.5
PROMEDIO GENERAL		720	0.02	1001	0.9

* $IEP = \frac{\text{kg MS/ha, 12 semanas, año 2}}{\text{kg MS/ha, 12 semanas, año 1}}$

El Cuadro 12 contiene la información sobre la eficiencia de la producción expresada en kg MS/ha por milímetro de lluvia caída durante el período de 12 semanas de evaluación. Cuatro de once gramíneas bajo evaluación presentan una eficiencia superior a la media para el período de máxima precipitación: B. dictyoneura 6133, A. gayanus 6200, B. humidicola 679 y A. gayanus 621, con valores de 4.7, 6.2, 7.7 y 10.0, respectivamente. En el período de mínima precipitación se destacan los mismos materiales, incorporándose a la lista B. brizantha 6294. En ambos períodos de evaluación los ecotipos de A. gayanus 621 y 6200 tuvieron los mayores índices de eficiencia duplicando al de la media

Cuadro 12. Eficiencia de la producción de materia seca en el ecosistema de Llano 1983-1985.

Ecotipos	No.CIAT	MS kg/ha/mm	
		MX PPT	MN PPT
GRAMINEAS			
A. gayanus	621	10.0 a	--
B. humidicola	679	7.7 b	5.3 b
A. gayanus	6200	6.2 bc	13.3 a
B. dictyoneura	6133	4.7 cd	4.9 b
B. brizantha	664	3.8 de	3.5 b
B. humidicola	6705	1.8 ef	3.4 b
B. humidicola	6707	1.5 f	2.2 b
B. humidicola	6369	1.3 f	2.4 b
B. brizantha	6294	1.2 f	5.0 b
B. decumbens	6700	1.0 f	3.4 b
B. ruziziensis	6419	1.0 f	1.7 b
PROMEDIO GENERAL		4.6	4.7
LEGUMINOSAS			
S. capitata	10280	3.0 a	0.9 cd
P. phaseoloides	9900	2.6 ab	0.0 d
C. macrocarpum	5062	2.5 ab	1.3 bc
D. ovalifolium	3784	2.3 abc	0.4 cd
Centrosema sp.	5278	1.9 abcd	3.1 a
C. macrocarpum	5065	1.8 abcd	0.0 d
Z. brasiliensis	7485	1.4 bcde	--
Z. glabra	7847	1.1 cde	2.2 ab
S. macrocephala	2133	1.0 cde	2.4 ab
S. capitata	2044	0.9 de	0.4 cd
S. macrocephala	1643	0.9 de	0.8 cd
S. capitata	1441	0.6 de	0.1 cd
S. macrocephala	1582	0.5 de	0.8 cd
D. incanum	13032	0.3 e	0.2 cd
PROMEDIO GENERAL		1.8	1.0

general. Durante el período de mayor precipitación, las leguminosas tuvieron una media de 1.89 con un rango de 0.3 para D. incanum 13032 a 3.0 para S. capitata 10280 cv. "capica". Las leguminosas con eficiencia igual o superior a la media son: C. macrocarpum 5062, 5065; Centrosema sp. 5278; D. ovalifolium 3784, P. phaseoloides 9900 y S. capitata 10280 cv. "capica".

Durante el período de menor precipitación, la media para todos los ecotipos bajo evaluación fue de 1.0, presentando un valor superior a la media C. macrocarpum 5062, Z. glabra 7847, S. macrocephala 2133 y Centrosema sp. 5278, con valores de 1.3, 2.2, 2.4 y 3.1, respectivamente.

La eficiencia media de la producción de materia seca por milímetro de

lluvia caída durante el período de evaluación para gramíneas y leguminosas, así como la precipitación durante los períodos de evaluación se resumen en el Cuadro 13.

En el período 1980 a 1985 se realizaron las evaluaciones para plagas y enfermedades en siete localidades del ecosistema Llanos. El Cuadro 14 muestra la información obtenida. En el período de cinco años se demuestra que enfermedades no son un problema para gramíneas, no obstante que comedores y especialmente salivazo llega a ser un problema importante. En general, podemos decir que las enfermedades más importantes por géneros, son: Antracnosis en Stylosanthes guianensis; costra por Sphaceloma y mancha foliar por Drechslera en Zornia; mancha foliar por Cercospora y añublo foliar por Rhizoctonia en Centrosema y nemátodos en Desmodium. Para el caso de plagas, los resultados señalan daños de importancia de insectos chupadores en los géneros de Stylosanthes, Zornia, Centrosema, Desmodium, Pueraria y Brachiaria y perforador de botones en Stylosanthes.

Ecosistema de bosques tropicales

Los resultados de los ERA establecidos en el ecosistema de bosque tropical se presentan en el Cuadro 15. En él se resume la información de las siguientes localidades: La Ceiba-Honduras; Itabela-Brasil; Macagual-Colombia; Paragominas- Brasil; Puerto Cabezas-Nicaragua. El Cuadro 16 muestra el porcentaje de gramíneas y leguminosas forrajeras seleccionadas en cada una de las localidades mencionadas con grado de adaptación igual o superior a bueno y con una cobertura del área de las parcelas experimentales de igual o mayor al 40%. Los valores encontrados en este período de evaluación son semejantes a los obtenidos en ERA en otras localidades dentro del mismo ecosistema (ver Informe Anual 1984, página 77).

Con base en la información proveniente de cerca de 40 ERB en este ecosistema que cuentan con más de dos años bajo evaluación, se ha realizado el mismo tipo de análisis que el mencionado para la información colectada en ecosistema de Llanos.

En el Cuadro 17 se observa que A. gayanus 621 y B. humidicola 679 son las gramíneas más estables en la productividad a través del tiempo, mientras que B. decumbens 606, probablemente por su susceptibilidad al salivazo, tuvo valores menores a 1 en ambos períodos de evaluación.

Entre las leguminosas, destacan por su estabilidad de la producción S. guianensis 136, C. macrocarpum 5065, C. pubescens 438, Z. latifolia 728 y D. ovalifolium 3784, que muestran un

Cuadro 13. Eficiencia de la produccion de materia seca en el ecosistema de Llanos.

Parámetros	MS kg/ha/mm	
	Mínima precipitación	Máxima precipitación
GRAMINEAS	4.[illegible]	4.6
CV (%)	70	33
Precipitación media (mm)	181 ± 155	815 ± 324
LEGUMINOSAS	1.0	1.8
CV (%)	82	45
Precipitación media (mm)	106 ± 46	815 ± 324

Cuadro 14. Enfermedades y plagas detectadas e identificadas en el ecosistema de sabana: 1980-1985.

Forrajeras	Plagas	Enfermedades
GRAMINEAS		
B. decumbens	Salivazo	--
B. dictyoneura	Comedores	--
LEGUMINOSAS		
A. histrix	Pulguilla	Antracnosis
C. brasilianum	Trips, pulguilla, comedores	Cercospora, Rhizoctonia
C. macrocarpum	Pulguilla, comedores	Cercospora
C. pubescens	Pulguilla, comedores	Cercospora
Centrosema sp.	Trips, pulguilla, comedores	Bacteriosis
D. ovalifolium	Comedores	Nematodos
C. gyroides	Pulguilla, comedores	Cercospora
P. phaseoloides	Trips, comedores	Antracnosis, Pseudo-cercospora
S. capitata	Pulguilla, comedores	--
S. guianensis	Pulguilla	Antracnosis
S. macrocephala	Pulguilla	--
S. leiocarpa	Pulguilla	Antracnosis
Z. brasiliensis	Pulguilla	--
Z. glabra	Trips, pulguilla, comedores	Antracnosis
Z. latifolia	Trips, comedores	Antracnosis, Drechslera

IEP superior a la media general del ecosistema en el período de máxima precipitación. En el período de mínima precipitación el IEP fue menor para casi todas las leguminosas bajo evaluación.

Se realizó un análisis para evaluar el rango de adaptabilidad de los ecotipos comunes en las diferentes localidades. Para ello se siguió el método sugerido por Eberhart y Russell, cuya referencia, modificación y pasos seguidos se encuentran descritos en el Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales de 1981, p. 57-66. En el Cuadro 18 se muestran los valores de la pendiente "b" que representa la capacidad de respuesta del ecotipo a diferentes ambientes del ecosistema, y el intercepto "a" que representa la media de productividad del ecotipo para el ecosistema. Se observa una productividad media superior en las gramíneas, mostrando A. gayanus 621 y B. humidicola 679 valores de "b" superiores al resto de las gramíneas en el período de máxima precipitación y menor en el período de mínima precipitación. De las leguminosas, las más productivas en promedio son: S. guianensis 64 A, 191, 1283, 136, en el período de máxima precipitación, mientras que en el período de menor precipitación, las producciones de las leguminosas son muy semejantes, a excepción de S. capitata 10280 cv. "capica", que es la de menor producción. En el mismo cuadro se presentan los índices significativos de adaptabilidad "b" para ambos períodos de evaluación. Estos valores "b". igual que en análisis anteriores (ver Informe Anual 1983 y 1984), tienden a ser más altos cuanto mayor es el rendi-

Cuadro 15. Gramíneas y leguminosas forrajeras con grado de adaptación igual o superior a bueno y cobertura igual o mayor al 40% en los Ensayos Regionales A del ecosistema de bosque: 1982-1985.

Ecotipos	No. CIAT
GRAMINEAS	
Andropogon gayanus	621, 6053, 6054, 6265
Brachiaria brizantha	664
Brachiaria decumbens	606
Brachiaria dictyoneura	6133
Brachiaria humidicola	679, 6369
Brachiaria ruziziensis	6019
Panicum maximum	604, 622, 673, 697
LEGUMINOSAS	
Centrosema sp.	5112, 5118, 5277
Centrosema brasilianum	494, 5234
Centrosema macrocarpum	5062, 5065, 5434, 5452, 5629
Centrosema pubescens	438, 5126, 5172, 5189
Desmodium heterophyllum	349
Desmodium ovalifolium	350, 3673, 3784
Leucaena leucocephala	17475, 17488, 17491, 17498, 17502
Pueraria phaseoloides	7979, 9900, 17303
Stylosanthes guianensis var. *vulgaris*	136, 184, 1175
Stylosanthes guianensis var. *pauciflora*	1280, 1283
Zornia glabra	7847

Cuadro 16. Porcentaje de gramíneas y leguminosas forrajeras seleccionadas con grado de adaptación igual o superior a bueno y cobertura igual o mayor al 40% en los Ensayos Regionales A del ecosistema de bosque: 1982-1985.

Localidades	Gramíneas	Leguminosas
La Ceiba, Honduras	80	39
Itabela, Brasil	50	42
Macagual, Colombia	17	27
Paragominas, Brasil	70	41
Puerto Cabezas, Nicaragua	83	38
Promedio General	60 ± 27	37 ± 6

miento del ecotipo.

El Cuadro 19 presenta los resultados sobre la eficiencia de la producción de materia seca acumulada a 12 semanas en relación a la precipitación ocurrida durante el período de evaluación. En forma general, gramíneas y leguminosas son más eficientes en el período de mínima precipitación, confirmando los resultados obtenidos por varios colaboradores para este ecosistema. Dentro de las gramíneas sobresale *A. gayanus* 621 en el período de máxima precipitación y *A. gayanus* 621, *B. dictyoneura* 6133 y *B. decumbens* 606 en el período de menor precipitación. Entre las leguminosas

Cuadro 17. Indice de estabilidad de la producción* de gramíneas y leguminosas forrajeras en el ecosistema de bosque: 1982-1985.

Ecotipos	No. CIAT	Máxima precipitación		Mínima precipitación	
		MS kg/ha Año 1	IEP	MS kg/ha Año 1	IEP
GRAMINEAS					
B. dictyoneura	6133	5154	0.7	2815	0.7
A. gayanus	621	3227	1.2	2836	0.8
B. decumbens	606	3016	0.7	3251	0.5
B. humidicola	679	2178	1.0	1658	1.1
Promedio general		3394	0.9	2640	0.8
LEGUMINOSAS					
Z. latifolia	9199	4117	0.5	--	--
S. guianensis	64A	3202	0.7	2151	0.7
C. macrocarpum	5062	2440	0.9	904	1.1
S. guianensis	191	2338	0.9	2100	0.7
S. guianensis	1283	2373	0.8	1818	1.0
Z. glabra	7847	2182	0.9	1688	0.9
C. macrocarpum	5065	1845	1.1	--	--
Centrosema sp.	5112	2292	0.7	1798	0.8
A. histrix	9690	1861	1.0	1143	1.0
S. guianensis	136	1705	1.2	1739	0.6
D. ovalifolium	350	1752	1.0	2169	0.7
Z. latifolia	728	1371	1.3	1973	0.6
C. pubescens	5189	1452	1.0	1173	1.0
C. pubescens	438	989	1.4	1189	1.0
S. capitata	10280	1326	0.6	992	0.5
P. phaseoloides	9900	1037	1.1	1751	0.4
D. ovalifolium	3784	693	2.0	1125	0.7
C. brasilianum	5234	890	1.0	1240	0.7
Promedio general		1881	1.0	1560	0.8

$$* \text{ IEP} = \frac{\text{kg MS/ha, 12 semanas, año 2}}{\text{kg MS/ha, 12 semanas, año 1}}$$

Cuadro 18. Indice de adaptabilidad b, de gramíneas y leguminosas en el ecosistema de bosque tropical[a]: 1982-1985.

Ecotipos	No.CIAT	Máxima precipitación			Mínima precipitación		
		a (MS kg/ha)	b[b]	r^2 (%)	a (MS kg/ha)	b[b]	r^2 (%)
GRAMINEAS							
A. gayanus	621	6985	1.35	58**	3513	0.68	56*
B. decumbens	606	5716	0.75	88**	4640	0.90	29NS
B. dictyoneura	6133	5432	0.49	51*	3168	0.84	73**
B. humidicola	679	4896	1.16	82**	1716	0.68	77*
LEGUMINOSAS							
S. guianensis	64A	5344	0.98	80**	1651	1.31	93**
S. guianensis	191	4899	1.10	96**	1951	1.22	99**
S. guianensis	1283	4217	0.95	95**	1818	0.89	91*
S. guianensis	136	4046	0.91	88**	1967	0.83	80**
D. ovalifolium	350	3828	0.90	95**	1927	1.55	89**
Centrosema sp.	5112	3461	1.10	99**	1766	1.01	81**
A. histrix	9690	3394	0.84	88**	1168	0.58	67**
C. macrocarpum	5065	3261	1.22	96**	--	--	--
C. pubescens	5189	3173	1.25	98**	1743	0.94	77**
D. ovalifolium	3784	2806	0.97	87**	1302	1.09	76**
C. pubescens	438	2724	1.04	97**	1524	0.77	83**
Z. glabra	7847	2667	0.97	92**	1980	1.33	57**
S. capitata	10280	2493	0.72	81**	902	0.41	43*
Z. latifolia	728	2375	0.81	48*	2014	1.32	90**
C. macrocarpum	5062	2036	0.88	87**	1248	1.22	62**
C. brasilianum	5234	1966	0.88	94**	1494	0.88	70**
P. phaseoloides	9900	--	--	--	1422	0.92	66**

a/ Intervalo al 95% de confianza, para b en torno a 1:
Leguminosas: máxima = (0.79, 1.21); mínima = (0.58, 1.42)

b/ A 12 semanas de rebrote

* Regresión significativa al 95% de confianza ($0.01 < P \leq 0.05$)
** Regresión significativa al 99% de confianza ($P \leq 0.01$)
NS = No significativa.

Cuadro 19. Eficiencia de la producción de materia seca en el ecosistema de bosque tropical: 1982-1985.

Ecotipos	No. CIAT	MS kg/ha/mm MX PPT	MS kg/ha/mm MN PPT
GRAMINEAS			
A. gayanus	621	12.0 a	21.0 ab
B. dictyoneura	6133	9.0 b	22.0 ab
B. decumbens	606	8.0 b	27.0 a
B. humidicola	679	7.0 b	13.0 b
Promedio general		9.0	23.0
LEGUMINOSAS			
S. guianensis	64A	7.0 a	12.7 cde
S. guianensis	191	4.5 b	18.7 ab
S. guianensis	1283	4.4 b	13.2 cd
D. ovalifolium	350	3.9 bc	13.6 cd
Z. glabra	7847	3.8 bc	21.5 a
Centrosema sp.	5112	3.5 bcd	11.3 def
C. macrocarpum	5062	3.5 bcd	15.7 b
C. macrocarpum	5065	3.5 bcd	--
Z. latifolia	728	2.9 cde	12.7 cde
S. guianensis	136	2.8 cdef	10.3 def
C. pubescens	5189	2.5 def	13.1 cd
A. histrix	9690	2.5 def	8.8 ef
D. ovalifolium	3784	2.3 ef	11.7 def
S. capitata	10280	2.3 ef	4.4 g
C. pubescens	438	1.8 fg	10.2 def
C. brasilianum	5234	1.1 g	9.0 ef
P. phaseoloides	9900	--	8.0 f
Promedio general		3.0	11.7

se destaca S. guianensis 64 A con un índice dos veces superior a la media general para el total de las leguminosas. En el período de menor precipitación el 56% de las leguminosas evaluadas presenta una eficiencia superior a la media.

En el período comprendido entre 1980 y 1985, las enfermedades importantes detectadas son: mancha foliar causada por Cercospora spp. y añublo foliar por Rhizoctonia en Centrosema; nemátodo de los nudos radiculares en Desmodium; mancha foliar por Cercospora y carbón por Tilletia avresii en Panicum. En lo que se refiere a plagas importantes para este ecosistema, se puede mencionar chupadores para Stylosanthes; chupadores y comedores para Centrosema spp. y salivazo para Brachiaria spp. y Panicum spp.

Actividades futuras

El fortalecimiento de la RIEPT observado en estos últimos años ha traído consecuentemente una mayor participa-

ción y liderazgo de su Comité Asesor. Esto quedó demostrado en la III Reunión General de la RIEPT, llevada a cabo en Octubre de 1985. Se mencionó que un continuo crecimiento y ampliación de las pruebas a nivel de pastoreo, solamente podía llevarse a cabo cuando las instituciones nacionales tuvieran una actividad positiva en la multiplicación de semillas del germoplasma que hubiera demostrado ser promisorio en cada una de las localidades. Al mismo tiempo, se sugirió un estudio de diagnóstico sobre la situación actual de la evaluación de pasturas en cada uno de los países componentes de la RIEPT y un análisis de los recursos naturales. Ese estudio fue sugerido por los líderes nacionales y será parte principal de discusión en la IV Reunión del Comité Asesor a realizarse en 1986.

Entomología

La Sección de Entomología de Pastos Tropicales ha continuado desarrollando su labor fundamentalmente, en la evaluación sistemática del material vegetal del banco de germoplasma, dirigiendo sus esfuerzos en la búsqueda de tolerancia o resistencia a los principales insectos, perforador de botones Stegasta bosquella; barrenador del tallo - Caloptilia sp.; hormigas y salivazo; que constituyen las plagas de las gramineas y leguminosas, asi como el estudio de la fluctuación poblacional y daño de estos insectos. Estos estudios realizados, han abarcado los ecosistemas mayores de los trópicos de América Latina, así como se han integrado resultados provenientes de ensayos regionales de la RIEPT con la colaboración de otros organismos e instituciones de otros países.

EVALUACIONES DEL PERFORADOR DE BOTONES Stegasta bosquella

A nivel de invernadero, se evaluaron varias accesiones de S. capitata, S. macrocephala, S. guianensis y S. leiocarpa, para medir preferencia de oviposición, porcentaje de infestación por larvas, porcentaje de daño en inflorescencias y semilla y validar la metodología de evaluación en presencia de este insecto.

En la evaluación entre especies durante los años 1984 y 1985 se observaron diferencias significativas con relación a la preferencia de oviposición del insecto, siendo el S. leiocarpa la menos preferida y el grupo de los S. capitata en donde se registró mayor oviposición (Cuadro 1).

Igualmente las especies más preferidas por el insecto para la oviposición, fueron las que presentaron mayor porcentaje de daño en las inflorescencias o botones florales, en este caso el grupo de los S. capitata (97 y 75% de daño); a pesar de que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de semilla dañada (Cuadro 2), este parámetro es el que en ultimo está determinando daño ya que informa la reducción en el rendimiento de la producción de semilla.

Continuando con evaluaciones a nivel de invernadero con ecotipos seleccionados de S. guianensis (Cuadro 3), se observó que las accesiones 1539 y 1639 fueron las más preferidas por el in-

Cuadro 1. Preferencia de oviposición de Stegasta bosquella en Stylosanthes spp. en el invernadero.

Especie	No.huevos/10 botones 1984	1985
S. capitata	2.4 a	2.1 a
S. macrocephala	2.3 a	2.0 a
S. guianensis	1.1 b	1.9 a
S. leiocarpa	1.5 b	1.5 b

Tratamientos con la misma letra no son significativos estadísticamente a $P < 0.05$.

Cuadro 2. Porcentaje de daño ocasionado por Stegasta bosquella en los botones florales y en la semilla en Stylosanthes spp. a nivel de invernadero.

Especie	1984 % Daño	1984 % Daño Semilla	1985 % Daño	1985 % Daño Semilla
S. capitata	97 a	38 a	75 a	35 a
S. macrocephala	88 ab	53 a	58 b	39 a
S. guianensis	56 b	31 a	69 a	29 a
S. leiocarpa	84 ab	56 a	26 b	-

Tratamientos con la misma letra no son significativos estadísticamente a P< 0.05.

secto para oviposición, pero hubo mayor presencia de larvas en las accesiones 15, 1539 y 2031, las que a su vez presentaron el mayor porcentaje de botones con daño. siendo mucho mayor el daño en las semillas de la accesión 15 (42%), seguida de la accesión 1539 (18.4%), las demás accesiones presentaron daño bajo en semilla o no presentaron daño como la accesión 1275.

Del material evaluado, las accesiones 15 y 1539 fueron las más susceptibles y las accesiones 1275 y 2639 las menos preferidas por el insecto.

Las mayores poblaciones de Stegasta se presentan durante la estación seca que coincide con la época de floración de Stylosanthes, siendo S. guianensis la especie más susceptible.

En el presente año la población de Stegasta fue menos severa que el año pasado en Santander de Quilichao, Cauca (Cuadro 4), pues en cuestión de 15 días disminuyó el daño en los botones florales. La presencia del insecto en el campo nos sirve de aviso, pero hay que ser cuidadosos al observar infestaciones altas de larvas porque no necesariamente corresponden a altos índices de daño en botones y semilla, lo que se observa en el material C-161 (1122 x 2362) con un 20% de infestación de larvas, está ocasionando un 30% de daño en los botones (bajo) y un 32% en la semilla, mientras que el material C-162 (1122 x 2222) con un 10% de infestación de larvas correspondió a un daño alto en los botones florales 81,7% y 34.6% de semilla dañada. El material C-179 (1122 x 1808 x 0015, F3) presentó daño alto en botones florales y semilla (73.3 y 61.7%), el C-162 (1122 x 2222) presentó daño alto en los botones florales pero bajo en la semilla (81.7 y 34.6%) y el C-161 (1122 x 2362) presentó daño bajo en botones y semilla (30 y 32.4%). Se continuó con las evaluaciones y se tratará de perfeccionar la metodología empleada.

Con relacion a la metodología de evaluación: se amplía la presión de infestación a 30 insectos/planta, para obtener más oviposición e infestación; se deben tomar para evaluar, plantas con un mínimo de 30 botones, los que deben tener almenos 1 semilla formada para poder medir daño.

EVALUACIONES DEL BARRENADOR DEL TALLO Caloptilia sp.

Evaluaciones de campo en Carimagua

Cuadro 3. Evaluación promedia* de Stegasta bosquella en varios ecotipos de S. guianensis en el invernadero.

Identificación	No. CIAT	Botón con daño %	Semilla con daño %	Huevos/ botón	Larvas botón	Infestación %
FM-12	2222	28.9	6.9	0.1	0.2	20.0
FM-32	1808	28.9	9.0	0.2	0.2	20.0
FM-36	1317	15.6	6.9	0.2	0.2	16.7
FM-52	15	57.8	42.6	0	0.5	53.3
FM-54	1539	53.3	18.4	0.5	0.3	33.3
FM-56	1639	23.3	8.2	0.3	0.2	20.0
FM-119	2031	35.6	12.4	0.2	0.3	33.3
FM-122	1275	0	0	0	0	0
FM-159	2639	24.4	6.7	0.2	0.1	13.3

* 3 Repeticiones.

han mostrado ataque del barrenador en material de S. capitata y S. macrocephala asociado con A. gayanus; se ha determinado que la mayor infestación ocurre en la parte basal de la planta y como no se puede destruir este material para contabilizar larvas por tallo, se optó por medir infestación en base a número de perforaciones de entrada de la larva en la parte basal de los tallos (Cuadro 5). Se observó mucha variación entre ecotipos de plantas sin daño como S. macrocephala 1643, plantas con daño bajo (0-20%) como S. capitata 1318 y plantas con daño alto (más del 60%) como S. capitata 25, 27 y 1693.

No hubo relación directa entre infestación y porcentaje de daño, hay que esperar a tener mas información y correlacionar estos dos parámetros; lo que si es cierto es que la duración del estado larval del insecto dentro del tallo es de 58 dias, tiempo durante el cual la larva destruye los haces vasculares de la planta, manifestándose en una disminución en vigor y productividad, incidiendo en la persistencia de la especie en la pradera.

En dos asociaciones de S. guianensis con sabana nativa y A. gayanus (Cuadro 6), se observa el mayor ataque del insecto en los de tallo grueso, 68.5% de plantas afectadas en la sabana nativa y 81.5% de las plantas afectadas en la asociación con A. gayanus. Las plantas de tallo delgado fueron menos afectadas. Las evaluaciones van a continuar en 1986 para probar más la asociación entre Caloptilia y plantas de tallo grueso.

Cuadro 4. Evaluación promedia* de Stegasta bosquella, en cruces de S. guianensis F_2 a F_3 de avance masal, en Santander de Quilichao, 1985.

No.Cruce	Padres (No.CIAT)	% daño botones		Semilla total 30 botones evaluados		% Semilla con daño		Larvas en 30 botones		% Infestación	
		**1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
C-161	1122 x 2362	30.0	20.0	51.0	59.5	32.4	14.3	6.0	4.0	20.0	13.3
C-162	1122 x 2222	87.1	18.3	56.5	48.0	34.6	13.5	3.0	4.0	10.0	13.3
C-163	1122 x 2222	55.0	18.3	55.5	56.5	23.8	10.6	4.0	3.0	13.3	10.0
C-179	1122 x (1808 x 0015, F_3)	73.3	38.3	108.0	94.5	61.7	18.0	8.5	8.0	28.3	25.6
C-334	10136 x desconoc.	53.3	15.0	57.5	57.5	48.6	12.2	9.0	4.5	30.0	15.0
C-381	10136 x (1808 x 0015, F_3)	55.3	11.7	70.5	54.5	25.1	10.1	3.5	2.0	9.1	6.7
C-383	10136 x (1808 x 0015, F_3)	41.7	16.7	83.5	75.0	25.1	7.9	3.0	2.0	10.0	6.7

* 2 replicaciones.
** 1 y 2 evaluación con un intervalo de 15 días, en la época de floración.

Cuadro 5. Efecto del barrenador del tallo Caloptilia sp. en 11 ecotipos y 1[illegible] híbridos de S. capitata asociados con A. gayanus, Carimagua.

Híbridos* y Ecotipos	% Daño **	Infestación No. perforaciones de entrada larva
4	67.3	1.94
7	40.4	1.57
9	57.7	1.10
11	75.0	2.05
12	71.2	2.05
13	46.2	1.96
14	82.7	2.26
15	69.2	1.58
16	78.8	1.98
19	42.3	2.45
21	71.2	2.03
22	63.5	2.03
23	50.0	1.96
25	76.9	1.90
27	75.0	1.87
1019	32.7	1.53
1315	40.3	1.19
1318	17.3	1.22
1342	36.5	1.74
1441	26.9	1.50
1693	71.2	1.46
1728	44.2	1.22
2044	46.2	1.38
2252	57.7	2.00
10280	43.6	1.06
1643***	0	0

* Híbridos de 1097 x 1078.
** Por cada accesión se evaluaron 13 plantas adultas.
*** S. macrocephala.

Cuadro 6. Comportamiento de tres fenotipos de cruces de S. guianensis asociados con sabana nativa y A. gayanus, con respecto al daño por Caloptilia sp., en Carimagua.

Gramínea asociada	Tallo grueso* % de daño	Tallo medio % de daño	Tallo delgado % de daño
Sabana nativa	68.5	40.3	13.1
A. gayanus	81.5	59.3	19.2

* Tallo grueso: diámetro X: 1.09 cm (0.72 - 2.12 cm)
Tallo medio: diámetro X: 0.61 cm (0.50 - 0.70 cm)
Tallo delgado: diámetro X: 0.36 cm (0.22 - 0.48 cm)
Se evaluó entre 162 y 472 plantas de cada fenotipo, en cada asociación.

EFECTOS DE LA QUEMA Y PREPARACION DEL SUELO EN LA POBLACION DE HORMIGAS CORTADORAS

En Carimagua (Llanos Orientales) se han identificado dos géneros de hormigas, Acromyrmex y Atta. Acromyrmex sp. se caracteriza por formar torrecillas de paja (material vegetal seco) en las entradas de sus hormigueros. Atta (posib.) laeviagata deposita suelo extraído de los hormigueros, formando montículos cónicos en las entradas llamadas "bachaqueros".

Las lluvias parecen tener efecto en el desarrollo de los hormigueros inicialmente ocasionando un estímulo para la propagación de éstos. Los meses de mayor precipitación muestran mayor presencia de hormigueros (Junio-Julio), en la época seca se observa la baja en el número de hormigueros (Enero a Marzo).

Ha sido necesario continuar con el estudio sobre hormigas para evaluar el efecto del tratamiento de preparación de suelo (arado y rastrillo) en determinada área de sabana nativa y los tratamientos de quema y no quema. Se realizó la preparación en dos épocas, una en Diciembre, 1984, correspondiendo al final de la época lluviosa, realizándose el conteo de los hormigueros mensualmente.

Al preparar el suelo finalizando las lluvias (época seca, 1984) (Figs. 1 y 2), se redujo el número de hormigueros considerablemente a partir del mes de Marzo para Acromyrmex; en el caso de Atta esta reducción fue más gradual. El tratamiento de quema no muestra disminución en el número de hormigueros tanto en Acromyrmex como en Atta.

Comparado con el tratamiento de preparación del suelo al inicio de la época lluviosa de 1985, se observa un aumento en la población en el número de hormigueros de Acromyrmex en el tratamiento de preparación al inicio de la época seca de 1984 hasta el mes de Julio sin llegar a ser igual entre ellos. En Atta la población en Julio es muy parecida para ambos ensayos. Para Acromyrmex y Atta la población comienza a decrecer a partir del mes de Julio; este comportamiento es similar al presentado en 1984 (Informe Anual, 1984).

En resumen, la población de Acromyrmex sp. es mayor (80-90%) que la de Atta (posib.) laeviagata. La presencia de mayor número de hormigueros se observó en la sabana donde se hizo la quema y donde no se quemó. El menor número de hormigueros donde se hizo el tratamiento con preparación de suelo se observó al inicio de la época seca de 1984.

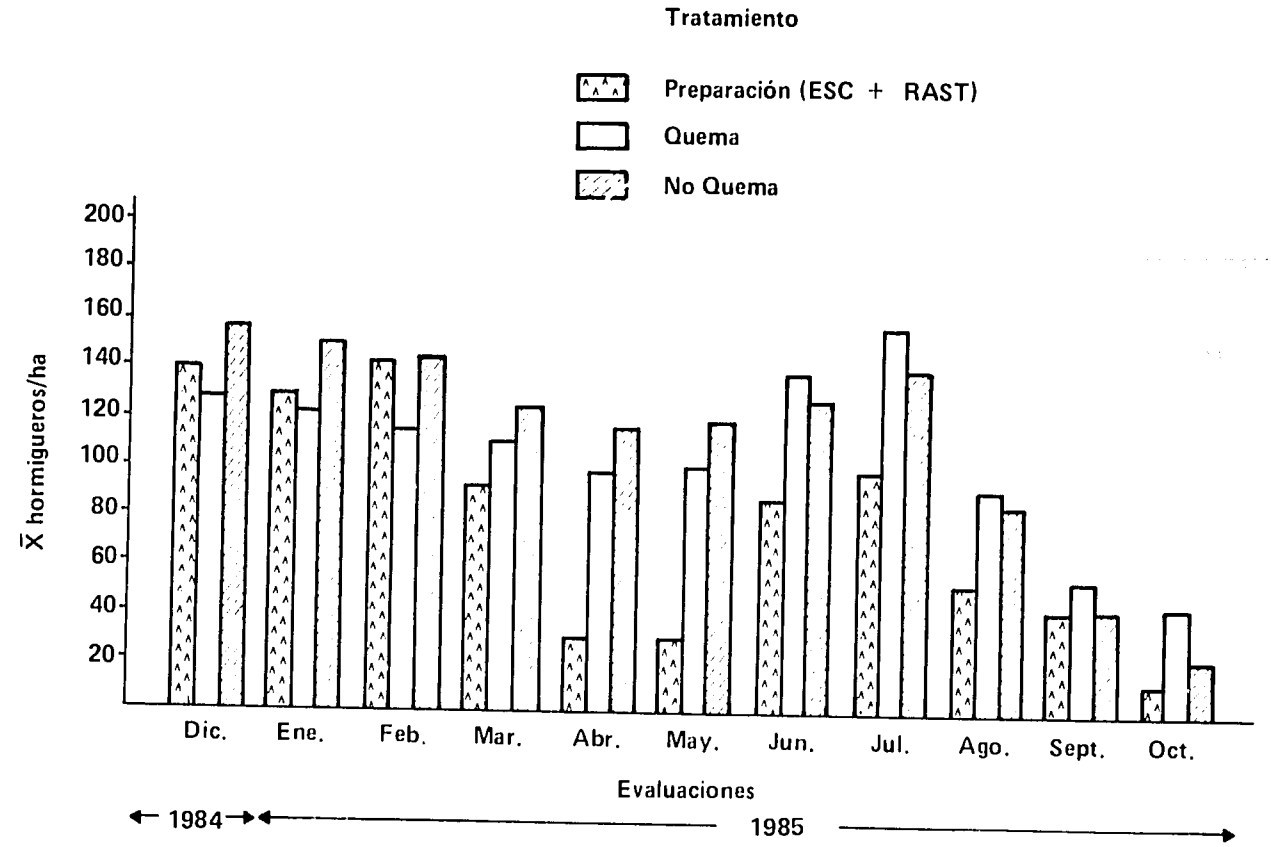
ESTUDIOS SOBRE SALIVAZO

Falta mucha información relacionada con el salivazo, como hábitos de vida, especies dominantes en cada ecosistema, posibles mecanismos de resistencia y nivel de daño económico para cada especie de Brachiaria.

Cría de ninfas de Zulia colombiana a nivel de invernadero y almacenamiento de huevos

La poca disponibilidad de insectos durante los meses de verano y las elevadas poblaciones de éstos en los meses lluviosos con numerosas posturas, nos llevan a plantear la posibilidad de criar el insecto en su estado de ninfa y a almacenar sus huevos por cierto tiempo.

La cámara de cría (Fig. 3), es una caja de madera de 50 x 60 x 7 cm en la cual las plantas de Brachiaria se han sembrado en potes Jiffy medianos, los que se colocan en la parte superior de la caja cuyo fondo es una lámina plástica perforada por donde penetraron las raíces de las plantas a la parte inferior que contiene arena humedecida con solución nutritiva indispensable para el buen desarrollo de las plantas. Una vez que la cámara de cría



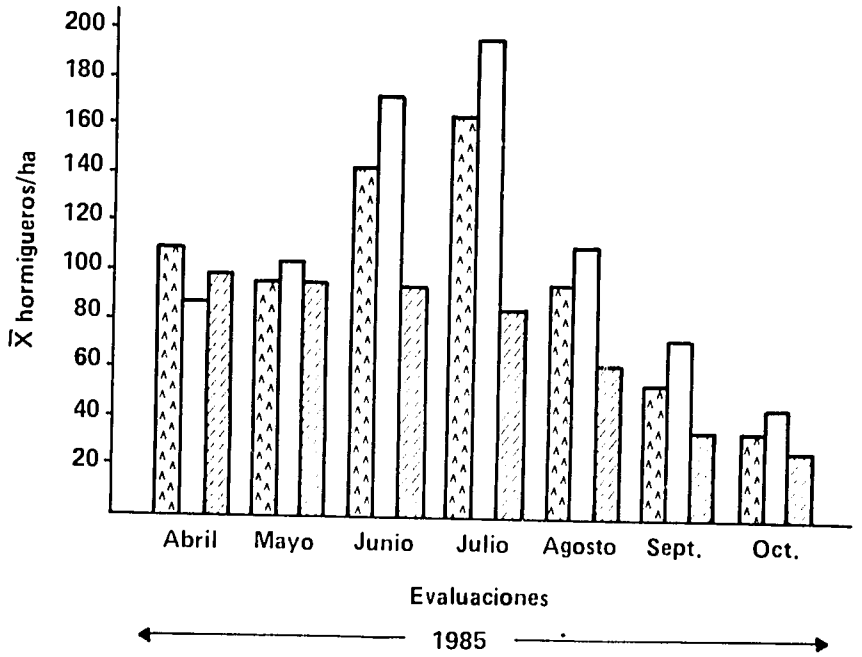
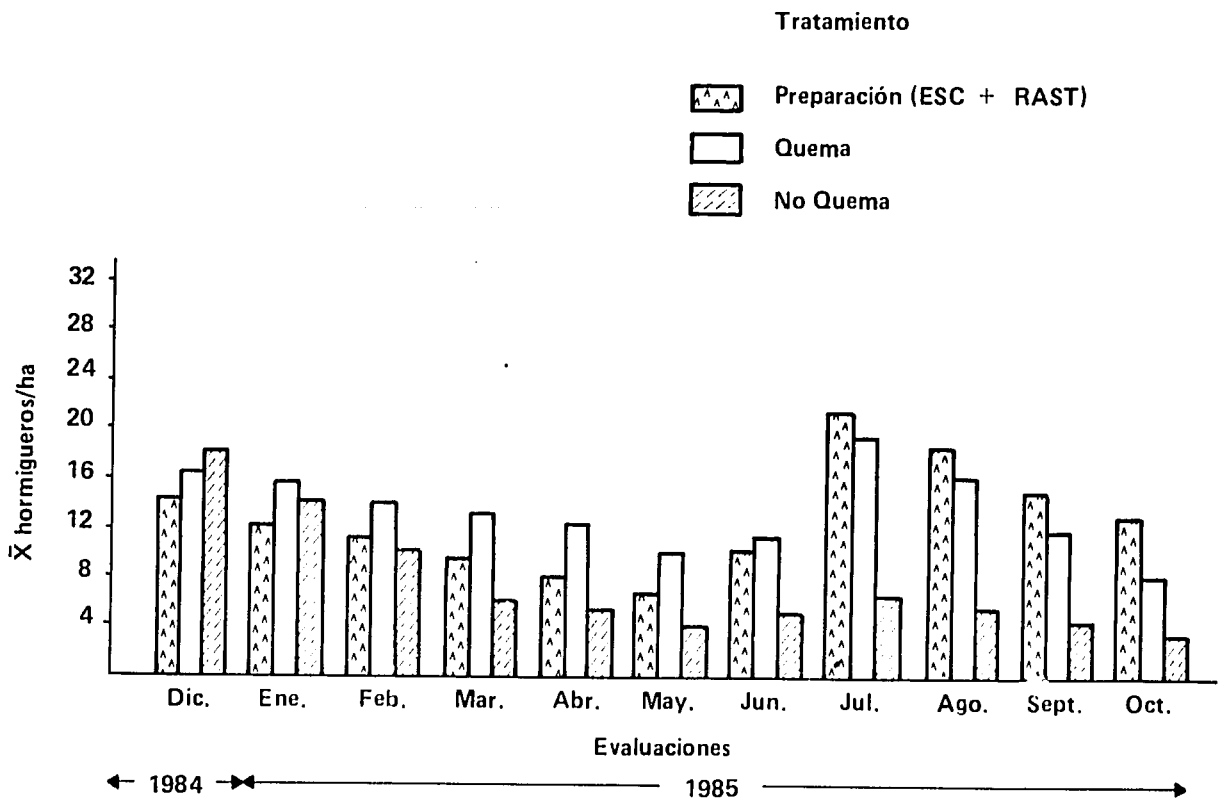


Figura 1. Comportamiento poblacional de *Acromyrmex* sp. en áreas preparadas al final de la época lluviosa, Diciembre 1984 y al inicio de la época lluviosa, Abril 1985, Carimagua.



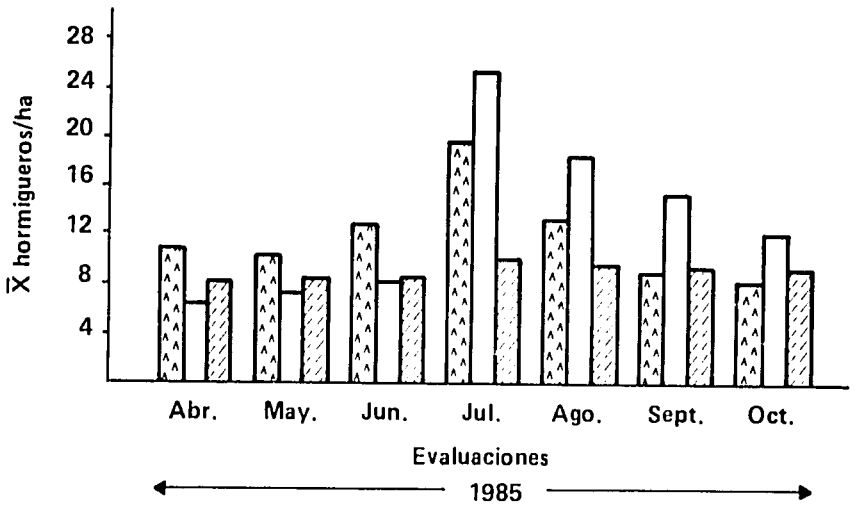


Figura 2. Comportamiento poblacional de *Atta laeviagata* en áreas preparadas al final de la época lluviosa – Diciembre 1984 y al inicio de la época lluviosa – Abril 1985, Carimagua.

A = Solución nutritiva para plantas
B = Potes Jiffy con plantas de *Brachiaria* spp.
C = Trampa para adultos
D = Cabina de cría de ninfas (espacio)
E = Puerta de la cámara

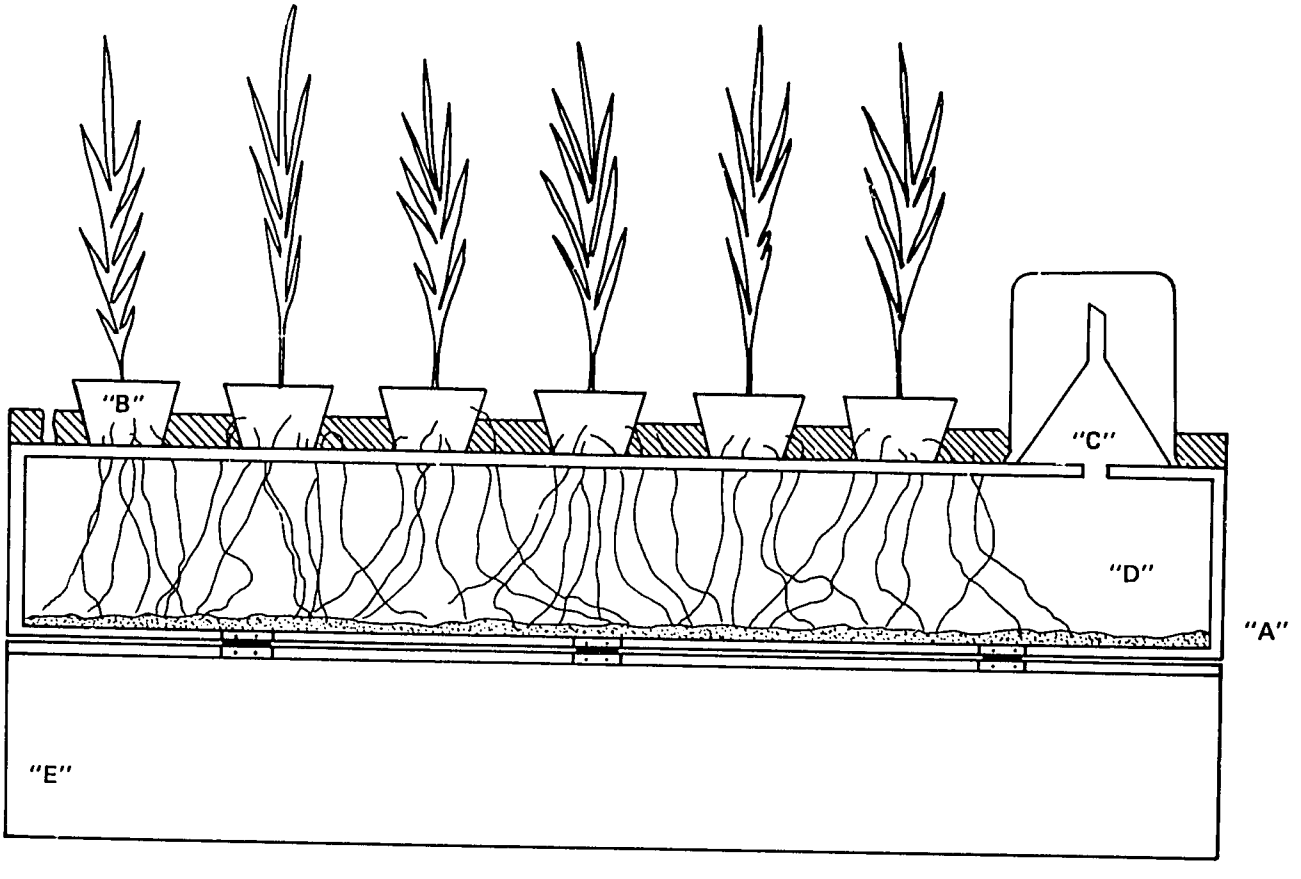


Figura 3. Esquema de la cámara de cría de ninfas de salivazo.

está lista, se procede a introducir los huevos próximos a eclosionar y las ninfas recién emergidas; los huevos vienen colocados en papel filtro humedecido donde han permanecido todo el tiempo en incubación, para evitar la manipulación de las ninfas recién nacidas. Cuando las ninfas llegan al estado de adultos, son atrapadas en un beaker invertido sobre un embudo plástico colocado en un agujero de la parte superior de la cámara, donde se colocan diariamente hojas frescas de Brachiaria para que éstos se alimenten inicialmente.

En el primer ensayo se utilizaron 8 cámaras de cría en las que se colocaron de 109 a 300 ninfas del primer instar, para contar cuántas de éstas llegaban al estado de adulto (Cuadro 7). Se observa buena cantidad de adultos emergidos, de un total de 1.540 ninfas, llegaron a estado adulto 1.146 insectos, dando una eficiencia de 74.7%. Se harán nuevas pruebas para perfeccionar la metodología.

En cuanto al almacenamiento de huevos de salivazo se utilizaron 15 grupos de huevos "no diapáusicos" recién ovipositados; cada grupo constaba de 20 huevos con sus respectivas repeticiones. Se varió las condiciones de temperatura, humedad relativa y número de días de almacenamiento, para conocer hasta qué tiempo se pueden guardar éstos conservando su viabilidad, para su posterior utilización en forma regulada. Las condiciones en cuanto a temperatura de almacenamiento fluctuaron entre 20 y 30 C y la humedad relativa de 0 a 75%, con un rango amplio en número de dias de almacenaje desde 6 a 59 días. Después de concluído el período de almacenamiento de cada tratamiento, los huevos se pusieron a incubar a 23 C y 95% de humedad relativa, para que continuaran su desarrollo para medir su viabilidad (porcentaje de eclosión).

Estos datos preliminares (Cuadro 8) están mostrando la posibilidad de almacenar huevos de salivazo durante 27 dias a 25 C y 75% de humedad relativa, sin que los huevos perdieran viabilidad (61% de eclosión). Se continuaran estas pruebas haciéndose extensivas a huevos diapáusicos.

Estudio de la resistencia de algunos ecotipos de Brachiaria spp. al ataque del salivazo

Se trata de probar la posible interacción negativa de la planta en el desarrollo biológico del inseco (antibiosis) como una estrategia más para el control de esta plaga. Este ensayo se ha venido realizando a nivel de invernadero bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Se han empleado 7 ecotipos de Brachiaria spp. con diez repeticiones por ecotipo. En cada planta se colocaron 30 huevos próximos a eclosionar, éstos habían sido obtenidos en una cámara de oviposición, luego incubados a 27°C y humedad relativa de 95%.

Cuando emergen las ninfas se cuenta el número por planta, duración del desarrollo hasta convertirse en adultos. Al adulto se le midió, largo y ancho del cuerpo; amplitud de cápsula cefálica y del tórax. Se hizo el sexaje y apareamiento colocando cada pareja por planta cubiertas por una malla. Se evaluó el daño en la planta y el número de ninfas emergidas. Este ensayo se llevará hasta el F3.

El ciclo de vida del insecto desarrollado en ecotipos de Brachiaria spp., presenta pequeñas diferencias en cuanto al promedio total de duración en días para hembra y macho, en los estados de huevo, ninfa y adulto así: 89.0 días en B. dictyoneura 6133, 88.7 días en B. brizantha 6297, con menor tiempo de duración en B. humidicola 6707 y 6369 (82.4 y 81.9 días respectivamente), observándose una diferencia de 7.1 días entre la mayor y la menor duración (Cuadro 9).

El tiempo de duración de la hembra

Cuadro 7. Cría de ninfas de Z. colombiana Lall. a nivel de invernadero.

Cámara	Ninfas	Adultos emergidos
1	300	220
2	274	228
3	270	115
4	200	167
5	109	94
6	116	104
7	111	95
8	160	125
Total	1540	1146*

* El número total de adultos emergidos nos da un porcentaje del 74.41% de eficiencia en este primer ensayo.

Cuadro 8. Efectos de diferentes condiciones del almacenamiento de huevos de Zulia colombiana.

Grupos de 20 huevos	Tratamientos			% de eclosión
	No. de días de almacenamiento	Condiciones de almacenamiento		
		T (°C)	HR (%)	
1	6	23	20	0
2	17	23	60	1.7
3	21	23	60	0
4	27	20	0	0
5	27	20	20	0
6	27	25	70	50.0
7	27	25	75	61.5
8	27	26	75	14.2
9	27	28	65	0
10	38	23	60	0
11	38	25	75	0
12	41	28	65	0
13	48	20	75	0
14	49	23	60	0
15	59	23	70	0

Cada tratamiento es promedio de 3 repeticiones.
Después del almacenamiento, los huevos fueron incubados por 15 días a 23°C y 95% HR.

Cuadro 9. Duración del ciclo de vida (días) de *Zulia colombiana* Lall. en diferentes accesiones de *Brachiaria* spp. bajo condiciones controladas (T = 25.5°C, HT = 65 ± 5%).

Ecotipo	Ninfa			Adulto			Total
	Hembra	Macho	X	Hembra	Macho	X	X *
	Días						
B. dictyoneura 6133	61.7	46.4	54.0	27.4	17.4	22.4	89.0
B. brizantha 6297	52.0	55.7	53.8	26.9	17.4	22.4	88.7
B. humidicola 679	56.8	59.6	58.2	17.6	13.1	15.4	86.1
B. brizantha 6294	50.1	51.8	50.9	27.4	17.4	22.4	85.8
B. decumbens 606	53.6	48.9	51.3	22.1	19.3	20.7	84.5
B. humidicola 6707	50.0	54.0	52.0	19.9	15.9	17.4	82.4
B. humidicola 6369	51.3	45.9	48.6	24.0	17.6	20.8	81.9

Promedio de incubación general, 12.5 días (T: 23°C' - HR: 90%).
Promedio de 10 repeticiones.

* Incluye promedio incubación del huevo.

Cuadro 10. Comparación del desarrollo de la hembra de *Zulia colombiana* Lall. en diferentes accesiones de *Brachiaria* spp. bajo condiciones controladas (T = 25.5°C; HR = 65 ± 5%).

Accesiones	Ninfa (días)	D.S.	Adulto (días)	D.S.	Total X	Peso (g)	D.S.	Ninfas/Pareja
B. dictyoneura 6133	61.7	7.10	27.4	9.96	89.1	0.0087	25.72	6.0
B. brizantha 6297	52.0	6.81	26.9	6.18	78.9	0.0086	18.37	5.8
B. brizantha 6294	50.1	6.64	27.4	4.80	77.5	0.0103	19.88	4.0
B. decumbens 606	53.6	2.33	22.1	6.78	75.7	0.0091	23.77	2.7
B. humidicola 6369	51.3	4.31	24.0	7.33	75.3	0.0095	28.43	3.0
B. humidicola 679	56.8	5.56	17.6	4.49	74.4	0.0080	21.41	2.0
B. humidicola 6707	50.0	7.07	19.9	4.25	69.9	0.0082	21.82	2.0

Promedio de 10 repeticiones.

Cuadro 11. Relación de la longevidad, peso y daño del adulto en diferentes accesiones de *Brachiaria* spp. bajo condiciones controladas (T = 25.5°C, HR = 65 ± 5%).

Accesiones	Longevidad (X) días	D.S.	Peso (X) g.	D.S.	Daño*
B. dictyoneura 6133	22.4	9.92	0.0080	24.85	3
B. brizantha 6297	22.3	8.18	0.0079	22.91	3
B. brizantha 6294	22.4	7.24	0.0090	23.17	3
B. humidicola 6269	20.8	7.15	0.0084	27.20	2
B. decumbens 606	20.7	10.61	0.0087	22.53	4-5
B. humidicola 6707	17.9	4.53	0.0075	21.51	2
B. humidicola 679	15.4	4.59	0.0075	20.44	3

Escala de daño visual:
1 = Sin daño en la planta
2 = Daño leve
3 = Daño moderado
4 = Daño severo
5 = Daño total

(Cuadro 10) en el estado de ninfa y adulto mostró una diferencia marcada así: en el ecotipo B. humidicola 6707 duró 69.9 días y en el B. dictyoneura 6133 fue 87.7 días, lo cual nos muestra una diferencia significativa. El número de ninfas emergidas luego del período de apareamiento de los adultos es bajo, lo que se atribuye a factores desfavorables como contaminación del suelo y presencia de predatores, sin descartar la posible influencia de las condiciones medioambientales.

Se observó que la longevidad, peso y daño en el insecto, fue superior en los ecotipos B. dictyoneura 6133, B. brizantha 6297 y 6294, mientras que fueron inferiores estos datos en los ecotipos B. humidicola 6707 y 679 (Cuadro 11).

Al comparar el desarrollo de Zulia colombiana en B. decumbens 606 con dos diferentes porcentajes de humedad relativa (65% y 85%) y una temperatura constante de 26 C (± 0.5) se observó variación en el tiempo de duración del insecto (Cuadro 12), registrándose a un 85% de humedad relativa, una duración del ciclo del insecto (ninfa y adulto) de 57.7 días y a 65% de humedad relativa su duración fue de 75.7 días, lo que nos indica la influencia de las condiciones medioambientales en el insecto.

Cuadro 12. Comparación de la longevidad de Zulia colombiana Lall (ninfa y adulto) en B. decumbens 606, bajo diferentes condiciones de humedad relativa.

T°C (0.5%)	HR%	Duración del insecto (días)	Ninfas/ planta
26	65	75.7	2.7
26	85	57.7	11.8

Presiones de infestación de salivazo (ninfas y adultos) en B. humidicola 679 y B. dictyoneura 6133

En Santander de Quilichao (Cauca), se están evaluando diferentes presiones de infestación (0, 30, 60 y 120 insectos/m^2) de Z. colombiana en el estado de ninfas y adultos para determinar el nivel crítico de daño en B. humidicola 679 y B. dictyoneura 6133.

Hasta el momento no se han encontrado diferencias significativas para los estadios del insecto (ninfa y/o adulto) con las diferentes presiones en los parámetros de altura del pasto, producción de forraje y balance de elementos nutritivos en el tejido vegetal para ambas especies. Esto es atribuído a la alta mortalidad de los adultos en las jaulas donde se realizó el ensayo.

En el caso del contenido de K en B. dictyoneura 6133, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos; en el tratamiento de infestaciones con adultos, se observa que a medida que aumenta el número de adultos/m, el contenido de K en el tejido vegetal va disminuyendo, aunque todavía se conserva en el rango de contenido normal (1-1.2%), ésto puede explicarse por el hecho de que el adulto de salivazo al alimentarse inyecta toxinas en la planta, las que pueden interferir con la síntesis de K dentro de ésta (Cuadro 13).

Cuadro 13. Contenido de K en el tejido vegetal de B. dictyoneura 6133, bajo diferentes presiones de infestación con Zulia colombiana en Santander de Quilichao.

No.Adultos/ m^2	Contenido de K en el tejido Cortes		
	1	2	3
0	2.05	2.40	2.47
30	1.64	1.72	1.85
60	1.83	1.84	1.91
120	1.60	1.69	1.88

Efecto de la altura de la planta en la incidencia de salivazo

En parcelas de B. humidicola 679, B. decumbens 606 y B. dictyoneura 6133, con tres alturas controladas de 20, 40 y 60 cm, se está evaluando el efecto de la altura del pasto sobre la incidencia de A. reducta (Carimagua, Meta), sabana bien drenada isohipertérmica. Se ha comprobado que a medida que aumenta la altura en las Brachiarias spp., aumenta la población de salivazo en ambos años de evaluación, pues parece que la mayor altura del pasto crea un microclima favorable para el desarrollo de las ninfas (Figura 4). Las mayores poblaciones de ninfas de A. reducta a 60 cm de altura la presentó B. dictyoneura 6133 y a 40 cm B. decumbens 606; las menores poblaciones de salivazo en ambas alturas (40, 60 cm) la presentó B. humidicola 679.

Evaluaciones poblacionales de Aeneolamia reducta

Continuando con las evaluaciones en Carimagua, a pesar de que en el presente año la población de A. reducta (ninfas y adultos) fue baja, en lotes de Brachiaria spp. promisorios se observó población del insecto a excepción de B. brizantha 6294 y 6780 que no presentaron población (Cuadro 14).

En parcelas de Brachiaria spp. asociadas con Arachis pintoi CIAT 17434, se observó la mayor población de A. reducta (9 ninfas y 2 adultos/m) en B. humidicola 6369 con daño leve del follaje y la menor población (3 ninfas y 0.5 adultos/m^2) en B. brizantha 6294 (Cuadro 15).

En parcelas bajo pastoreo de Brachiaria spp. asociada con Arachis pintoi CIAT 17434 (Cuadro 16), se observa un leve aumento de la población de ninfas de A. reducta en el presente año, siendo la especie B. brizantha 664 la mayor poblacion y B. humidicola 679 la de menor población. Se continuaran las evaluaciones para medir dinámica poblacional del insecto y daño ocasionado al forraje.

Hospedantes nativos de A. reducta

De manera preliminar se realizó este estudio para establecer las especies nativas de la sabana que actúan como hospedantes del insecto. Se recorrieron entre 15 y 20 ha de sabana en el Acuario, Yopare y La Alegría de Carimagua, colectándose todo el material que tenía salivazo, enviándose a identificar a la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá.

Comportamiento agronómico de Brachiaria spp. con respecto a salivazo en Carimagua

Se está evaluando la colección de Brachiaria consistente en 31 accesiones de B. brizantha, 12 accesopnes de B. ruziziensis, 11 accesiones de B. decumbens, 9 accesiones de B. humidicola y de una accesión de B. arrecta, B. dictyoneura, B. eminii, B. nigropedata, B. jubata y B. sp.

Hay mucha variación entre las accesiones de B. brizantha (Figura 5), presentando las mayores poblaciones de ninfa de A. reducta las accesiones CIAT 6681, 6674 y 6675; poblaciones bajas las accesiones CIAT 6684, 6384, 6016, 6688 y 6687 y ninguna población las accesiones CIAT 6294, 6297, 6686, 6690 y 6735, evaluaciones realizadas en Julio y Septiembre de 1985. Esta especie fue la más productora de forraje, su producción estuvo entre 1,217 y 6,103 kg MS/ha (Cuadro 17).

Las poblaciones de ninfas en la especie de B. ruziziensis osciló entre 9 y 34/m^2, siendo las accesiones CIAT 655, 6778 y 6711 las que presentaron la menor poblacion; con una produccion de forraje entre 1,196 y 3,347 Kg MS/ha (Fig. 6, Cuadro 18).

En la especie B. decumbens las accesiones CIAT 606 y 6700 presentaron altas poblaciones de ninfas 41/m y las accesiones CIAT 6698, 6131 y 6693 presentaron poco o ninguna población de ninfas; la producción de forraje

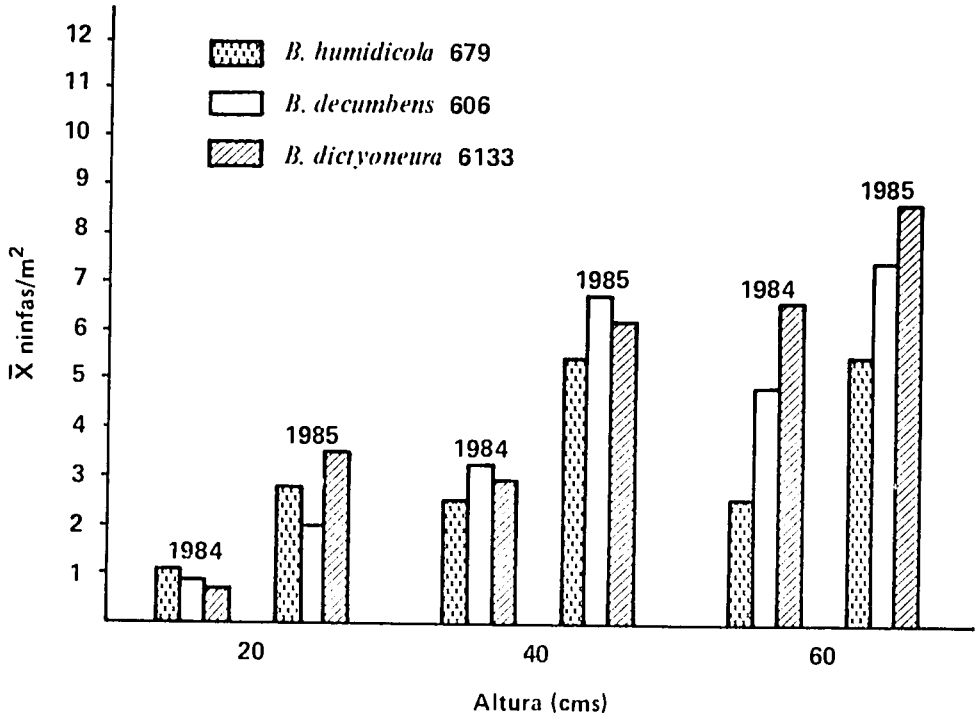


Figura 4. Población de *Aeneolamia reducta* en *B. humidicola*, *B. decumbens* y *B. dictyoneura* durante 1984 y 1985 con diferentes alturas de corte en Carimagua.

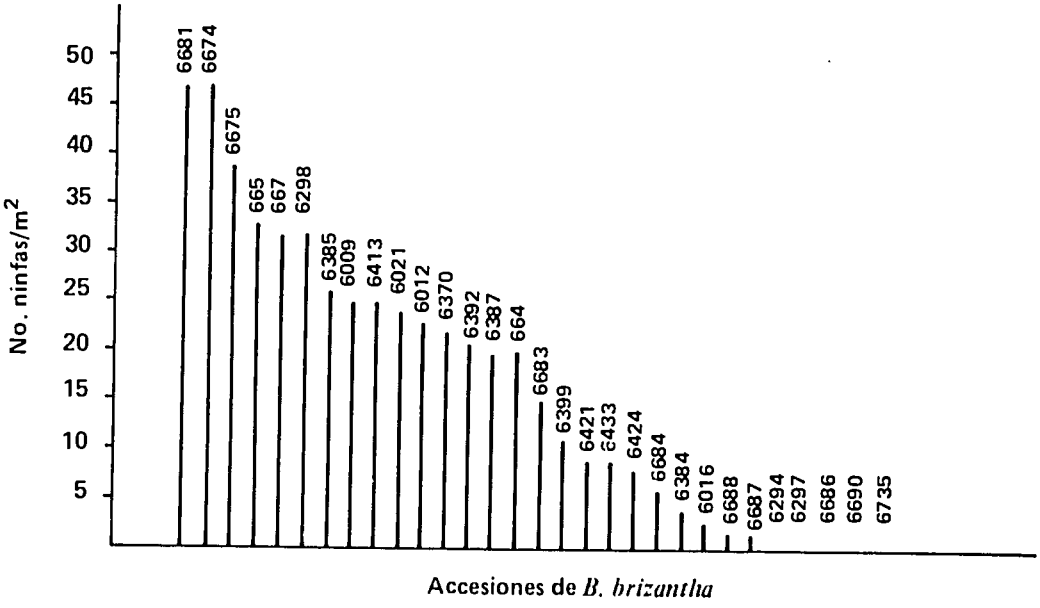


Figura 5. Poblaciones de ninfas de *Aeneolamia reducta* en diferentes accesiones de *B. brizantha* en Carimagua. (Julio y Septiembre de 1985). Promedio de las dos evaluaciones.

Cuadro 14. Comportamiento de cinco accesiones promisorias de Brachiaria spp. respecto a presencia y daño de A. reducta (Carimagua, 1985).

Especie	Accesión	Ninfas/m^2	Adultos/m^2	Daño
B. dictyoneura	6133	17	1.8	1.5
B. brizantha	6294	0	1.3	1.0
B. humidicola	6369	14	2.2	1.5
B. ruziziensis	6387	15	2.3	2.0
B. brizantha	6780	0	0.9	1.0

Evaluaciones mensuales a partir de Mayo/85. Promedio de 3 repeticiones.

Cuadro 15. Incidencia de A. reducta en cinco accesiones de Brachiaria spp., asociadas con Arachis pintoi CIAT 17434. Carimagua 1985.

Especie	Accesión	Ninfas/m^2	Adultos/m^2	Daño	Altura (m)
B. brizantha	6294	3	0.5	1.0	0.2-0.3
B. humidicola	6369	9	2.1	2.0	0.3-0.4
B. humidicola	679	4	1.4	1.5	0.3-0.4
B. humidicola	6705	6	1.6	1.5	0.3-0.4
B. humidicola	6709	5	0.8	1.5	0.3-0.4

Evaluaciones mensuales a partir de Mayo/85. Promedio de 3 repeticiones.

Cuadro 16. Población de A. reducta en cuatro accesiones de Brachiaria spp. asociadas con Arachis pintoi 17434 bajo pastoreo, Carimagua, 1984-1985.

Especie	Accesión	Ninfas/m^2		Daño		Altura (m)	
		1984	1985	1984	1985	1984	1985
B. brizantha	664	7.2	12.1	2.5	2.0	0.2-0.4	0.2-0.3
B. dictyoneura	6133	5.2	2.4	1.5	1.5	0.2-0.3	0.2-0.3
B. humidicola	679	3.1	5.2	1.5	1.5	0.2-0.3	0.3-0.4
B. ruziziensis	6291	6.8	10.8	2.0	2.0	0.2-0.4	0.3-0.4

Evaluaciones mensuales a partir de Mayo/85.
Promedio de 3 repeticiones.

Cuadro 17. Comportamiento agronómico y niveles poblacionales de *Aeneolamia reducta* en diferentes accesiones de *B. brizantha* en Carimagua. 1985.

Accesión	Ninfas	M.S. (kg/ha)	Accesión	Ninfas	M.S. (kg/ha)
664	20.5	2,324	6413	25.5	4,103
665	33.0	3,021	6421	9.8	4,074
667	29.5	1,560	6424	8.2	4,253
6009	25.2	1,810	6426	5.0	3,074
6012	23.7	2,008	6433	9.0	3,841
6016	3.0	3,122	6674	4.7	3,616
6021	24.5	1,848	6675	39.2	4,626
6294	0	4,409	6681	47.0	3,134
6297	0	6,103	6683	15.5	2,758
6298	29.2	1,704	6684	5.8	3.837
6370	22.7	2,287	6686	0	1,843
6384	4.3	3,760	6687	1.0	1,095
6385	25.8	5,345	6688	1.5	1,831
6392	20.8	3,277	6735	0	1,843
6399	11.5	3,993			

Promedio de evaluaciones en Julio y Septiembre de 1985.

Cuadro 18. Comportamiento agronómico y niveles poblacionales de *Aeneolamia reducta* en diferentes accesiones de *Brachiaria* spp. en Carimagua (Julio y Septiembre, 1985).

Especie	Accesión	Ninfas/m^2	D.S.	M.S. (kg/ha)
B. ruziziensis	654	30.8	31.01	1,196
	655	13.0	10.70	1,444
	656	28.5	25.30	2,826
	660	21.5	24.21	2,454
	6130	31.5	38.22	3,439
	6134	23.7	24.90	2,006
	6291	20.0	18.43	1,348
	6419	25.5	38.37	3,347
	6692	33.7	30.6	2,006
	6711	9.5	13.51	1,952
	6713	14.7	19.17	1,870
	6778	12.5	16.76	1,833
B. decumbens	606	41.0	44.89	3,322
	6058	15.8	19.88	1,846
	6131	3.3	4.85	3,690
	6132	16.3	16.47	2,086
	6677	15.3	15.02	3,136
	6693	0	-	462
	6698	5.0	6.42	3,318
	6700	34.5	18.01	1,966
	6701	14.6	15.80	2,244
	6702	18.2	14.76	2,544
B. humidicola	6369	11.5	15.05	2,674
	679	13.3	20.96	2,677
	6013	26.7	29.34	3,518
	675	20.8	34.17	2,880
	6705	11.7	13.42	3,338
	6707	7.2	9.94	2,822
	6709	25.3	18.84	1,955
	6738	5.8	7.35	2,117
Brachiaria sp.	6008	14.7	16.10	2,347
B. arrecta	6020	0	-	1,334
B. dictyoneura	6133	17.0	24.60	2,969
B. eminii	6241	25.0	25.99	2,393
B. jubata	6409	0	-	281

osciló entre 1,966 y 3,322 Kg MS/ha (Figura 6, Cuadro 18).

En la especie B. humidicola las accesiones CIAT 6707, 6738 presentaron las menores poblaciones de ninfas; la produccion de forraje estuvo entre 1,955 y 3,518 kg MS/ha. Las especies B. dictyoneura CIAT 6133 y B. sp. CIAT 6008 presentaron poblaciones bajas; B. arrecta CIAT 6020 y B. jubata CIAT 6409 no presentaron ninguna ninfa (Figura 6, Cuadro 18).

En general las accesiones CIAT que presentaron menores poblaciones de ninfas de A. reducta y buen comportamiento agronómico fueron: B. brizantha 6684, 6384, 6016, 6688, 6687, 6297, 6686, 6690 y 6735; B. decumbens 6698, 6131 y 6693; B. humidicola 6707 y 6738; B. arrecta 6020 y B. jubata 6409, en su primer año de evaluación.

Ensayos multilocacionales

En Colombia se está evaluando el material de Brachiaria spp. en Macagual (Florencia), La Libertad (Villavicencio) y en San José del Nus (Antioquia), ubicados en diferentes ecosistemas (Cuadro 19).

En Macagual (Florencia), inicialmente se establecieron 21 accesiones de Brachiaria (Figura 7); la accesión CIAT 656 B. ruziziensis ha presentado la mayor población de ninfas de Zulia pubescens y las accesiones CIAT 6294 y 6297 B. brizantha las menores poblaciones.

En La Libertad (Villavicencio) se establecieron 36 accesiones (Figura 8); al igual que en Macagual las accesiones CIAT 6294 y 6297 de B. brizantha fueron las que presentaron las menores poblaciones de ninfas de Aeneolamia varia.

En San José del Nus (Antioquia) están en evaluación 45 accesiones (Figura 9); las mayores poblaciones de ninfas de Zulia colombiana y Aeneolamia sp. se presentaron en las accesiones CIAT 6419, 6130, 6294 y 655 de B. brizantha y las menores poblaciones en las accesiones CIAT 6413, 6297, 655 y 688 de B. brizantha y las accesiones CIAT 660 y 6409 de B. ruziziensis.

Comparando las producciones de forraje en los tres lugares de Colombia, se observó el mayor rendimiento en las especies B. dictyoneura y B. humidicola en Macagual (Florencia, 2.5 y 2.3 ton MS/ha) y en La Libertad (Villavicencio, 1.8 ton MS/ha); y de B. brizantha y B. decumbens en San José del Nus (Antioquia 9.1 y 8.6 ton MS/ha respectivamente) (Cuadro 20).

En resumen, las accesiones CIAT de mejor comportamiento agronómico y con menores poblaciones de salivazo han sido: B. brizantha 6294 y 6297, B. dictyoneura 6133 y B. sp. 6008 en Macagual (Florencia); B. brizantha 6294 y 6297, B. decumbens 6131 y B. eminii 6241 en La Libertad (Villavicencio) y B. brizantha 665, 6297, 6413 y 6688, B. ruziziensis 660 y B. jubata 6409 en San José del Nus (Antioquia).

Otros países. En tres lugares de Perú (Tarapoto, Calzada y Yurimaguas) están en evaluación 26 accesiones de Brachiaria (Cuadro 19); Deois sp. se presenta en Tarapoto y Yurimaguas y Zulia pubescens en Calzada. Los niveles poblacionales de ninfas han sido bajos en Tarapoto y Calzada (evaluados con marcos de 1 m^2) y altos en Yurimaguas (evaluados con marcos de 1/16 m^2); las especies B. brizantha 6294 y 6297 y B. dictyoneura 6133 fueron las que presentaron las menores poblaciones de ninfas de salivazo (Cuadro 21).

En Bolivia (Chipiriri), hay 36 acce-

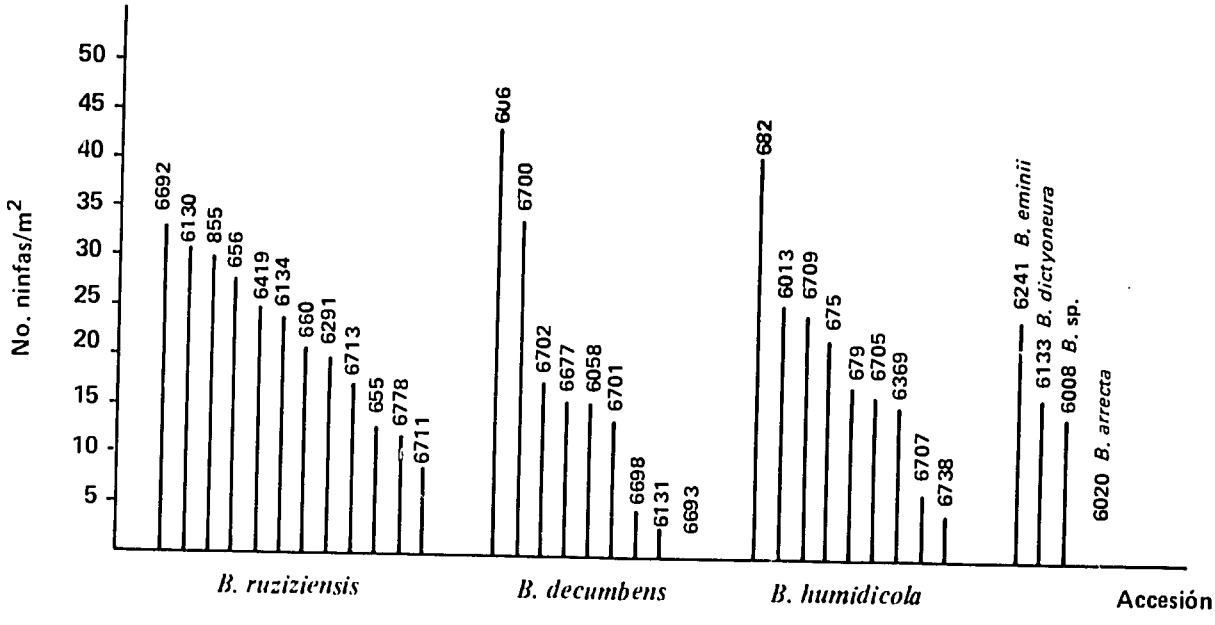


Figura 6. Poblaciones de ninfas de *Aeneolamia reducta* en varias accesiones de *B. ruziziensis*, *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. eminii*, *B. dictyoneura*, *B.* sp. y *B. errecta* en Carimagua.

Cuadro 19. Información general de los lugares donde se está evaluando los materiales de Brachiaria spp. con respecto a salivazo.

País	Lugar	Ecosistema	T° media anual °C	Precipitación media anual mm	Meses de máxima precipitación	Especie de salivazo predominante	Accesiones promisorias
COLOMBIA	Macagual (Florencia)	Bosque tropical lluvioso	26	4,000	Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio	Zulia pubescens	B. bri.6294 y 6297 B. dict.6133, y B. sp. 6008
	La Libertad (Villavicencio)	Bosque tropical lluvioso	25.3	2,357	Abril, Mayo, Junio, Octubre	Aeneolamia varia	B. bri. 6294 y 6297; B. dec. 6131 y B. eminii 6241
	San José del Nus (Antioquia)	Bosque tropical semi-siempre verde	23	2,153	Abril, Mayo, Junio, Sept. y Octubre	Zulia colombiana Aeneolamia sp.	B. brizi.665, 6297 6413 y 6688; B. jub. 6409
PANAMA	Chiriquí	Sabana bien drenada isohipertérmica	26	2,348	Mayo, Junio, Julio, Sept.,	Aeneolamia reducta Octubre	Ensayo recién establecido
	Gualaca	Bosque tropical lluvioso	25.5	5,139	Junio, Julio, Sept., Oct.	Aeneolamia reducta	Ensayo bien establecido
PERU	Tarapoto	Bosque tropical lluvioso	26.6	1,230	Enero, Febrero, Marzo y Abril	Deois sp.	B. brizi. 6294 y 6297; B. ruz. 660; B. hum. 679 y 6013 y B. dict. 6133
	Calzada	Bsoque tropical semi-siempre verde estacional	25.5	5,139	Junio, Julio, Sept., Oct.	Zulia pubescens	B. briz. 6294 y 6297; B. ruz. 6291 y 6130; B. hum. 6369; B. dic. 6133 B. arrecta 6020 y B. dict. 6133
	Yurimaguas	Bosque tropical lluvioso	26	2,376	Marzo, Abril, Agosto, Oct.	Deois sp.	B. briz. 665, 6294 y 6297; B. hum. 6369; B. ruz. 655 y B. dic. 6133
BOLIVIA	Chipiriri	Bosque tropical lluvioso	23.7	4,668	Enero, Febrero, Marzo y Dic.	Zulia sp. Aeneolamia astralis	B. ruz. 655, 6130 y 6711; B. bri.664 y 6012 y B. dec. 6132 y 6693.

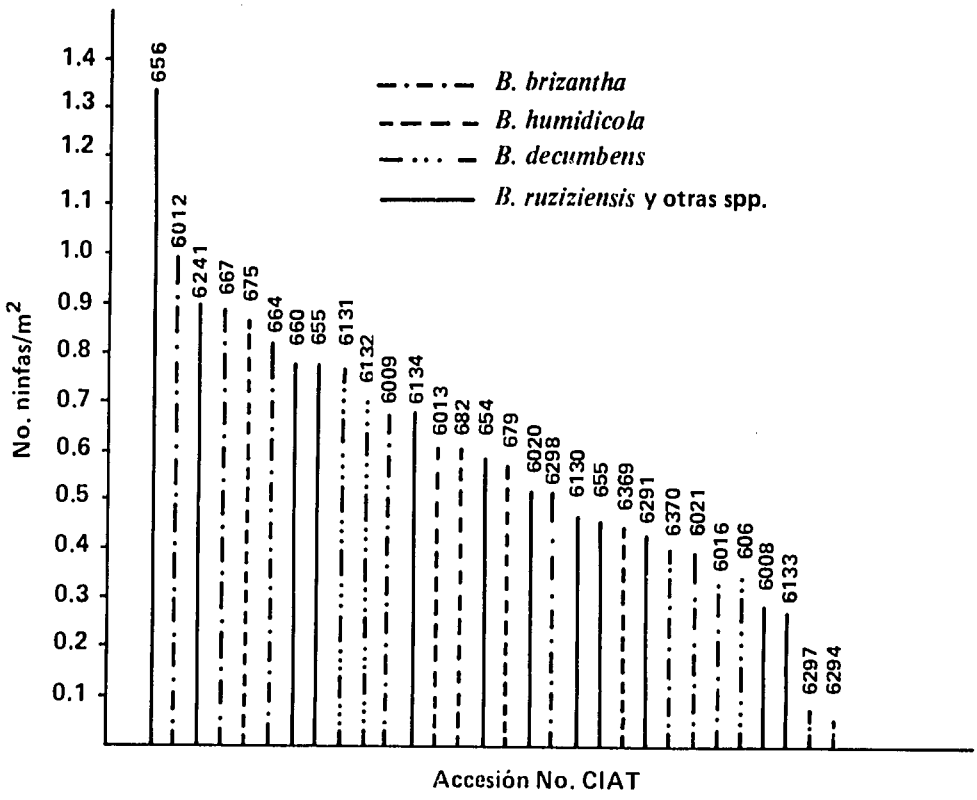


Figura 7. Población promedia (2 años) de ninfas de "salivazo" en *Brachiaria* spp. en Macagual, Florencia.

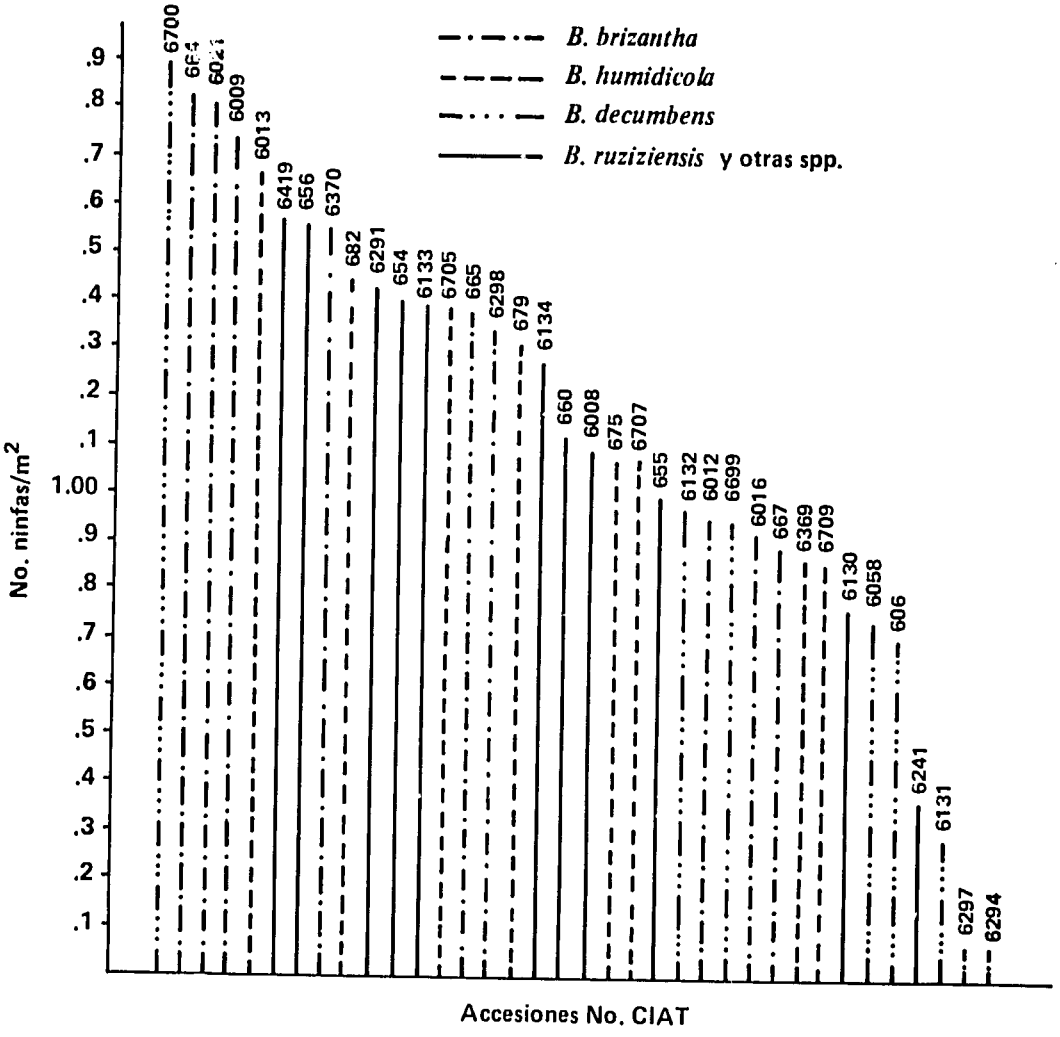


Figura 8. Población promedia (2 años) de ninfas de "salivazo" en *Brachiaria* spp. en La Libertad, Villavicencio.

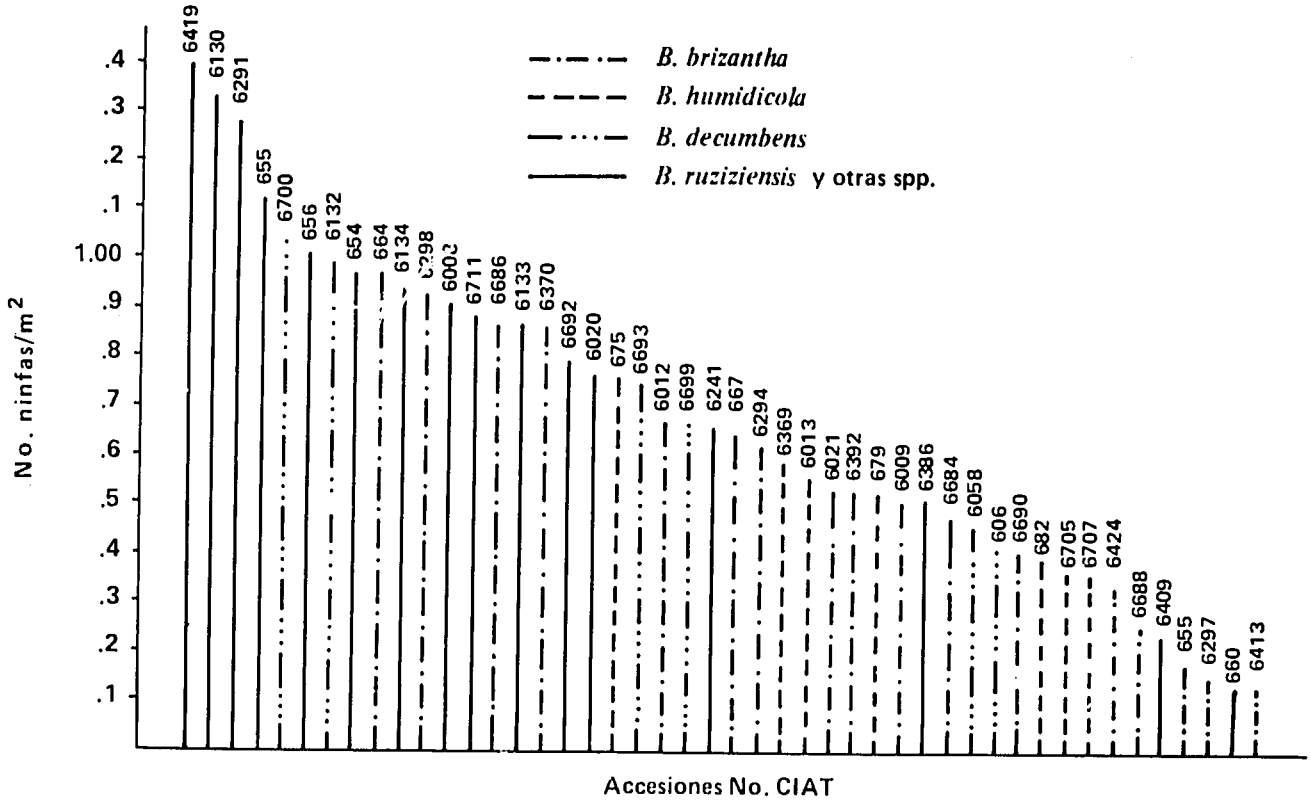


Figura 9. Población promedia (2 años) de ninfas de "salivazo" en *Brachiaria* spp. en San José del Nus, Antioquia.

Cuadro 20. Comportamiento agronómico de *Brachiaria* spp. con respecto al "salivazo" en tres lugares de Colombia.

Especie	MACAGUAL (Florencia)		LA LIBERTAD (Villavicencio)		SAN JOSE DEL NUS (Antioquia)	
	Ninfas/m^2	M.S.t/ha	Ninfas/m^2	M.S.t/ha	Ninfas/m^2	M.S.t/ha
B. brizantha promedio de 9 accesiones	0.5	1.8	1.1	1.2	0.6	9.1
B. ruziziensis promedio de 7 accesiones	0.7	1.6	1.2	0.9	0.9	5.5
B. humidicola promedio de 5 accesiones	0.6	2.3	1.3	1.8	0.6	7.4
B. decumbens promedio de 2 accesiones	0.5	1.4	0.8	0.8	0.7	8.6
B. dictyoneura accesión No. CIAT 6133	0.3	2.5	1.4	1.8	0.9	7.4
B. eminii	0.9	2.3	0.4	0.7	0.7	7.0
accesión No. CIAT 6241	0.9	2.3	0.4	0.7	0.7	7.0
B. sp. accesión No. CIAT 6008	0.3	1.5	1.1	1.0	0.9	6.8

Cuadro 21. Niveles poblacionales de ninfas de salivazo en Brachiaria spp. en tres lugares del Perú.

Especie	Accesión	Tarapoto Ninfas/m^2	Calzada Ninfas/m^2	Yurimaguas Ninfas/m^2
B. brizantha	6294	0.0	1.0	6.0
B. brizantha	6297	0.0	2.0	4.0
B. brizantha	665	3.6	7.0	14.0
B. brizantha	6298	4.8	8.0	98.0
B. brizantha	6016	5.3	4.5	-
B. brizantha	667	7.0	5.0	48.0
B. brizantha	6012	8.1	7.0	52.0
B. brizantha	6009	9.9	5.5	40.0
B. ruziziensis	660	0.4	3.5	-
B. ruziziensis	6291	2.5	2.0	68.0
B. ruziziensis	6134	4.4	4.0	58.0
B. ruziziensis	654	8.5	7.5	-
B. ruziziensis	6130	8.7	2.0	88.0
B. ruziziensis	655	5.7	6.5	12.0
B. humidicola	679	0.4	4.5	80.0
B. humidicola	682	1.2	7.0	82.0
B. decumbens	6058	4.7	4.5	72.0
B. decumbens	6132	5.0	5.5	72.0
B. decumbens	6131	10.0	6.5	62.0
B. dictyoneura	6133	0.8	2.0	14.0
B. eminii	6241	6.5	3.5	48.0
B. arrecta	6020	1.2	2.0	26.0
B. sp.	6008	1.9	2.0	60.0

Encargados de los ensayos:
- Tarapoto: Ing. César R. Valles
  Calzada: Ing. E. Palacios
  Yurimaguas: Ing. K. Reátegui

Material sembrado en Octubre, 1983:
- = No se establecieron.

siones de Brachiaria en evaluación, con producciones de forraje entre 300 y 1,600 Kg MS/ha, siendo las accesiones CIAT 655, 6130 y 6711 de B. ruziziensis; 664 y 6012 de B. brizantha y 6132 y 6693 de B. decumbens las más productoras. En las evaluaciones mensuales de Zulia sp. y Aeneolamia astralis en B. decumbens 606 y B. humidicola 679, se observó la mayor población de ninfas en B. decumbens 606 manifestándose en un daño leve a moderado en el pasto; parece que la altura (38 y 80 cm) está influyendo en esa mayor población. Comparando el dato de 11 ninfas/m^2 en B. decumbens 606 con daño leve del pasto y 20 ninfas/m^2 en B. humidicola 679 sin presentar daño en forraje, esta indicando que ésta última especie es resistente al salivazo y puede soportar mayores presiones del insecto (Cuadro 22).

Reconocimiento de salivazo en varias fincas, en los Llanos Orientales

En vista de la importancia de B. decumbens en el pie de monte llanero, que día a día aumenta con la ganadería, se amplió el número de fincas a evaluarse. Las evaluaciones se hicieron en Junio y Octubre en que se esperaba los picos poblacionales de Aeneolamia varia y Zulia pubescens. En la vía hacia Puerto López se evaluaron tres fincas: La Maravilla, Aguas Claras y San Antonio; el área de los potreros evaluados osciló entre 3.5 y 8 ha. En la primera fecha de evaluación se observó poblaciones altas de ninfas y bajas de adultos, a la segunda fecha los potreros estaban en recuperación y la población insectil había disminuído considerablemente, sólo que en La Maravilla, el potrero 3 presentó una alta población de ninfas y adultos, separado sólo por una cerca del potrero 2 que tenía una poblacion baja de ninfas y adultos. (Figura 10). En La Maravilla y Aguas Claras utilizan una carga de 8.7 animales/ha y en San Antonio 4.2 animales/ha.

En la vía hacia Acacías, se evaluaron dos fincas: La Candelaria y Mapiripan, potreros de 1 y 7 ha; igualmente se observó en la primera fecha de evaluación, altas poblaciones de ninfas y bajas de adultos, disminuyendo ambas en la segunda fecha de evaluación (Figura 11).

En cuanto a la densidad poblacional de los insectos en estas zonas del pie de monte, predominan los del orden Homoptera de las familias Cicadellidae y Cercopidae, en nuestro caso el salivazo Aeneolamia varia sobre el Zulia pubescens, todos ellos chupadores y en menor proporción insectos del orden Coleoptera y Orthoptera comedores que en cualquier momento pueden constituírse como plaga. La mayoría de insectos del orden Hymenoptera y Diptera, son benéficos actuando como polinizadores y como control biológico (Cuadros 23 y 24).

Fluctuación diaria de la población de Aeneolamia varía en Villavicencio

Para este estudio se eligió una ha de B. decumbens en pastoreo, con una población media de 12 adultos/m^2 al inicio del trabajo. Las evaluacines se hicieron cada 20 dias alternamente a partir del 5 de Octubre hasta el 24 de Octubre de 1985, los muestreos comenzaban a las 12 del día y se hacían a intervalos de 2 horas durante 24 horas consecutivas.

En el área se marcaron 10 sitios, donde se hacían 10 pases de jama (diámetro 35 cm); los adultos capturados eran contados en el sitio y devueltos nuevamente al mismo; además se contaron las parejas copulando que eran capturadas en cada muestra. Para cuantificar la proporción hembra/macho, se hicieron 10 pases de jama en un sitio cercano que tenía poblaciones de adultos similares a la del área de evaluación; para medir este parámetro, las muestras se tomaron a intervalos de 4 horas a partir de las 12 del día durante 24 horas consecutivas.

Cuadro 22. Población de ninfas de *Zulia* sp. y *Aeneolamia astralis* en *B. decumbens* y *B. humidicola* en Chipiriri, Bolivia*.

Mes	Precipitación (mm)	*B. decumbens* 606 Altura (cm)	Ninfas/m²	Daño	*B. humidicola* 679 Altura (cm)	Ninfas/m²	Daño
Sept./83	213	39.0	74	3	19.6	20	1
Oct./83	376	38.0	41	3	19.0	5	1
Nov./83	922	46.0	11	2	32.8	8	1
Dic./83	645	53.0	19	2	26.0	1	1
Enero/84	814	73.0	11	2	25.0	1	1
Feb./84	873	65.0	30	3	22.0	0	1
Feb./84	873	65.0	30	3	22.0	0	1
Marzo/84	659	80.0	12	2	21.6	1	1
Abril/84	279	80.5	24	2	14.4	1	1
Mayo/84	122	39.0	11	2	15.0	3	1
Junio/84	222	39.4	17	3	18.0	4	1
Julio/84	51	58.0	19	3	16.2	0	1
Agosto/84	95	42.5	14	3	18.0	0	1

* Encargado de este ensayo: Ing. A. Ferrufino.
Escala de daño: 1-5; 1 = sin daño; 2 = daño total.

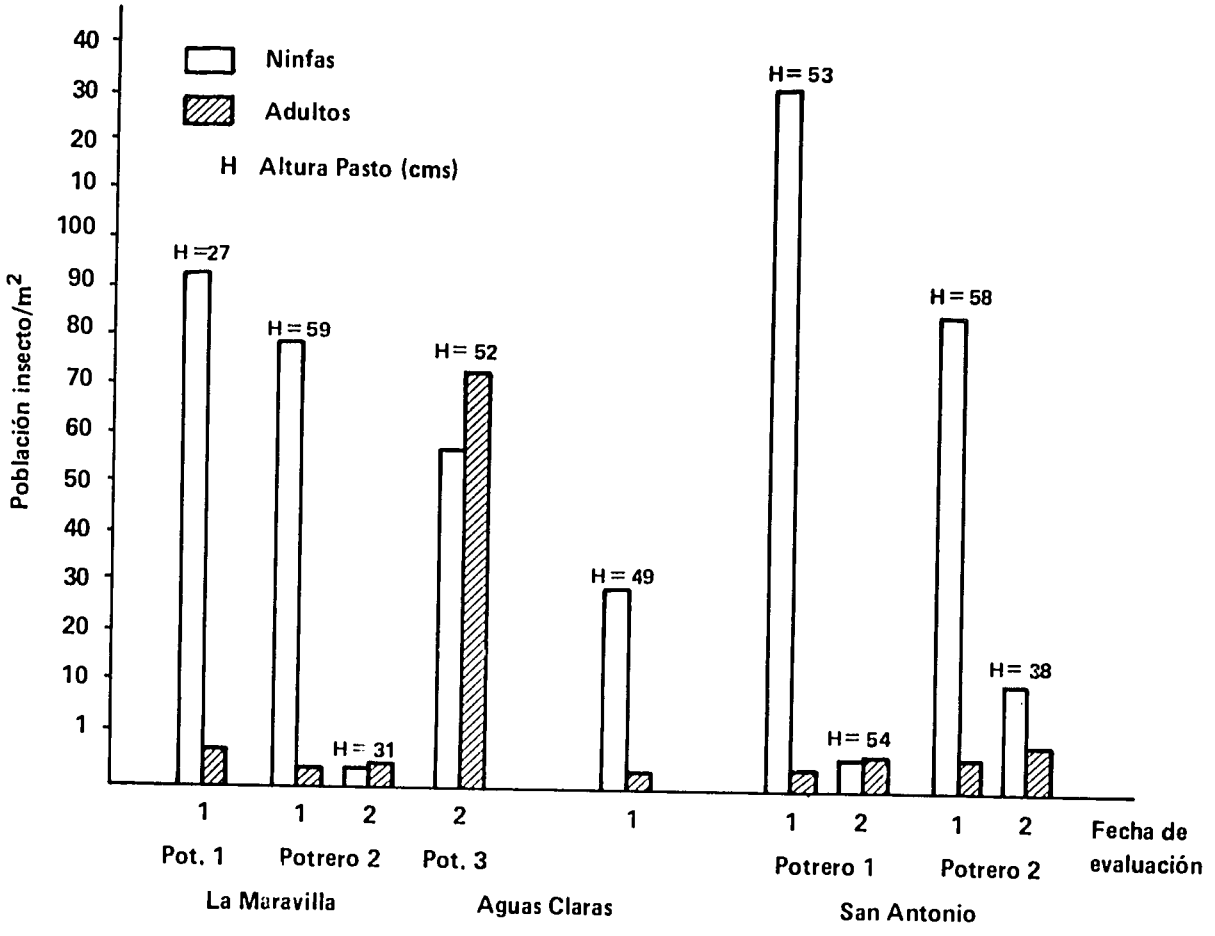


Figura 10. Evaluación poblacional de salivazo en *B. decumbens* en tres fincas del pie de monte, vía a Puerto López. Fechas de evaluación: (1) Julio/85; (2) Octubre/85.

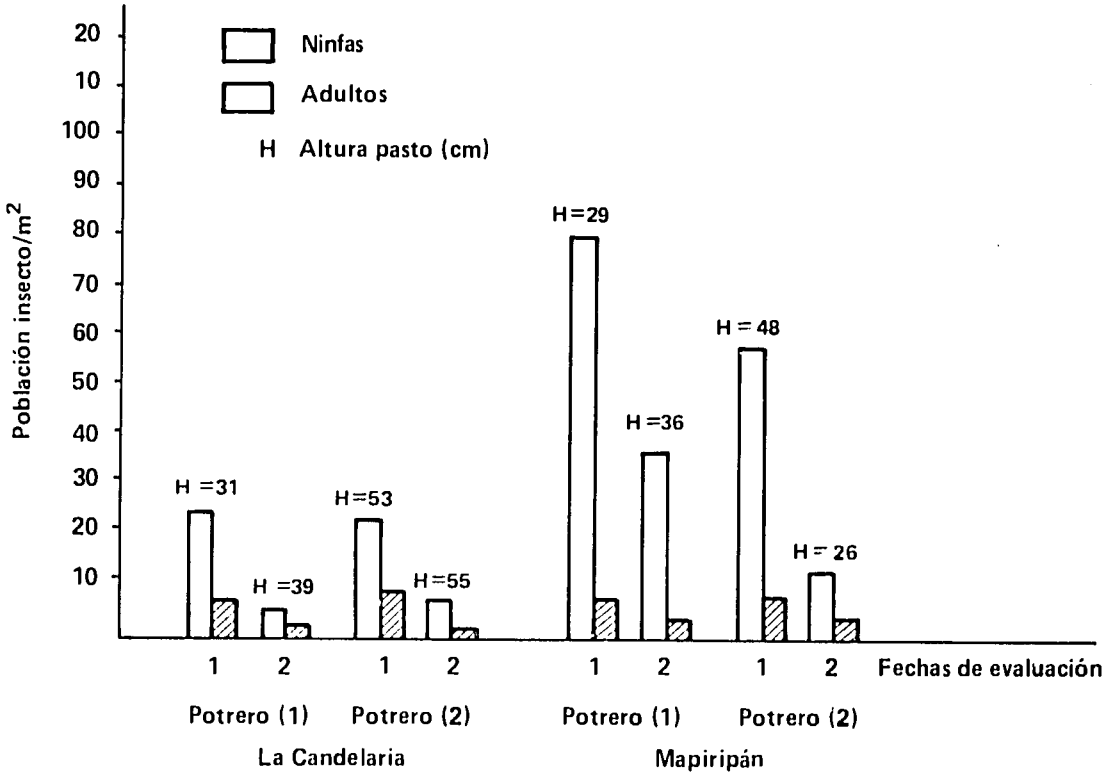


Figura 11. Evaluación poblacional de salivazo en *B. decumbens*, en dos fincas del pie de monte, vía a Acacías. Fechas de evaluación: (1) Julio/85; (2) Octubre/85.

Cuadro 23. Densidad poblacional de insectos (200 pases de jama/ha) en tres fincas del pie de monte llanero, vía a Puerto López, evaluadas en Junio y Octubre de 1985.

Orden	Familia	Especie	La Maravilla	Aguas Claras	San Antonio
			%		
Homoptera	Cercopidae	*Aeneolamia varia*	11.5	9.0	24.0
		Zulia pubescens	2.0	6.0	0.5
	Cicadellidae		56.0	68.0	39.5
	Membracidae		2.0	7.0	1.0
Hemiptera	Pentatomidae		0.4	5.2	1.0
Coleoptera	Chrysomelidae		1.0	1.6	9.2
	Otros		3.4	2.4	0.5
Orthoptera	Acrididae		9.0	1.0	7.0
	Otros		-	-	0.3
Lepidoptera	Geometridae		0.5	-	5.0
	Noctuidae		1.0	-	2.0
	Otros		-	-	-
Otros (posiblemente benéficos):					
Hymenoptera	Braconidae		0.4	0.4	1.0
	Microhymenopteros		11.0	1.5	-
	Otros		0.4	0.6	0.4
Diptera	Syrphidae		-	0.7	8.0
	Otros		2.5	-	5.0

Cuadro 24. Densidad poblacional (200 pases de jama/ha) en tres fincas del pie de monte llanero vía a Acacías, evaluadas en Junio y Octubre de 1985.

Orden	Familia	Especie	La Candelaria	Mapiripan	La CAstañeda
			%		
Homoptera	Cercopidae	*Aeneolamia varia*	11.0	7.0	8.0
		Zulia pubescens .	4.0	9.7	2.0
	Cicadellidae		54.0	76.6	63.0
	Membracidae		8.0	0.5	2.0
Hemiptera	Pentatomidae		2.0	2.6	-
	Otros		2.0	-	5.0
Coleoptera	Chrysomelidae		4.0	3.6	13.0
	Otras		-	-	0.6
Orthoptera	Acridinae		3.0	-	2.0
	Otras		1.0	-	-
Otros (posiblemente benéficos):					
Diptera	Syrphidae		10.0	-	-
	Otras				

La población de adultos al inicio del trabajo fue de $12/m^2$, disminuyendo hasta $2/m^2$ al finalizar la evaluación (Figura 12). Esta reducción en la población, pudo estar influída por la reducción en el número de días con lluvia y a la ausencia de las mismas a mediados del período de evaluación (Figura 13). Sin embargo, la reducción de la población respecto a la inicial, no parece haber influído en el comportamiento diario de la población estimada, lo que se aprecia al analizar separadamente la fluctuación durante el primero y último día del muestreo (Figura 14).

Al analizar los 10 muestreos se aprecia que la población máxima de salivazo (Figura 15), se presenta al momento de la puesta del sol (6:00 pm) y posteriormente se reduce en el resto de horas del muestreo. El número de adultos capturados a esa hora es aproximadamente 40% superior a los capturados en las horas restantes; un ligero incremento en la captura se observó en el intervalo de 06 a 08 horas, coincidiendo con las horas del amanecer y las primeras horas de la mañana. Después de las 6:00 pm se observa una rápida reducción en el núnmero de adultos capturados, que puede estar condicionado por el aumento del rocío desde las 8:00 pm hasta las 6:00 am; ésto explica el ligero aumento de la población al amanecer, al disminuir el rocío en el pasto durante las primeras horas de la mañana.

La disminución de la radiación solar, parece ser el estímulo que provoca la salida de los adultos de salivazo hacia las partes aéreas del pasto (hábito crepuscular) para buscar apareamienteo; lo anterior se confirma en los resultados que muestra la Figura 16. El número de parejas copulando se incrementó bruscamente a las 6:00 pm y mantuvo un número relativamente alto durante las siguientes lecturas de la noche, excepto en la madrugada donde disminuyó hasta ser muy baja a las 08 horas. Durante las horas diurnas en presencia de radiación solar, el número de cópulas fue muy reducido.

La relación de sexos dependiendo de la hora de muestreo, manifiesta una tendencia similar a la obtenida en el número de cópulas; sin embargo, parece ser que el número de insectos hembras es siempre superior al número de machos durante todas las horas del día, excepto a las 4:00 pm y 12 m, donde aproximadamente coincidieron en número (Figura 17); es así como ambos sexos siguen una fluctuación diaria de forma muy parecida. La tendencia a incrementarse el número de adultos de ambos sexos en las primeras horas del anochecer y del amanecer, está también en correspondencia con la fluctuación encontrada para el total de insectos durante todo el período de muestreo. A pesar de que el número de hembras fue superior al de machos, no parece haber una diferencia significativa, ya que el número de insectos capturados de ambos sexos fue similar para cada hora de muestreo.

EVALUACION DEL GERMOPLASMA EN CARIMAGUA

Durante el presente año se continuaron las evaluaciones en el Jardín de Introducciones del año 1983. Se evaluó daño causado por comedores de follaje (Coleopteros y Chrysomélidos) en C. macrocarpum, siendo las accesiones CIAT 5065, 5278, 5395, 5418, 5452, 5620, 5645, 5674, 5735, 5798, 5887 y 5984 los de mejor comportamiento; en D. heterophyllum las accesiones CIAT 349 y 13199 las más promisorias y en Pueraria spp. las accesiones CIAT 4600, 17279, 17281, 17287, 17288, 17291 y 17390 las mejores. Se evaluó daño causado por chupadores (Homópteros y Hemípteros) en C. brasilianum siendo las accesiones CIAT 5474, 5486, 5492, 5510, 5511, 5517, 5530, 5822, 5884 y 5703 las más promisorias. En cuanto al daño ocasionado por barrenador del tallo (Caloptilia sp.) y perforador de botones (Stegasta bosquella), se evaluó en los

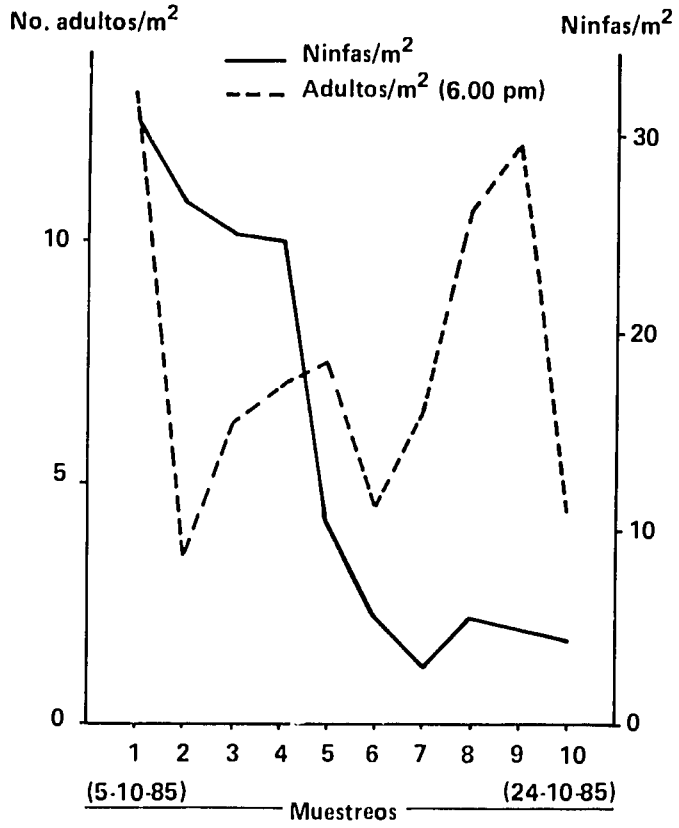


Figura 12. Fluctuación de la población de adultos y ninfas de *A. varia* en *B. decumbens* en Villavicencio.

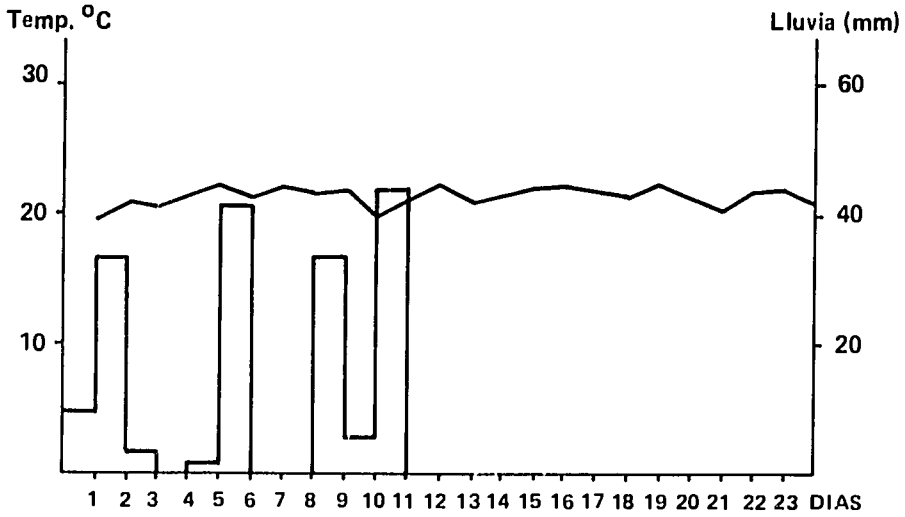


Figura 13. Temperatura media y lluvia durante el período de evaluación (Octubre 5-24/85).

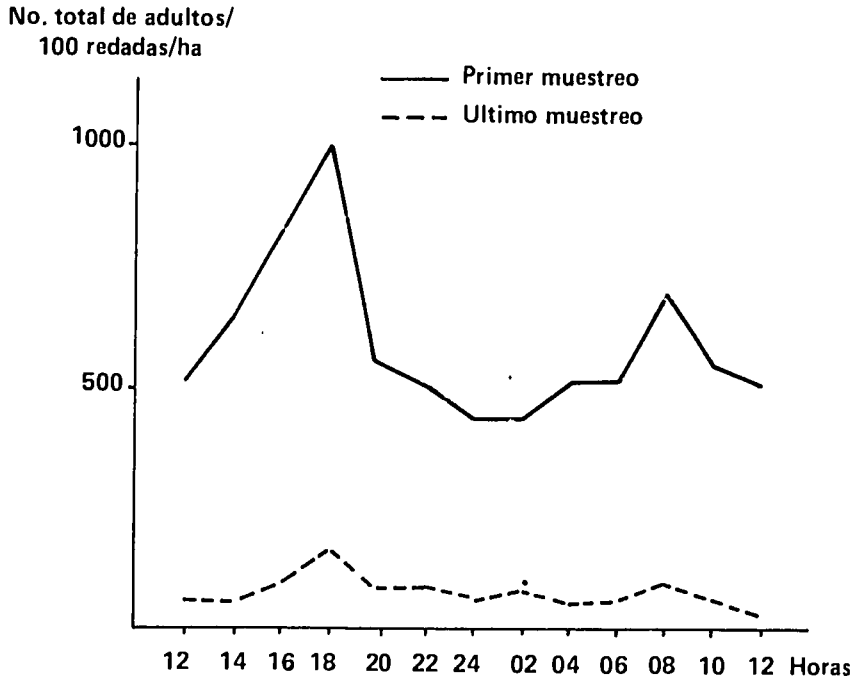
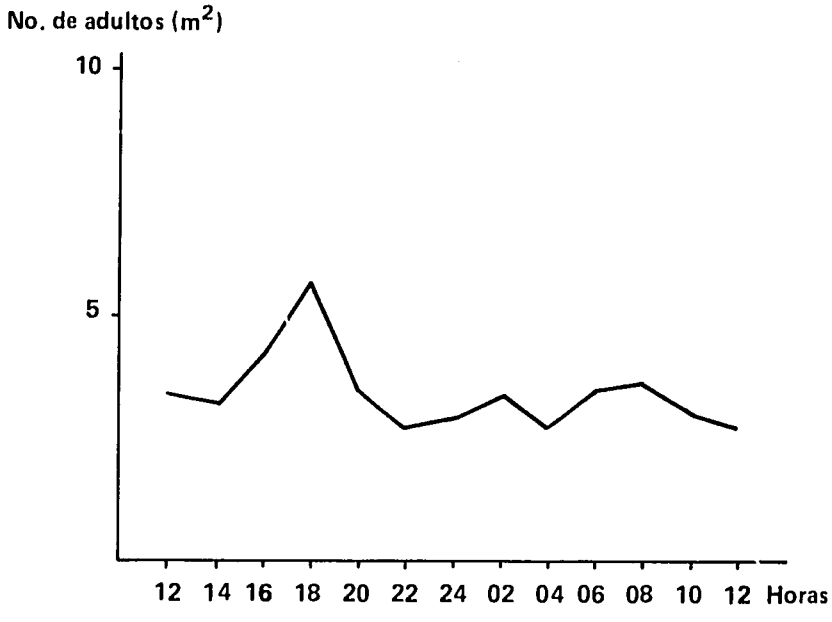


Figura 14. Fluctuación de la población diaria de *Aeneolamia varia* durante el primer y último muestreo.



Fluctuación diaria de la población de *Aeneolamia varia*

Figura 15. Estimación de la población de *Aeneolamia varia* en *B. decumbens* a intervalos de 2 horas.

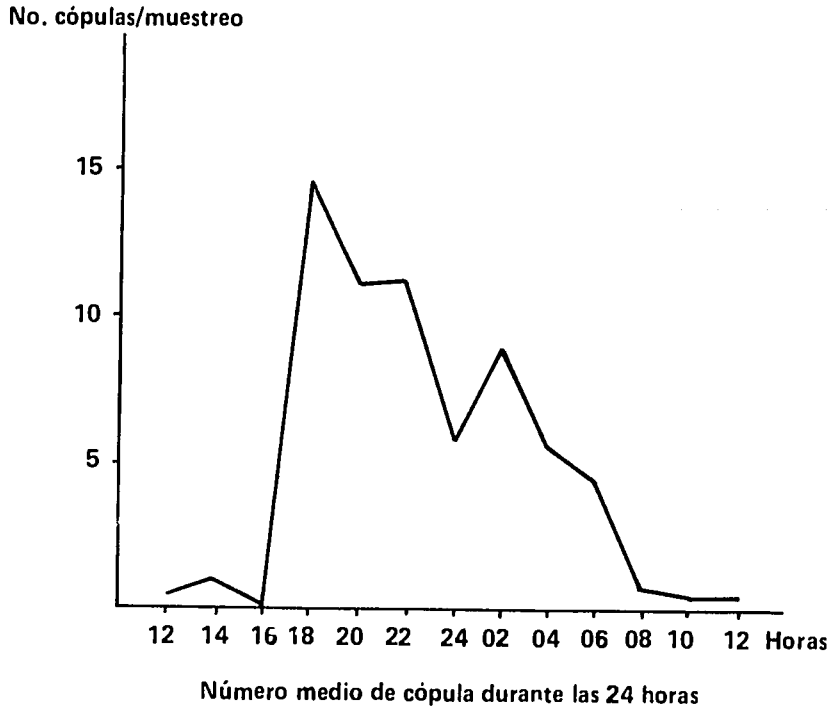


Figura 16. Número medio de parejas copulando, de *A. varia* a intervalos de 2 horas, durante los 10 días alternos de muestreos en *B. decumbens*.

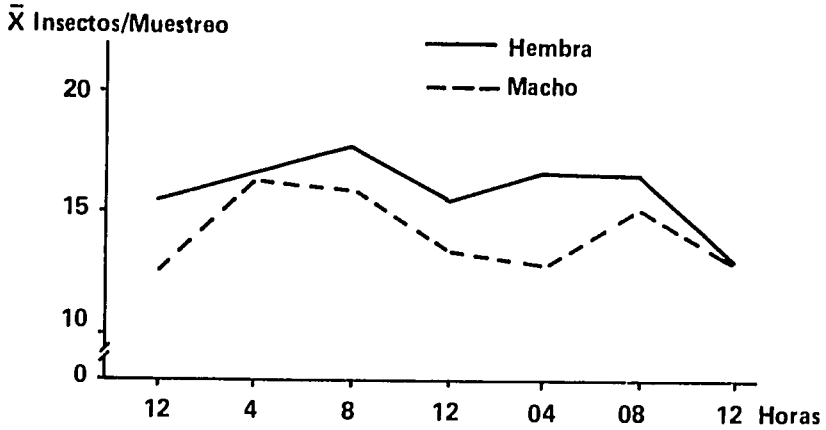


Figura 17. Número medio de adultos hembras o machos de *A. varia* durante 9 días alternos de muestreo en *B. decumbens*.

Stylosanthes, siendo las accesiones CIAT AJ1A, 2423, 2545, 2556, 2737, 2964 y 2970 de S. capitata y las accesiones CIAT 1643, 10003, 10010, 10015, 10339 y 10342 de S. macrocephala las de mejor comportamiento con respecto al ataque de insectos.

Respecto a las gramíneas, en el presente año no hubo ataque de salivazo en las accesiones de Brachiaria spp. y Panicum maximum.

Fitopatología

Las responsabilidades de la Sección de Fitopatología han continuado sin cambios durante 1985.

1. Evaluación de germoplasma según la reacción a enfermedades en mayor número de de sitios de selección y en los ensayos regionales de los principales ecosistemas.

2. Identificación y determinación de enfermedades de germoplasma bajo evaluación de pasturas.

3. Evaluación y desarrollo de medidas de control para las enfermedades más importantes de especies de pasturas promisorias.

A. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS, BACTERIAS Y VIRUS

ESTUDIOS GENERALES

Reconocimiento de enfermedades

De los estudios realizados en poblaciones de leguminosas nativas y los ensayos de evaluación de germoplasma, se encontraron varias enfermedades en nuevos hospedantes. El rango de hospedantes de la roya en Stylo, *Puccinia stylosanthis* se incrementó al incluir la roya del tallo en *Stylosanthes* en poblaciones nativas cerca a Pirapora y Minas Gerais. Esta roya se ha encontrado ahora en *S. aurea*, *S. guianensis* var. *pauciflora* y *S. macrocephala* en Brasil y en *S. fruticosa* en varios paises de Africa.

El rango de hospedantes de *Cercospora stylosanthis*, el agente causal de la mancha foliar por Cercospora, se extendió al incluir *S. grandifolia* después de los estudios de poblaciones nativas en Minas Gerais, Brasil. Aunque aún se le considera como un patógeno menor, la mancha foliar por Cercospora es más común en *S. guianensis* que lo que se pensaba antes. Esta enfermedad se detectó en ambos ecosistemas de sabana por primera vez durante 1985.

Se encontraron aislamientos binucleados de *Rhizoctonia* sp. y un aislamiento de *R. solani*, que causan añublo foliar severo y pudrición de raíces en algunas accesiones de *S. macrocephala* en varios sitios en los Llanos y Santander de Quilichao en Colombia. Evaluaciones detalladas de este problema están en progreso.

Proyectos colaborativos con el laboratorio de Sanidad de Semillas - GRU

Usando la metodología desarrollada por la sección de patología de plantas, todos los lotes de *Centrosema* spp. y *Zornia* spp. destinados para ensayos regionales fuera de Colombia, fueron seleccionados para *Pseudomonas marginalis* (*P. fluorescens*) y *Corynebacterium flaccumfaciens* respectivamente. De 49 lotes de semilla de *Centrosema* spp., 9 estaban contaminadas con *P. marginalis* (Cuadro 1), mientras que de 4 lotes de *Zornia* spp., 2 mostraron la presencia de *C. flaccumfaciens* (Cuadro 2). Todos los lotes de semillas se han separado de las semillas destinadas para ensayos

Cuadro 1. Ensayo con semillas de Centrosema spp. para detectar Pseudomonas marginalis. (Proyecto Colaborativo-URG).

Especies	Lotes de semilla probada No.	Lotes de semilla con P. m
C. híbrido	9	2
C. macrocarpum	13	3
C. pubescens	7	1
C. sp.	11	1
C. brasilianum	7	0
C. schiedeanum	1	1
C. arenarium	1	1

regionales. Se realizarán los tratamientos de semilla apropiados. En colaboración con la sección de Virología de Fríjol, se han seleccionado 34 lotes de semilla de Centrosema spp. para detectar la presencia del virus mosaico de Centrosema, mediante la técnica de Elisa, 14 lotes de semilla fueron positivos (Cuadro 3). Pruebas en cultivos con semilla positivamente contaminada están en progreso. Los lotes con contaminación comprobada serán destruídos.

Cuadro 2. Ensayo de semillas de Zornia spp. para detectar Corynebacterium flaccumfaciens (Proyecto colaborativo-URG).

Especies	Lotes de semillas probadas No.	Lotes de semilla con C. f. No.
Z. latifolia CIAT 728	2	1
Z. glabra CIAT 7487	1	0
Z. brasiliensis CIAT 7845	1	1

Efecto de estrés por agua en el desarrollo de antracnosis en tres accesiones de Stylosanthes spp.*

El efecto de estrés por agua sobre la incidencia y severidad de antracnosis causada por Colletotrichum gloeosporioides en S. guianensis var. vulgaris CIAT 136, S. guianensis var. pauciflora CIAT 1283 y S. capitata CIAT 1315, se

Cuadro 3. Ensayo de semillas de varios lotes de Centrosema spp. para detectar la presencia del virus del mosaico de Centrosema (Proyecto colaborativo-URG).

Especies	Lotes de semillas probadas No.	Lotes de con VMC[a] No.
C. macrocarpum	21	8
C. brasilianum	3	1
C. pubescens	9	4
C. sp.	1	1

a. Técnica de Elisa.
Todos los lotes de semillas fueron cosechados en Palmira o Quilichao.

evaluó bajo condiciones de invernadero. A la vez, se estudiaron diferentes respuestas morfológicas y fisiológicas como presión por el patógeno en los tres ecotipos bajo estrés por agua. Se encontraron grandes diferencias en densidad estomatal entre accesiones (Cuadro 4), aunque S. capitata CIAT 1315 tuvo la más baja densidad de estomas, este tenía los estomas más grandes que S. guianensis. Stylosanthes guianensis CIAT 136 tuvo la más alta densidad estomatal pero los estomas fueron más pequeños. Los estudios sobre resistencia estomatal en las tres accesiones mostraron una relación directa entre densidad y resistencia estomatal. Bajo estrés de sequía, S. guianensis CIAT 136 y 1283 mostraron

* Proyecto de Tesis del Estudiante Luis Enrique Núñez.

Cuadro 4. Densidad estomatal (mm^2) de la parte superior e inferior de la superficie de las hojas de tres accesiones de Stylosanthes spp.

Accesión	Superficie superior	Superficie inferior
	Stomata mm^{-2}	
S. guianensis CIAT 136	307 ± 63[a]	546 ± 111
S. guianensis CIAT 1283	266 ± 25	328 ± 79
S. capitata CIAT 1315	160 ± 21	182 ± 30

a. Los valores son promedios ± de la desviación estándar.

resistencia estomatal más alta que S. capitata CIAT 1315 (Cuadro 5). Las especies de Stylosanthes con densidad estomatal alta, aparentemente reaccionan rápidamente al deficit hídrico del suelo cerrando sus estomas como una adaptación a condiciones de sequía. En general, las tres accesiones mostraron alta tolerancia a la sequía, exhibiendo potenciales de agua foliar tan bajos como -26 bares a 6.25% de capacidad de campo en el suelo, siendo consistente con otras especies de Stylosanthes. El ángulo de orientación de la hoja fue afectado por el estrés de agua en una extensión diferente en cada accesión (Cuadro 6). Stylosanthes guianensis CIAT 1283 fue insensible al estrés por agua, mantuvo los ángulos de las hojas entre 120° y 150° con niveles de agua en el suelo de 100% a 6.25% de capacidad de campo. En contraste, cuando el estrés por agua se incrementó, S. capitata CIAT 1315 mostró movimiento parahelionástico, orientando sus hojas verticalmente tanto como fue posible. Stylosanthes guianensis CIAT 136, presentó marchitamiento a medida que se incrementó el estrés por agua (Cuadro 6). El movimiento parahelionástico mostrado por S. capitata CIAT 1315 pudo ser un mecanismo de adaptación efectivo al severo estrés por agua, minimizando la incidencia de radiación y la consecuente rata de transpiración y pérdida de agua.

Cuando el estrés de agua se incrementó considerablemente, se redujo la producción de follaje, crecimiento de raíces y área foliar a niveles de más del 70% en las tres accesiones (Cuadro 7). Stylosanthes capitata CIAT 1315 y S. guianensis 1283 fueron más tolerantes al estrés por agua y menos susceptibles a la defoliación que S. guianensis CIAT 136 y se adaptaron mejor para sobrevivir y persistir durante períodos de sequía prolongada. Considerando el origen de estos tres ecotipos, esto no es sorprendente. CIAT 1315 y 1283 son de Maranhao, Brasil con 1.400 mm promedio de precipitación anual aproximadamente y seis meses de estación seca mientras CIAT 136 es del Departamento del Meta, Colombia con 2.200 mm promedio de precipitación anual y cuatro meses de estación seca.

La incidencia y severidad de antracnosis causada por C. gloeosporioides varió durante el período experimental dependiendo de la susceptibilidad de las tres accesiones. Stylosanthes guianensis CIAT 136 mostró un incremento lineal en la reacción a antracnosis y al número de hojas afectadas. S. capitata CIAT 1315 y S. guianensis CIAT 1283 mostraron incrementos en los niveles de antracnosis hasta la cuarta semana, luego permaneció estable en CIAT 1283 pero disminuyó en CIAT 1315 (Figura 1).

Cuadro 5. Resistencia estomatal promedia de la parte superior e inferior de la superficie de las hojas de plantas sanas bajo diferentes niveles de humedad en el suelo y den ad estomatal en tres accesiones de Stylosanthes spp.

Nivel de humedad[a] %	S. guianensis CIAT 136		S. guianensis CIAT 1283		S. capitata CIAT 1315	
	Superior 307[b]	Inferior 546	Superior 266	Inferior 328	Superior 161	Inferior 180
	Resistencia estomatal ---------- Sec/cm ----------					
100	7.4	21	6.3	17	5.0	9.0
50	7.0	29	8.0	10	5.0	9.0
25	55.0	82	29.0	60	13.0	16.0
12.5	49.0	107	68.0	67	25.0	68.0
6.25	89.0	98	83.0	100	28.0	54.0

a. % capacidad de campo.
b. Número de estomas por mm^2.

Cuadro 6. Variación en el ángulo de orientación de la hora de tres accesiones de Stylosanthes spp. bajo cinco niveles de humedad del suelo.

EMS .05 = 0.53 en la interacción ecotipo x nivel de humedad.

Nivel de Humedad en el suelo[a] %	S. guianensis CIAT 136 Orientación	S. guianensis CIAT 1283 Orientación	S. capitata CIAT 1315 Orientación
100	2.4	3.0	2.1
50	2.1	2.5	2.5
25	2.3	3.0	2.9
12.5	1.6	3.0	3.4
6.25	0.9	3.0	3.3

a. % capacidad de campo.
Escala de evaluación: 0 = 0°-60°; 1 = 60°-90°; 2 = 90°-120°; 3 = 120°-150°; 4 = 150°-180°.

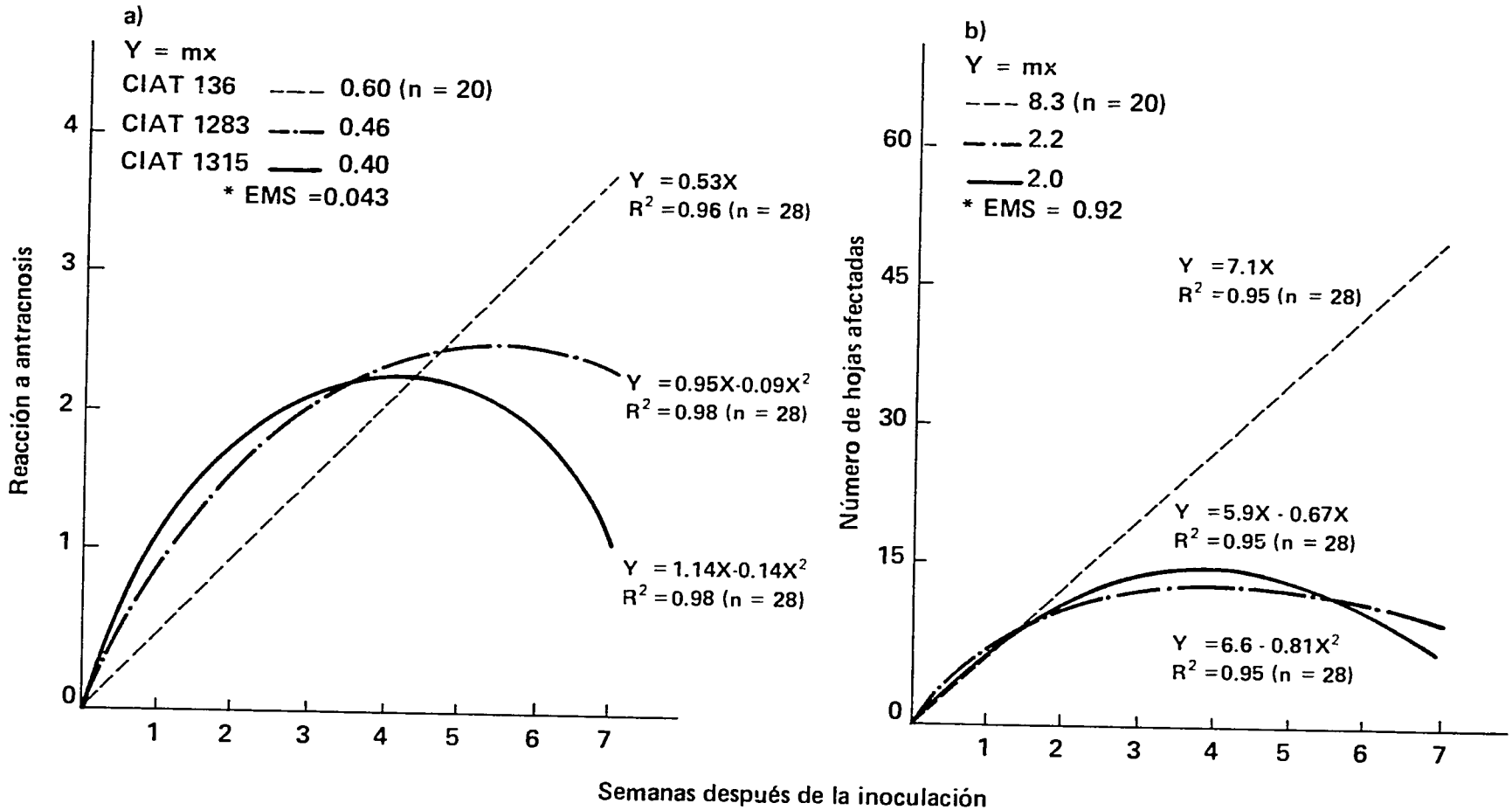


Figura 1. Desarrollo de antracnosis *C. gloeosporioides* (a) y número de hojas afectadas (b) en tres accesiones de *Stylosanthes* spp., *S. guianensis* CIAT 136 (-------), *S. guianensis* CIAT 1283 (-.-.-.-.) y *S. capitata* CIAT 1315 (———) EMS ($P<0.05$) entre sesgos lineales (m) de reacción y número de hojas durante las primeras cinco semanas.

Cuadro 7. Pérdidas en producción (MS) y defoliación en tres accesiones de Stylosanthes spp. a diferentes niveles de agua disponible en el suelo.

Ecotipo	Agua disponible en el suelo	Materia Seca: Parte aérea total	Materia Seca: Raices	Hojas	Area foliar	No. de hojas
	(% capac. de campo)	---------- g ----------			cm^2	
S. guianensis CIAT 136	100	10.1[a]	7.0	4.4	290	447
		---------- % Reducción ----------				
	50	8	9	21	18	12
	25	38	34	43	35	28
	12.5	67	59	75	61	61
	6.25	70	57	73	54	58
S. guianensis CIAT 1283	100	10.8[a]	4.9	5.0	292	629
		---------- % Reducción ----------				
	50	11	25	18	19	8
	25	38	59	32	30	2
	12.5	58	69	66	62	52
	6.25	76	71	74	64	66
S. capitata CIAT 1315	100	6.7[a]	3.0	3.0	308	437
		---------- % Reducción ----------				
	50	9	17	0	12	1
	25	33	20	33	48	22
	12.5	66	37	63	65	50
	6.25	76	53	77	77	63

$$\% \text{ Reducción} = \frac{\text{MS sin I 100 CC} - \text{MS sin I}}{\text{MS sin I 100\% CC}} \times 100$$

a valores: Materia seca de plantas sanas mantenidas al 100% de capacidad de campo.
MS = Materia Seca
I = Inóculo.

No presentaron diferencias significativas en el desarrollo de antracnosis entre los diferentes niveles de estrés de agua para S. guianensis CIAT 136 y S. capitata CIAT 1315 (Figura 2). En contraste, el desarrollo de antracnosis en S. guianensis CIAT 1283 se vió afectado por estrés de agua, siendo menor cuando el estrés por agua era más alto (Figura 2).

Aunque el incremento del estrés de agua no produjo incremento en el desarrollo de antracnosis, el 75% de plantas de S. guianensis 136 afectado por antracnosis murieron a 6.25% de

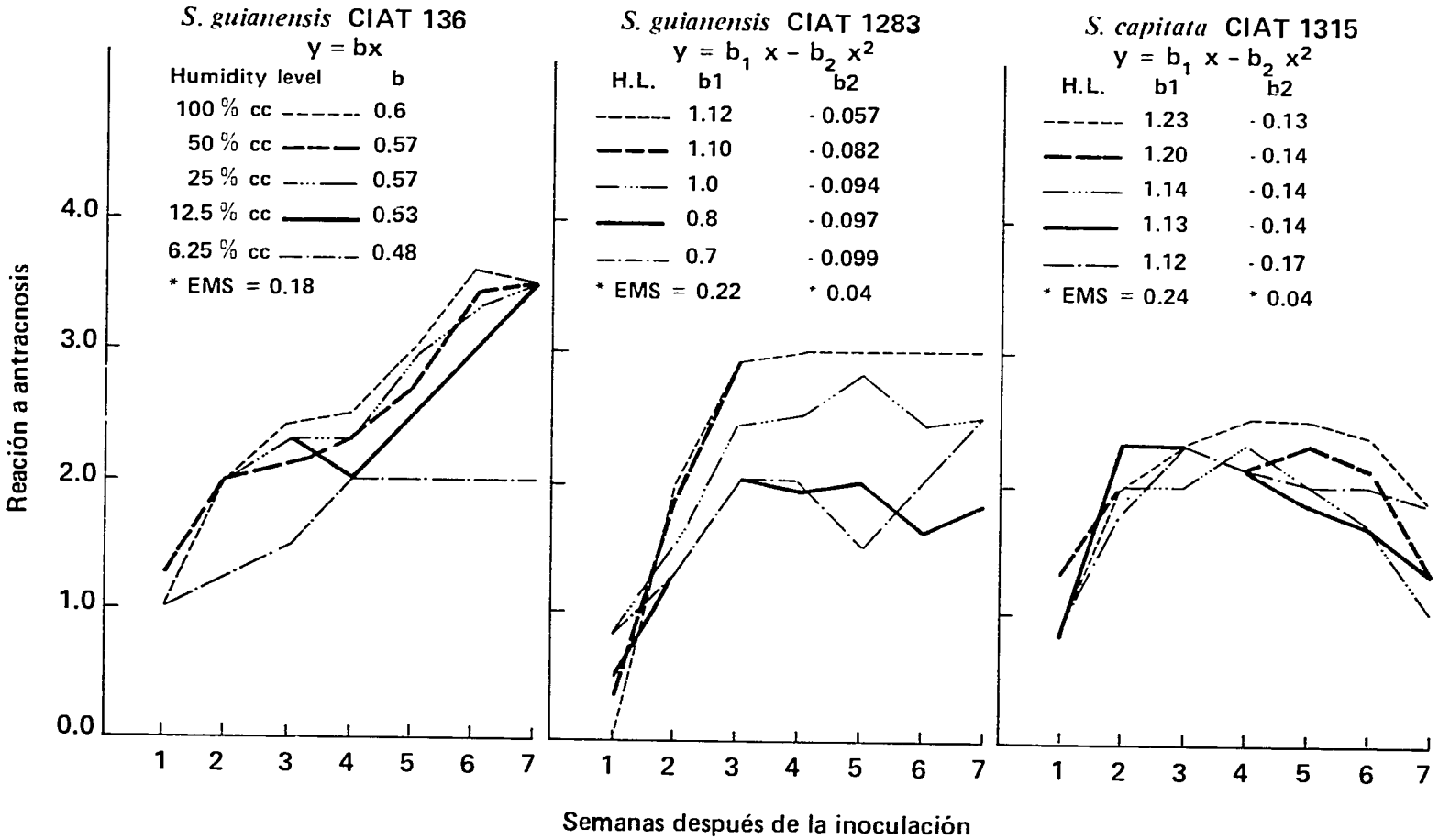


Figura 2. Efecto de niveles de humedad del suelo sobre el desarrollo de infecciones activas de antracnosis en tres ecotipos de *Stylosanthes* spp. Los coeficientes que aparecen arriba de la gráfica son los sesgos (reacción/semana) de un modelo lineal para *S. guianensis* CIAT 136 y una ecuación para *S. guianensis* CIAT 1283 y *S. capitata* CIAT 1315.

* DMS (<0.05) entre sesgos de niveles de humedad para cada ecotipo.

capacidad de campo, en comparación con plantas sanas que mostraron un efecto entre antracnosis y estrés por agua. Las mayores pérdidas en materia seca, raíces, hojas y área foliar ocurrieron con los más bajos niveles de estrés de agua (niveles altos de agua en el suelo) (Cuadro 8). Stylosanthes guianensis CIAT 136, mostró pérdidas de materia seca del 22% y 35% de pérdidas de área foliar a 6.25% de capacidad de campo.

En general, el estrés de sequía no tiene efecto significativo sobre la incidencia y severidad de antracnosis pero los resultados indican que una vez el patógeno se ha establecido en el hospedante, es capaz de sobrevivir y desarrollarse bajo muy bajos potenciales de agua en las hojas (-26 bares).

Comparación de aislamientos de C. gloeosporioides colectados de S. fruticosa y S. erecta en Africa.

Aislamientos de C. gloeosporioides colectados de poblaciones nativas de S. fruticosa en Nigeria y Etiopía, fueron virulentas a S. fruticosa y a varias accesiones de S. guianensis (Cuadro 9). De igual forma, un aislamiento colectado de S. erecta en IITA, Nigeria, fue también virulento a accesiones de S. guianensis. El hallazgo de razas hace dudar de la creencia de que antracnosis fue introducida al Africa en semillas de S. guianensis de otros paises. La fuente de antracnosis en S. guianensis en Africa pudo ser de poblaciones nativas de S. fruticosa y S. erecta.

Cuadro 8. Porcentaje de pérdidas de materia seca debido a C. gloeosporioides en tres accesiones de Stylosanthes spp. a diferentes niveles de agua disponible en el suelo.

Ecotipo	Agua disponible en el suelo	Materia Seca			
		Parte aérea	Raices	Hojas	Area foliar
	% cap. de campo	%			
S. guianensis 136	100	15	23	32	31
	50	27	26	36	43
	25	12	16	21	25
	12.5	4	4	5	10
	6.25	5	9	22	35
S. guianensis 1283	100	16	45	10	12
	50	14	16	4	4
	25	9	0	14	14
	12.5	12	0	4	0
	6.25	0	4	8	11
S. capitata 1315	100	46	40	47	58
	50	31	10	37	31
	25	18	3	20	14
	12.5	9	3	17	17
	6.25	8	7	18	15

$$\% \text{ Pérdida causada por Antracnosis} = \frac{\text{MS con I} - \text{MS con I}}{\text{MS sin I a 100\% CC}} \times 100$$

MS = Materia Seca
I = Inóculo

Cuadro 9. Comparación de aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides colectados de Stylosanthes fruticosa y S. erecta en Africa.

Accesión	Reacción a Antracnosis				
	S. fruticosa 8C[a] Kaduna, N	S. fruticosa 7B Kaduna, N	S. fruticosa 1B Abernosa, E	S. erecta IITA, N	136 Q
Endeavour	2.0[b]	2.3	2.3	2.0	3.0
Graham	1.7	1.0	1.7	1.0	1.0
Schofield	1.7	2.3	2.7	3.0	3.7
Cook	1.3	1.0	2.0	3.0	1.7
136	2.0	1.0	2.3	1.7	3.3
1275	0	0	0	0	0
1875	0	0	0	0	0
1949	0	0	0	0	0
1283	1.7	1.0	2.7	0	2.0
2031	0	0	0	0	0
2243	0	0	0	0	0
10136	0	0	0	0	0
S. fruticosa CPI 41116	4.3	4.0	3.3	NP	NP

a. Colecciones de poblaciones nativas.
b. Escala de evaluación: 0 = no hay enfermedad, 5 = planta muerta, NP = No plantas.

Efecto de fluctuaciones en temperatura diurna en el desarrollo de infección latente con siete aislamientos de C. gloeosporioides en dos accesiones de S. guianensis.

Estudios anteriores han mostrado el efecto positivo del incremento de las fluctuaciones diurnas de temperatura sobre el desarrollo de infecciones latentes ocasionadas por C. gloeosporioides en S. guianensis, de este modo se confirma la hipótesis de que el poco desarrollo de infecciones latentes de antracnosis en los trópicos húmedos, se debió parcialmente a los estrechos rangos de fluctuaciones de temperatura diurna que prevalecieron durante la estación húmeda en esta región (Informe Anual 1983-1984).

Durante 1984-1985, se realizaron estudios con un rango de aislamientos con infección latente seleccionados en Colombia, Brasil y Perú. Con excepción de I 12064 incluído como testigo sin infección latente en S. guianensis CIAT 136 y 1283, los niveles de infección inicial fueron bajos, característico de estos aislamientos (Cuadro 10). Una semana después de la inoculación, se impusieron dos tratamientos de temperatura: día/noche, con temperaturas de 24°/6°C y 28°/18°C con fluctuaciones de temperatura diurna de 18° y 10°C respectivamente. Solamente bajo fluctuaciones de temperatura diurna de 18°C hubo desarrollo considerable de antracnosis (Cuadro 10). Las lesiones fueron pequeñas, redondas y numerosas, característica del desarrollo de infecciones latentes causada por este hongo. Las lesiones contadas en los tres folíolos más

Cuadro 10. Efecto de fluctuaciones de temperatura diurna en el desarrollo de infección latente por site aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides en dos accesiones de Stylosanthes guianensis en la primera y cuarta semanas después de la inoculación.

Aislamiento	Origen	Reacción a Antracnosis							
		S. guianensis var. guianensis CIAT 136				S.guianensis var.pauciflora CIAT 1283			
		24°C/6°C[b]		28°C/18°C		24°C/6°C		20°C/18°C	
		1 s	4 s	1 s	4 s	1 s	4 s	1 s	4 s
11828	Leticia, C	1.4	2.8	1.0	1.0	1.0	2.2	1.0	1.0
11832	Leticia, C	1.4	2.2	1.0	1.0	1.0	2.4	1.0	1.2
11885	Paragominas, B	1.0	2.2	1.0	1.2	1.0	2.0	1.0	8.0
12064	Quilichao, C	2.2	2.8	1.8	2.6	1.2	2.2	1.2	1.2
12243	Tarapoto, P	1.6	2.0	1.0	1.2	1.2	2.2	1.0	1.0
12519	Quilichao, C	1.4.	2.2	1.2	1.2	1.0	3.2	1.0	1.0
12890	Carimagua, C	1.4	3.0	1.0	1.4	1.0	2.4	1.0	1.2
		LSD = 0.48				LSD = 0.44			

a/ La reacción a antracnosis fue evaluada de acuerdo a la escala 0 = no enfermedad; 5 = planta muerta.
Los valores son promedios de 5 repeticiones. Las diferencias significativas mínimas entre promedios de antracnosis al nivel $P < 0.05$ son dados por CIAT 136 y 1283.

b/ Temperaturas dia/noche

jóvenes completamente extendidas en la hoja al tiempo de la inoculación, mostraron desarrollo significativo de más lesiones bajo fluctuaciones de temperatura diurnas de 18°C que bajo fluctuaciones de 10° C para todos los aislamientos con infección latente (Cuadro 11). Los resultados de este estudio confirman la hipótesis de que la carencia de desarrollo de antracnosis en los trópicos húmedos se debe en parte a la prevalencia de las condiciones de temperatura.

Características de aislamientos de Rhizoctonia spp. y su importancia como patógeno de S. guianensis* y C. brasilianum

Se encontró considerable variación en la rata de crecimiento, color, zonación, producción esclerotial, textura micelial y virulencia entre aislamientos de Rhizoctonia spp. de S. guianensis y C. brasilianum. (Cuadro 12). Se encontraron aislamientos binucleados y multinucleados; el multinucleado pertenece a R. solani (Thanatephorus) y el binucleado a Rhizoctonia sp. (Ceratobasidium). Rhizoctonia zeae fue aislado de suelo cerca a plantas de C. brasilianum CIAT 5247.

Casi todos los aislamientos multinucleados se pudieron clasificar en los grupos de anastomosis AG-1, AG-2 y AG-4 (Cuadro 12).

Mediante electroforesis con gel de almidón se encontró variación de izoenzimas entre aislamientos clasificados en los mismos grupos de anastomosis. Se encontró una alta resolución de bandas para el malato deshidrogenasa (MDH) en el sistema Tris-Citrato EDTA y para Malato deshidrogenasa y Fosfatasa ácida (ACP) en el sistema Histidina-HCl. En el

Cuadro 11. Número de lesiones[a] producidas de infección latente por siete aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides en dos accesiones de Stylosanthes guianensis cuatro semanas después de la inoculación bajo dos regímenes de fluctuaciones en temperatura diurna.

Aislamiento	Origen	S. guianensis CIAT 136		S. guianensis var. pauciflora CIAT 1283	
		24°C/6°C[b]	28°C/18°C	24°C/6°C	27°C/18°C
11828	Leticia, C	38.4	2.2	55.2	1.4
11832	Leticia, C	18.0	2.8	41.2	2.2
11885	Paragominas, B	22.0	3.2	55.6	0.6
12064	Quilichao, C	11.6	8.0	44.4	1.2
12243	Tarapoto, P	22.4	2.6	68.0	1.0
12519	Quilichao, C	35.0	3.0	62.6	1.0
12890	Carimagua, C	39.6	4.2	66.6	2.4
				LSD = 4.6	

a. Número de lesiones de las tres hojillas más jóvenes con la hoja completamente expandida al tiempo de la inoculación. Los valores son promedios de 5 repeticiones. Las diferencias significativas mínimas entre el promedio de lesiones contadas a $P < 0.05$ están dadas por CIAT 136 y 1283.

b. Temperaturas día/noche.

* Proyecto de Tesis del Estudiante Gilberto Olaya.

Cuadro 12. Características culturales, grupos de anastomosis y posición del núcleo de aislamientos de *Rhizoctonia* spp. de *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema brasilianum*

Características	Aislamientos de *S. guianensis*			Aislamientos de *C. brasilianum*												
	1283	1177	5583	5369	5173	5211	5234	5372	5178	5247A	5247B	5247C	5247B	5247E	5247F	5247G
Número de núcleos por célula hifal[a]	10	9	21	9	6	8	2	7	10	6	8	2	2	2	2	2
Tasa de crecimiento per 24 h[b]	5.31	4.79	5.25	6.17	5.50	5.50	5.00	6.25	5.90	7.20	6.00	3.96	5.00	5.50	5.00	4.00
Zona[b]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-
Color del Micelio a los 8 days[b]	Café	Café oscuro	Café oscuro	Café-gris	Café-gris	Café-gris	Café	Café	Amarillo gris	Gris	Café-gris	Café-gris	Café-gris	Café-gris	Café	Amarillo-blanco
Textura del Micelio[b]	Felposa	Costrosa	Costrosa	Felposa	Felposa	Felposa	Algodonosa	Felposa	Algodonosa	Algodonosa	Felposa	Felposa	Algodonosa	Felposa	Algodonosa	Algodonosa
Presencia de Micelio aéreo[b]	++	+	+	++	+	+	++	+	+++	+++	+	+	+	+	+	++
Esclerocias[b]	+	++	++	+	+	+	+++	+	-	+++	+++	+	+	++	+	-
Especies con grupos de Anastomosis[c]	GA-1 *R. sol.*	GA-1 *R. sol.*	GA-1 *R. sol.*	GA-1 *R. sol.*	GA-4 *R. sol.*	GA-4 *R. sol.*	- *R.* sp.	GA-4 *R. sol.*	GA-2 *R. sol.*	? *R. sol.*	- *R. zeae*	- *R.* sp.	- *R.* sp.	- *R.* sp.	- *R.* sp.	- *R.* sp.

a - Promedio de 15 observaciones
b - Promedio de 5 observaciones
c - Promedio de 10 observaciones
\+ - Trazas
++ - Moderada
+++ - Abundante

sistema MDH-Histidina-HCl los patrones de bandas presentaron variación entre aislamientos clasificados como AG-1 y AG-4. Aunque dos aislamientos AG-1 de S. guianensis de Yurimaguas (I 1177) y Pucallpa (I 5583), Perú tuvieron patrones de bandas idénticas, fueron diferentes de R-43, el aislamiento probador AG-1 (Figura 3). De manera similar, en los sistemas MDH-tris-cítrato EDTA y ACP-Histidina-HCl, se encontró variación entre aislamientos clasificados como AG-1 y AG-4 en el caso del último sistema también para AG-2 (Figura 3). En general los aislamientos de R. solani con los mismos grupos de anastomosis mostraron diferentes patrones de bandas en sus aislamientos probadores. Estos resultados cuestionan el uso de grupos de anastomosis como el único método de clasificación y separación de R. solani.

En pruebas de patogenicidad Centrosema spp. fueron más afectadas que S. guianensis, D. ovalifolium y S. capitata, dentro del género Centrosema, C. brasilianum fue más susceptible que Centrosema sp. y C. pubescens. Centrosema macrocarpum fue el menos afectado.

Un estudio sobre el efecto de edad de la planta sobre la severidad del añublo foliar por Rhizoctonia mostró una clara reacción diferencial entre dos accesiones de S. guianensis. En general, la severidad del añublo se incrementó con la edad en S. guianensis var. pauciflora CIAT 1283 mientras que decreció o fue independiente de la edad en S. guianensis CIAT 184 (Figura 4). Stylosanthes guianensis var. pauciflora CIAT 1283 fue probablemente la más afectada con la edad debido al aumento del desarrollo de tricomas glandulares y asociado con secreciones viscosas producidas en plantas de mayor período vegetativo las cuales pueden favorecer el desarrollo del patógeno. Aunque el promedio de pérdida de forraje no fue muy alto (7.5% y 9.6% para CIAT 184 y 1283, respectivamente), se midieron pérdidas de materia seca del 46.5% en plantas adultas de CIAT 1283 y 32.2% en plantas jóvenes de CIAT 184. Aunque el contenido de nitrógeno no fue afectado significativamente por la enfermedad, la digestibilidad decreció significativamente en plantas jóvenes y viejas de CIAT 1283 y en plantas de 12 a 20 semanas de edad de CIAT 184. Se observó excelente rebrote en CIAT 184 después de eliminar el estrés por la enfermedad. La altura de las plantas hasta un 107% con algunos aislamientos de R. solani (Figura 5). Esto sugiere que la producción de hormonas por el hongo estimulan el crecimiento de plantas o estimulan la producción de hormonas de la planta después de que el patógeno ha entrado en ésta. Otros estudios están en progreso.

Mejoramiento del método de inoculación de Rhizoctonia spp.

Debido a la inconsistencia en los resultados de inoculación en plántulas con suspensiones de micelio de Rhizoctonia preparado por el método tradicional de homogenización de micelio del medio de cultivo se hizo necesario buscar un método más eficaz. Se preparó un medio líquido enriquecido a base de glucosa-peptona (10 gr de peptona; 15 gr de glucosa; 0.5 gr de de $K_2H_2PO_4$, 0.25 gr de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ por litro de agua) en el cual crecieron los cultivos durante 5 días. El micelio producido fue colectado por filtración y luego bien lavado.

Se compararon cuatro métodos:

1. Tradicional: Homogenización de micelio raspado de 4 cajas con medio de cultivo con 5 dias de crecimiento en 50 ml de agua por 4 min.

2. Homogenización + Filtración: Homogenización de 1.0 gr de micelio crecido en el medio líquido enriquecido y filtrado a través de una gasa doble en 100 ml agua por 10 min.

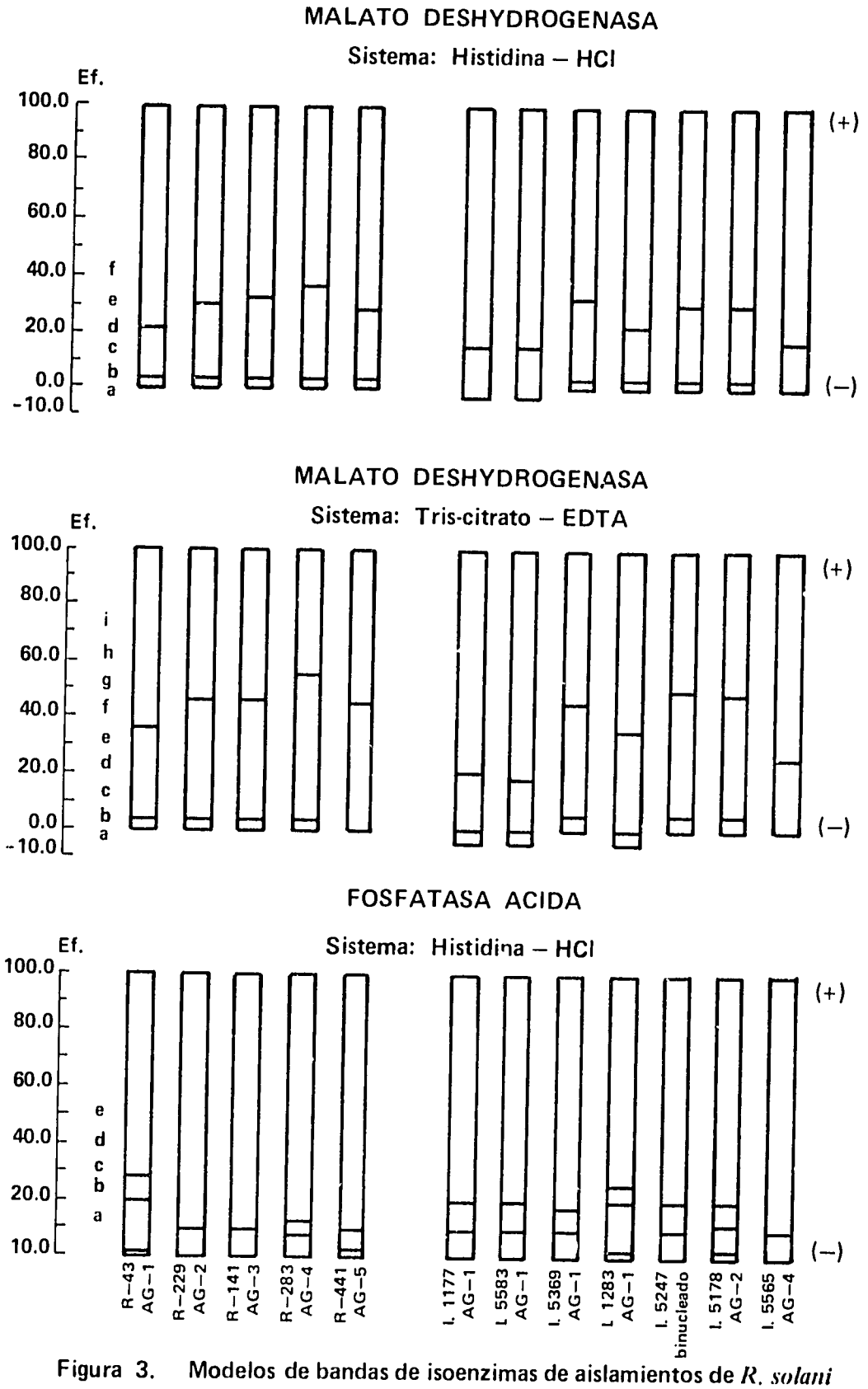


Figura 3. Modelos de bandas de isoenzimas de *R. solani* con grupos definidos de anastomosis.

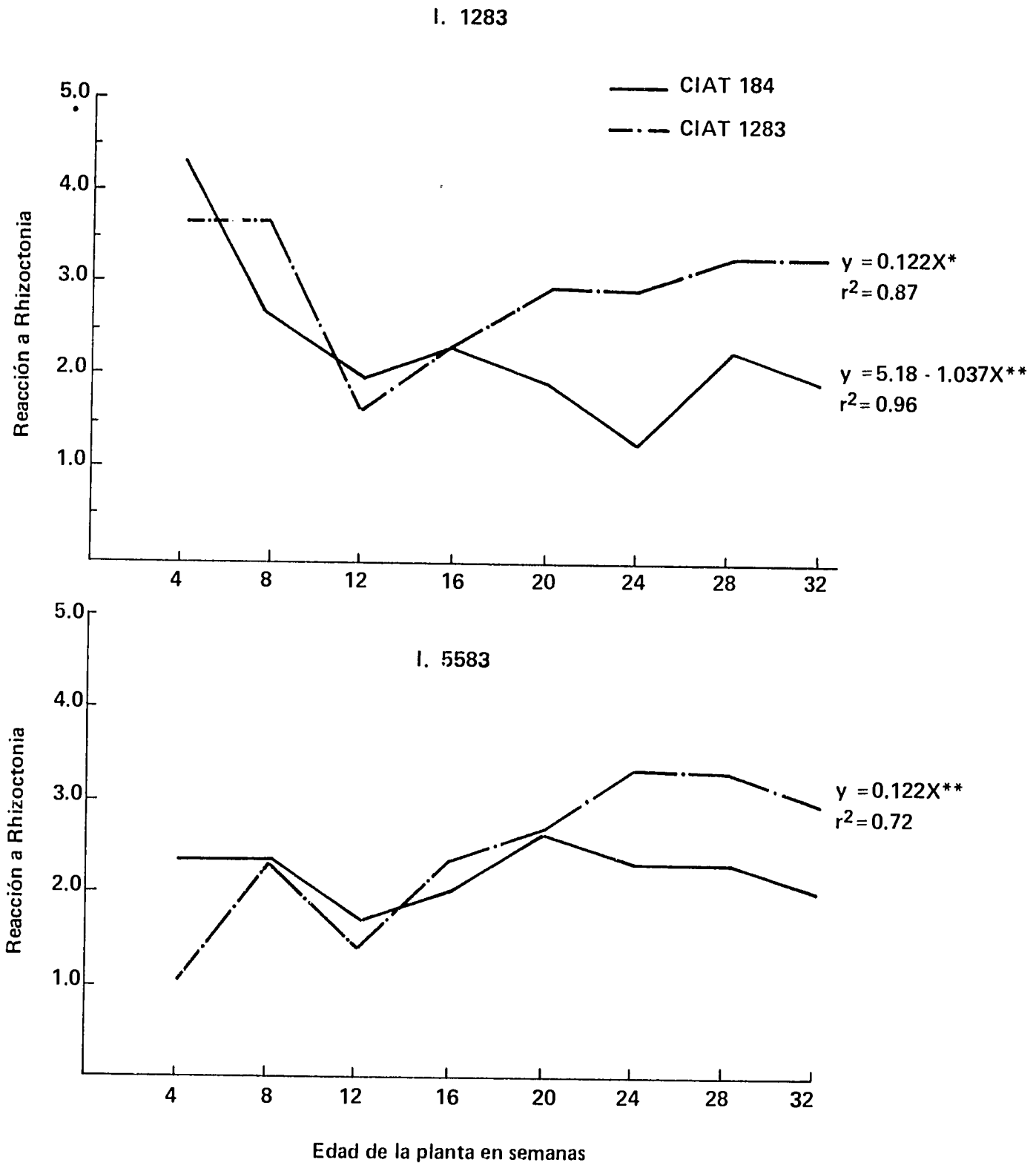


Figura 4. Efecto de edad de la planta en el desarrollo de añublo foliar por *R. solani* (I 1283 e I 5583) en dos accesiones de *S. guianensis* CIAT 184 y 1283.

* desde 12 semanas en adelante
** desde 4 semanas en adelante

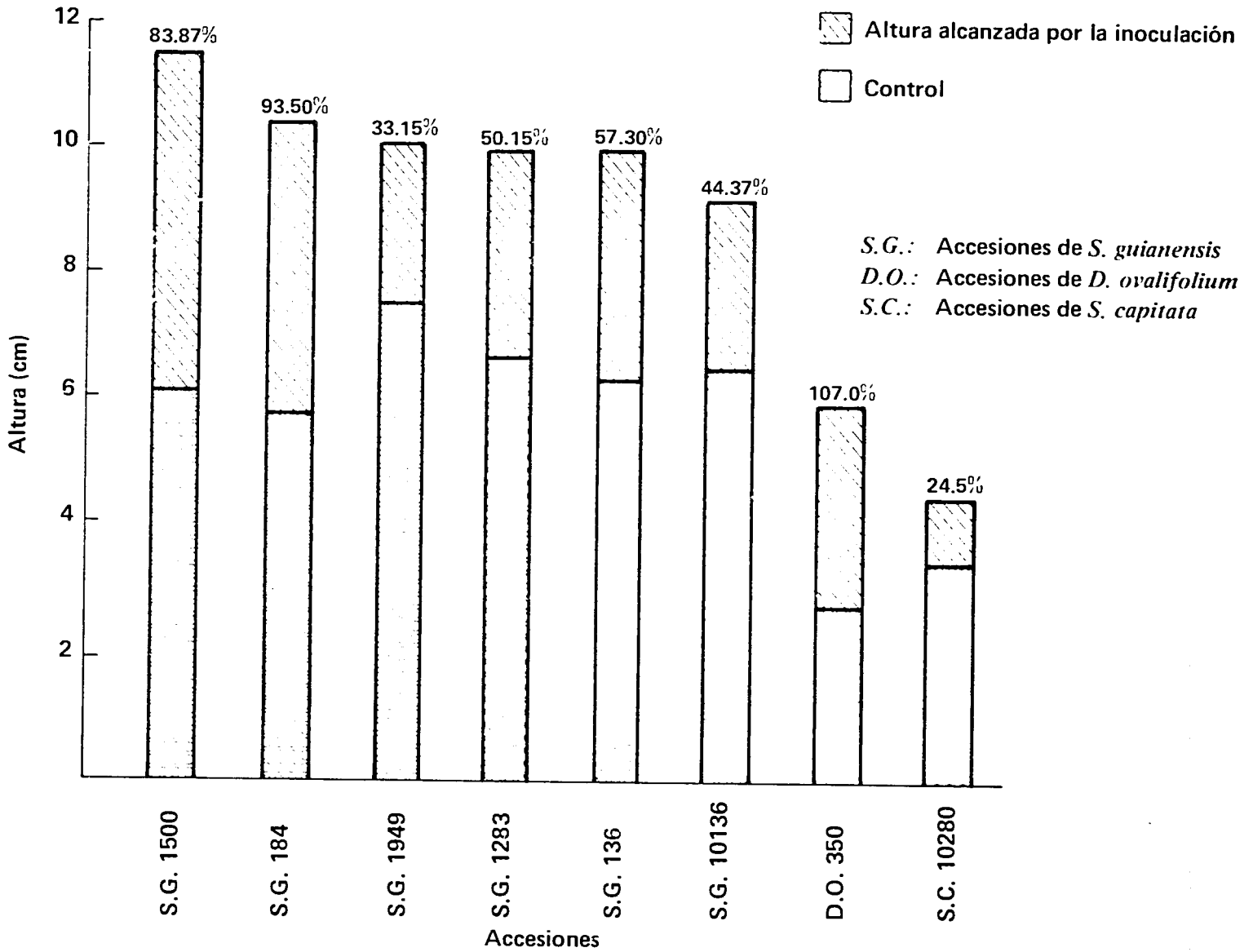


Figura 5. Porcentaje de incremento de altura de accesiones de *S. guianensis*, *S. capitata* y *D. ovalifolium*, obtenido de estimulación por aislamientos de *R. solani*.

3. Homogenización - Filtración: Igual al método 2 pero sin filtración.

4. Mezcla con hielo: Se procesó una mezcla de 1.0 gr de micelio del medio líquido enriquecido en 100 ml de agua más 3 cubos de hielo por 6 min.

Las suspensiones de micelio fueron asperjadas en plantas de Centrosema spp. con tres semanas de edad y la reacción al añublo foliar por Rhizoctonia se evaluó después de 4 días a 28°C y 100% de humedad relativa y después de tres días a 28°C y 50% de humedad relativa.

Licuando el micelio con hielo mejoró la inoculación y la respuesta en todas las accesiones de Centrosema spp. en comparación con el método tradicional y de homogenización (Cuadro 13). Un examen microscópico del micelio procesado, mostró que la mezcla con hielo rompe el micelio en fragmentos más pequeños y uniformes en comparación con la homogenización donde permanecen muchas masas miceliales de mayor tamaño.

Desarrollo de una metodología para la evaluación de Synchytrium desmodii en Desmodium ovalifolium

Debido a que S. desmodii es un hongo biotrófico se buscó un método de inoculación estandar colectando zoosporas del campo. La comparación de diferentes concentraciones de inóculo mostró que aproximadamente 10^4 zoosporas/ml dieron resultados uniformes con inóculo del campo (Cuadro 14). Las hojas deben permanecer por lo menos seis horas bajo condiciones de humedad para desarrollar agallas aceptables (Cuadro 15). Este método se está utilizando actualmente para evaluar la colección de Desmodium ovalifolium por su reacción a S. desmodii bajo condiciones controladas.

ESTUDIOS EN LOS ECOSISTEMAS DE SABANA BIEN DRENADA

Enfermedades de Stylosanthes spp.

Cuadro 13. Efecto de diferentes metodologías de inoculación sobre la reacción de ocho accesiones de Centrosema spp. al aislamiento I 5369 de R. solani.

Especies	CIAT No.	Reacción a AFR			
		Tradicional	Homogenización + filtración	Homogenización - filtración	Mezcla + hielo
C. brasilianum	5234	2	0	2	3
C. brasilianum	5247	1	1	3	3
C. brasilianum	5178	2	1	2	3
C. brasilianum	5365	1	0	1	3
C. macrocarpum	5065	2	2	3	3
C, macrocarpum	5713	2	1	3	3
C. sp.	5277	2	1	2	3
C. pubescens	438	1	1	2	3
Promedio		1.63	0.88	2.25	3.00

Cuadro 14. Efecto de concentración de inóculo sobre la infección de plántulas de Desmodium ovalifolium CIAT 350 por Synchytrium desmodii.

Planta	Concentración de inóculo (zoosporas/ml)					
No.	0	5.6×10^1	1.13×10^2	4.5×10^2	1.13×10^3	1.13×10^4
1	0	0	26	4	231	550
2	0	0	0	17	340	284
3	0	0	0	0	13	16
4	0	4[a]	0	4	12	412
5	0	0	Muerta	3	37	223
6	0	0	9	15	NP	NP
7	0	0	0	5	3	470
8	0	0	0	9	251	360
9	0	0	Muerta	17	0	262
10	0	3	0	8	353	Muerta
11	0	0	28	8	47	674
12	0	9	0	0	0	891
Promedio	0	1.3	5.4	7.5	117	414

a. Número total de agallas en el pecíolo y a los lados de la primera hoja.
NP = No plantas.

Cuadro 15. Efecto de humedad de las hojas por horas en la infección de plántulas de Desmodium ovalifolium CIAT 350 por Synchytrium desmodii.

Planta	Horas de humedad en las hojas						
	0	2	4	6	8	12	24
1	0	0	0	35	10	223	589
2	0	0	112*	117	164	0	738
3	0	0	13	259	2	902	273
4	0	0	0	4	89	12	535
5	0	NP	103	490	60	485	195
6	0	0	13	3	33	618	788
7	0	0	0	616	16	440	372
8	NP	0	0	29	4	623	316
9	0	0	153	296	0	0	311
10	0	0	0	867	178	11	389
11	0	0	0	0	753	489	189
12	0	0	0	467	1	390	954
Promedio	0	0	33	270	109	349	471

* Número total de agallas sobre el pecíolo y los lados de la primera hoja.

Efecto de mezclas de diferentes proporciones de tres accesiones de Stylosanthes guianensis var. pauciflora en el desarrollo de antracnosis*

Durante 1983 y 1984 en Carimagua se estudió el efecto de mezclas de 0 a 100% en dos accesiones de S. guianensis resistentes a antracnosis: CIAT 2031 y 10136 en comparación con el desarrollo de antracnosis de la accesión susceptible CIAT 1927.

En los tratamientos donde la proporción de material resistente fue de más del 60% de la mezcla (que es menos del 40% de CIAT 1927) antracnosis fue significativamente menor y el promedio de supervivencia más alto que en los tratamientos donde la proporción del material resistente fue del 20% o menos que la mezcla (Cuadro 16). Del mismo modo, los rendimientos de plantas vivas en el campo del componente susceptible CIAT 1927 fueron significativamente mayores en mezclas con componentes resistentes que en poblaciones puras (Cuadro 16). A la vez, mezclas de 50% de CIAT 1927 con CIAT 10136 como componente resistente fue menos afectado por antracnosis que las mezclas de 50% de CIAT 1927 con CIAT 2031. Esto sugiere que CIAT 10136 da mayor protección contra todas las razas de C. gloeosporioides en Carimagua (Cuadro 17).

Durante el experimento se colectaron cincuenta y ocho aislamientos de C. gloeosporioides; 32 de estos aislamientos fueron virulentos y diez "grupos de aislamientos" o razas fueron reconocidas por sus reacciones diferenciales sobre S. guianensis. Con excepción de cuatro grupos encontrados en el stand puro de CIAT 1927, el patógeno fue más variable en asociación con mezclas diversas que cuando hubo menor diversidad (Cuadro 18). Esto confirma que diversas poblaciones hospedantes, soportan diversas poblaciones de patógenos y ejercen menos presión sobre el patógeno al cambiar.

Importancia de la protección cruzada como un mecanismo para reducir enfermedades en stands mezclados

La protección cruzada es un importante mecanismo para reducir enfermedades en stands mezclados, por que los aislamientos que no son virulentos están encaminados a producir anticuerpos que reaccionan en la planta y la protegen de aislamientos virulentos, pero esto ha sido demostrado pocas veces en el campo. Los aislamientos no virulentos de C. gloeosporioides se obtienen comunmente de lesiones de antracnosis aparentemente activos en el campo. La frecuencia de aislamientos no virulentos sugiere que ellos pudieron jugar un papel muy importante en la protección cruzada.

Para evaluar esto, se obtuvieron cinco aislamientos no virulentos de S. guianensis CIAT 1927 del experimento de las mezclas descrito antes y pre-inoculados en CIAT 1927. Una semana después, las mismas plantas fueron inoculadas con un aislamiento virulento conocido. En todos los casos, las plantas pre-inoculadas tuvieron menos antracnosis que el grupo de testigo, las cuales fueron preinoculadas con agua (Cuadro 19).

La preinoculación con I 12666, redujo el desarrollo de antracnosis a la mitad con relación al control, ésto sugiere que la protección cruzada pudo ser uno de los mecanismos que operan en la reducción de antracnosis para CIAT 1927 en la mezcla.

* Proyecto de Tesis del estudiante: Luis Alfredo Hernández.

Cuadro 16. Desarrollo de antracnosis, plantas vivas en el campo y sobrevivencia de S. guianensis CIAT 1927 en stand puro y en mezcla de diferentes proporciones en Carimagua 1984-1985.

% de CIAT 1927	Reacción promedia de antracnosis (0-5)	Promedio de supervivencia %	Promedio de plantas vivas en el campo gm/planta
20	3.8 b	31.0 a	3.5 a
40	3.8 b	29.0 a	3.9 a
80	4.5 a	21.0 b	3.7 a
100	4.4 a	18.0 b	2.7 b

Promedios seguidos de diferentes letras en columnas verticales son significativamente diferentes al nivel P < 0.05.

Cuadro 17. Desarrollo de antracnosis en S. guianensis CIAT 1927 en stand puro y en 50% de mezcla de CIAT 2031 y 10136 en Carimagua entre 1983 y 1984.

Combinación de accesiones	Promedio de antracnosis (0-5)
1927 (50%) 10136 (50%)	3.8 a*
1927 (50%) 2031 (50%)	4.2 b
1927 (100%)	4.4 b

Promedio seguido por diferentes letras son signficativamente diferentes al nivel P< 0.05.

Cuadro 18. Efecto de C. gloesporioides sobre la variación de diferentes mezclas de tres accesiones de Stylosanthes guianensis en asociación.

Componentes de la mezcla % 1927	2031	10136	Grupos de aislamientos
0	100	0	1
0	0	100	0
100	0	0	4
0	50	50	0
20	40	40	4
40	40	30	2
80	30	30	5
50	25	25	7
50	50	0	5
50	0	50	4

a. No. total de grupos de aislamientos diferentes = 10.
No. de aislamientos colectados 58
No. de aislamientos virulentos 32

Evaluación de antracnosis en el desarrollo de una población F2 altamente variable de S. guianensis en asociación con Andropogon gayanus y sabana nativa bajo pastoreo

En colaboración con la sección de Fitomejoramiento, se están evaluando en Carimagua el desarrollo de antracnosis y la estructura de razas en una población F2 de S. guianensis con alta variabilidad en asociación con Andropogon gayanus y sabana nativa bajo tres cargas de pastoreo. Aún no son claras las tendencias en las asociaciones con sabana nativa (Cuadro 20). El aumento de plantas muertas al disminuir la capacidad de carga, se debe probablemente a un complejo que incluye competencia entre barrenador y antracnosis. Sin embargo, en las asociaciones con A. gayanus antracnosis tiende a incrementarse cuando decrece la capacidad de carga (Cuadro 20). Esto se debe probablemente al efecto de la carga sobre la relativa abundancia de A. gayanus los cuales afectan la competencia y el microclima

Cuadro 19. Efecto de pre-inoculación con cinco aislamientos no-virulentos de C. gloeosporioides sobre el desarrollo de antracnosis en S. guianensis CIAT 1927 seguido de inoculación con un aislamiento virulento.

Aislamiento no-virulento	Aislamiento virulento	Reacción a antracnosis[a]
Agua	I 12734	3.0[b]
I 12646	I 12734	2.3
I 12679	I 12734	2.3
I 12670	I 12734	2.8
I 12666	I 12734	1.7
I 12662	I 12734	2.6

a. Rata de antracnosis:
0 = no enferma; 5 = planta muerta.
b. Promedio de diez evaluaciones.

en S. guianensis. Las evaluaciones continuan cuatro veces al año. Dos colecciones de aislamientos de antracnosis se han realizado para estudiar estructura de razas. Trescientas plantas de la segunda generación se colectaron y subsequentes generaciones de probarán también para evaluar el cambio en resistencia de las poblaciones a través del tiempo.

Efecto de asociación con A. gayanus y otras gramíneas en el desarrollo de antracnosis en varias accesiones de S. guianensis

Hace algunos años se mostró el efecto estimulante de A. gayanus en el desarrollo de antracnosis en tres accesiones susceptibles de S. guianensis. En 1985 se encontraron resultados similares en once accesiones de S. guianensis. La presencia de antracnosis fue mayor en asociación con A. gayanus que sin la gramínea (Cuadro 21). El rango de accesiones por severidad de antracnosis sin embargo, fue similar en ambos tratamientos. Se evaluó el efecto de diferentes gramíneas con diferentes hábitos de crecimiento y agresividad en el desarrollo de antracnosis en cuatro accesiones de S. guianensis. En general, todas las gramíneas estimularon el desarrollo de antracnosis, sin embargo, A. gayanus tuvo mayor efecto que B. humidicola o M. minutiflora (Figura 6). A la vez, las gramíneas estimulan el efecto del desarrollo de antracnosis en diferentes accesiones de S. guianensis, por ejemplo A. gayanus tuvo el mayor efecto estimulante en el desarrollo de antracnosis sobre S. guianensis CIAT 136, mientras que M. minutiflora tuvo

Cuadro 20. Desarrollo de antracnosis en una población variable de S. guianensis bajo pastoreo en dos accesiones de gramíneas y leguminosas y bajo tres cargas de pastoreo, después de 17 meses en Carimagua.

Tratamiento		Reacción a antracnosis					
Asociación	Carga	0-0.5	1.0-1.5	2.0-2.5	3.0-3.5	4.0-4.5	Muerta
Sabana nativa	Baja	0	35.2	32.8	8.4	0.1	23.6
Sabana nativa	Media	0	44.8	27.1	7.9	1.4	16.1
Sabana nativa	Alta	1.1[b]	45.4	16.7	27.0	5.3	4.5
Andropogon gayanus	Baja	0	19.2	34.8	20.8	1.6	23.6
Andropogon gayanus	Media	0	32.4	23.8	17.8	3.0	23.8
Andropogon gayanus	Alta	0	46.0	22.0	7.0	2.0	23.0

a. Debido a antracnosis y/o otras causas.
b. Porcentaje de plantas en cada categoría.
c. Sabana nativa CB = 0.75 an/ha; CM = 1.00 an/ha; CA = 1.25 an/ha
A. gayanus CB = 3.75 an/ha; CM = 5.00 an/ha; CA = 6.25 an/ha

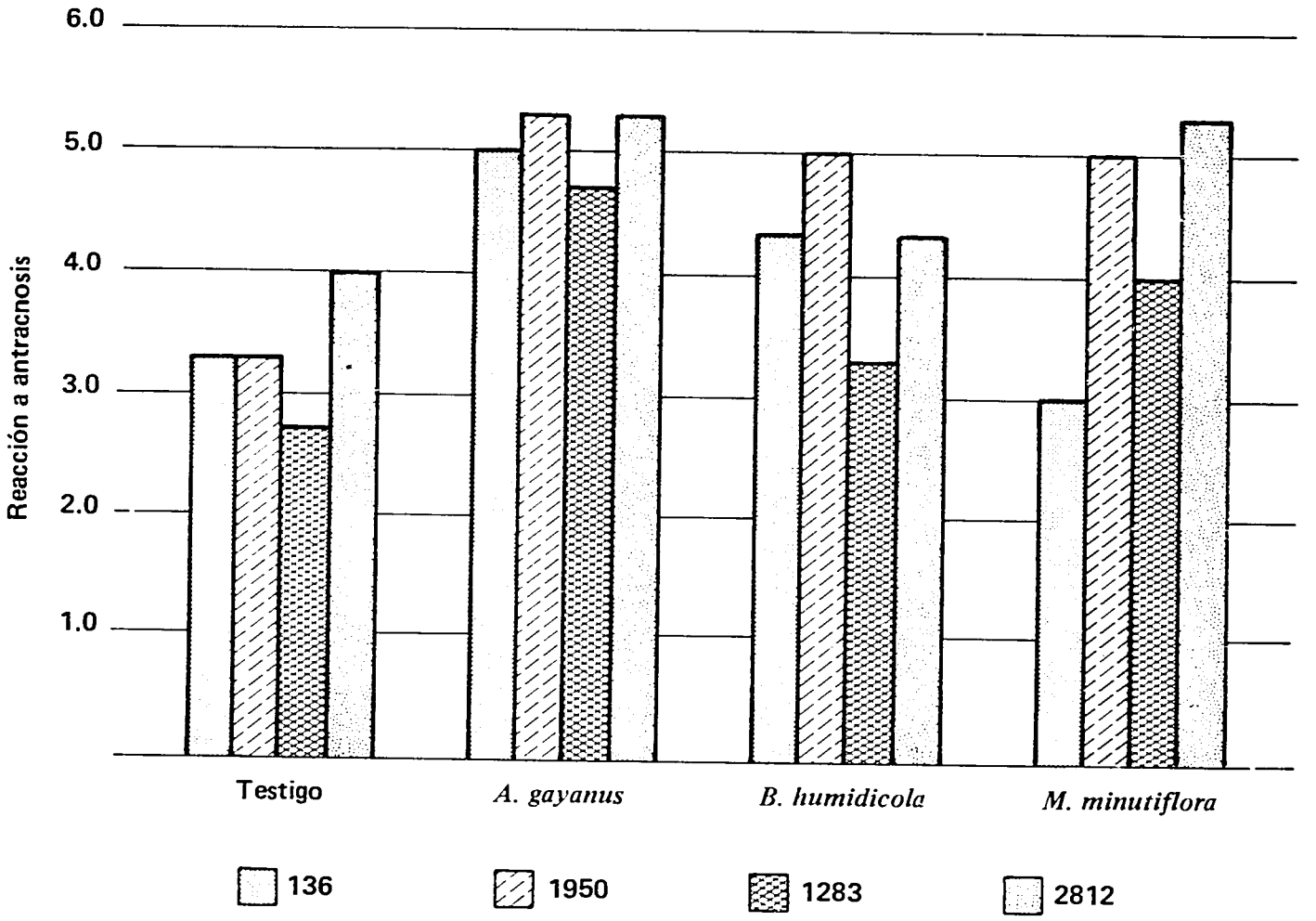


Figura 6. Desarrollo de antracnosis en cuatro accesiones de *Stylosanthes guianensis* con y sin asociación con tres gramíneas después de seis meses en Carimagua.

Cuadro 21. Desarrollo de antracnosis en once accesiones de S. guianensis con y sin A. gayanus después de seis meses en Carimagua.

Accesión	Nombre del cultivar	Rata promedia de antracnosis + A. gayanus	- A. gayanus
13	Endeavour	4.7	2.3
15	Graham	4.3	3.0
1950	Cook	5.0	3.3
136		4.3	3.0
184		3.7	2.7
	Alupe I	4.0	2.7
1283		4.0	3.3
2540		3.3	1.7
1927		5.3	3.3
2812		5.3	4.3
2031		1.7	0.3
	Promedio	4.15	2.72

* 0 = No hay enfermedad; 6 = planta muerta.

el mayor efecto en CIAT 2812. El desarrollo de antracnosis en CIAT 1950 fue estimulado igualmente por las tres gramíneas (Figura 6). El efecto estimulante de la asociación con gramíneas sobre desarrollo de antracnosis en S. guianensis se puede deber al estrés por competencia ejercida por la gramínea sobre la leguminosa esta se torna relativamente más susceptible a antracnosis. Podría ser sin embargo, efecto del microclima por lo cual la asociación con gramíneas incrementó la humedad y la sombra en el microclima inmediato de la leguminosa estimulando bastante la presencia de antracnosis. La interacción con otros efectos pueden también estar involucrados. Se hace necesario iniciar otros trabajos muy pronto para poder entender éste fenómeno.

Efecto de la reducción de movimiento de inóculo de C. gloeosporioides del suelo y el aire en el desarrollo de antracnosis en tres accesiones susceptibles de S. guianensis.

Después de 17 meses de evaluación, el efecto del inóculo C. gloeosporioides del suelo y del aire sobre el desarrollo de antracnosis en S. guianensis fue muy claro. Todas las accesiones murieron a los ocho meses cuando ya no tenían protección (Figura 7). El desarrollo de antracnosis fue relativamente más bajo cuando se usó cobertura para reducir el inóculo del suelo que cuando se colocaron barreras de tela para reducir el movimiento de inóculo del aire, sin embargo, 17 meses después, ambos tratamientos mostraron niveles de antracnosis similares siendo más bajos que el control (Figura 7). La reducción del movimiento de inóculo del suelo y del aire disminuyó el desarrollo de antracnosis y después de 17 meses los niveles promedios de antracnosis fueron de 2.3; 3.4 y 1.0 para S. guianensis CIAT 13, 1950 y 1283, respectivamente (Figura 7). Aunque estas plantas poseen antracnosis, enfermedad la cual es principalmente por autoinfección, ésta es extremadamente baja. Aparentemente la reinfección se produce desde afuera (aloinfección) y es más importante para el desarrollo de antracnosis en el campo. Los resultados de este experimento sugieren que es posible reducir antracnosis mediante el uso de barre-

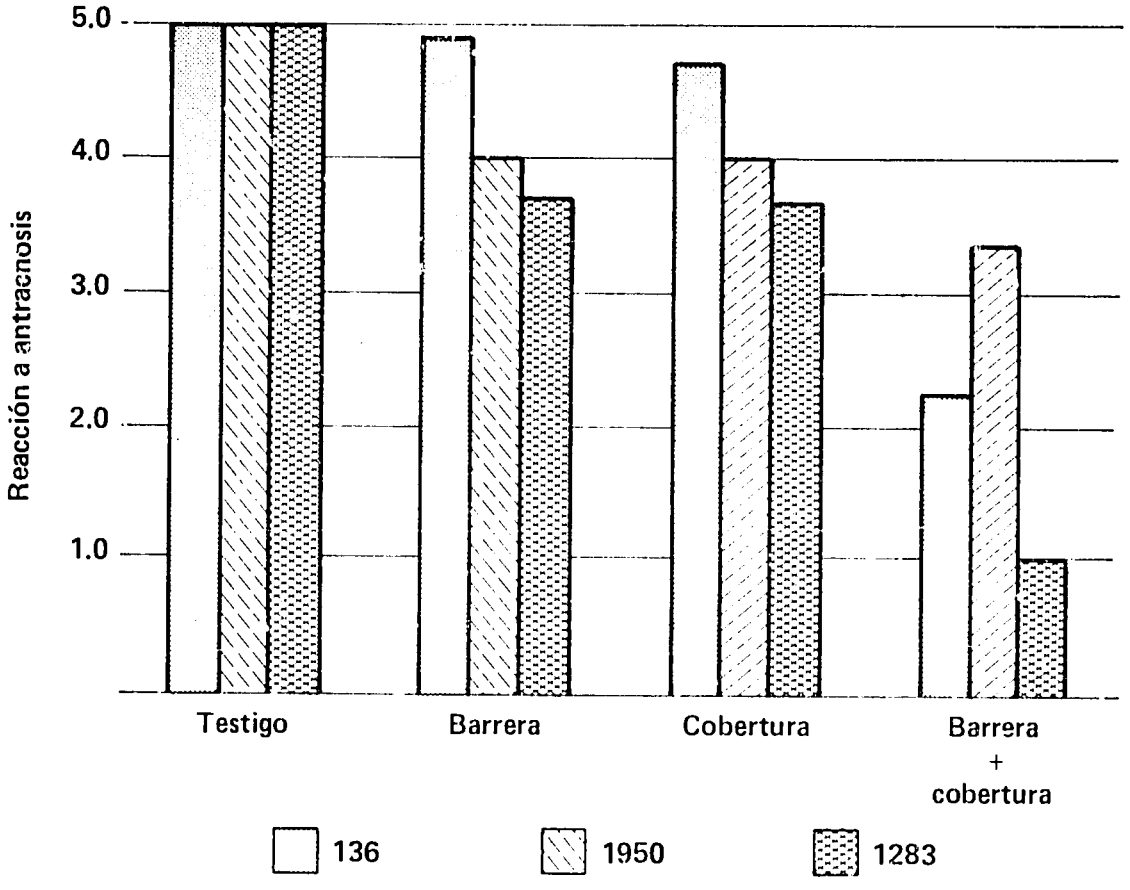


Figura 7. Efecto de la reducción de movimiento del suelo (cobertura) e inóculo aéreo (barreras) de C. gloeosporioides en el desarrollo de antracnosis en tres accesiones susceptibles de S. guianensis después de 17 meses en Carimagua.

ras naturales para contrarrestar el movimiento de inóculo. Se han planeado investigaciones en este aspecto.

Reacción de 20 accesiones de S. guianensis a antracnosis en siete sitios diferentes en Carimagua.

En colaboración con la sección de Fitomejoramiento, se ha evaluado en un sitio no representativo de Carimagua "La Pista", la reacción a antracnosis para selección de S. guianensis. Siete sitios, dos en "La Pista" y los otros en el "Acuario", "Campo de Agronomía", "Torre", "Yopare" y "Alegría" se seleccionaron como representativos de la fluctuación ambiental, particularmente en términos de características de suelo.

Los resultados hasta la fecha muestran que se desarrolló más antracnosis en "La Pista 1" sitio donde se han realizado casi todas las selecciones de S. guianensis y el inóculo fue muy variable (Cuadro 22). El desarrollo de antracnosis en los sitios de "Acuario" y "La Torre" está asociado con las últimas plantaciones de S. guianensis cerca a estos sitios el inóculo aéreo de antracnosis se ha movido probablemente desde la "Pista 1" a la "Pista 2". Como el inóculo debe estar presente en anteriores plantaciones de S. guianensis, la falta de desarrollo de antracnosis en el "Campo de Agronomía" puede relacionarse con su mayor fertilidad del suelo. El sitio "La Alegría" está localizado lejos de los otros sitios y hasta el momento está libre de antracnosis. Cualquier cambio durante el próximo año será cuidadosamente observado. El principal objetivo será determinar el valor de alta producti-

Cuadro 22. Reacción de 20 accesiones de S. guianensis a antracnosis en siete sitios diferentes en Carimagua después de 5 meses.

Accesión	Reacción a antracnosis[a]						
	Pista 1	Pista 2	Acuario	Campo de Agronomía	Torre	Yopare	Alegría
S. guianensis var. vulgaris							
Endeavour	3.3	2.7	2.3	0	0	0	0
Cook	3.7	0.5	1.5	0	0	0	0
Graham	4.0	2.3	3.0	0	0.3	1.3	0
136	3.3	1.2	2.7	0	0	0	0
184	3.2	0.7	2.0	0	0	0	0
1275	0.7	0	1.0	0	0	0	0
1949	1.7	0	1.2	0	0	0	0
1875	4.0	0	3.7	0	0	0	0
1539	1.5	0.3	1.3	0	0	0	0
2312	4.7	2.3	4.3	0	1.0	0	0
S. guianensis var. pauciflora							
10136	0	0	0	0	0	0	0
2031	0.5	0	0	0	0	0	0
1283	4.7	1.7	0.5	0	2.8	0	0
2243	1.7	0	0.7	0	0.5	0	0
2812	4.3	2.0	1.3	0.8	3.0	0.5	0
2362	1.2	1.0	1.2	0.3	0	0	0
1927	3.7	0.5	1.3	0.5	1.8	0	0
2191	4.2	0	0	0	1.8	0	0
1280	1.7	0.3	1.3	0	0.5	0.3	0
1808	1.2	0.3	0.7	0	0.3	0	0
Promedio	2.67	0.79	1.50	0.08	0.56	0.11	0

a. Escala de evaluación: 0 = no hay enfermedad; 5 = planta muerta.

vidad en accesiones altamente susceptibles a antracnosis evaluadas en "La Pista 1" y en otros ecosistemas de los llanos.

Enfermedades de Centrosema spp.

Efecto de añublo foliar por Rhizoctonia en C. brasilianum CIAT 5234 en asociación con A. gayanus y bajo pastoreo.

Un ensayo para evaluar el efecto del añublo foliar por Rhizoctonia sobre C. brasilianum CIAT 5234 en asociación con A. gayanus y bajo pastoreo continuo se inició en Junio de 1984 en un ensayo de pastoreo establecido en Carimagua. Un factorial completo fue dispuesto con ± pastoreo y ± fungicida (Benlate) para determinar el efecto del añublo foliar en el campo.

La pérdida de materia seca (promedio de cinco cosechas) fluctuó de 29.4 a 53.6% (Cuadro 23). Aunque no hubo una clara diferencia entre asociación sin pastoreo, el añublo foliar causó pérdidas más grandes en C. brasilianum bajo pastoreo en asociación con A. gayanus que sin asociación. Se ha considerado que esto se debe al microclima y/o un efecto de competencia.

La evaluación de los sitios se

Cuadro 23. Efecto de añublo foliar por Rhizoctonia en *C. brasilianum* CIAT 5234 en asociación con *A. gayanus* y bajo pastoreo desde Junio de 1984 hasta Septiembre de 1985.

Tratamiento	Evaluación de AFR					
	Bajo Pastoreo			Sin Pastoreo		
	Daño por AFR[b] (1-5)	Producción de M.S[c] gm MS/m^2	% Pérdida	Daño por AFR (1-5)	Producción de M.S[c] gm MS/m^2	% Pérdida
+ *A. gayanus* + Fungicida	1.03 (0-3)	22.2		0.90 (0-3)	46.9	
+ *A. gayanus* - Fungicida	1.51 (0-4)	10.3	53.6	1.49 (0-4)	33.1	29.4
- *A. gayanus* + Fungicida	1.03 (0-3)	21.7		1.19 (0-3)	58.2	
- *A. gayanus* - Fungicida	1.69 (0-4)	14.4	33.6	2.06 (0-4)	37.0	36.4

a. AFR = Añublo Foliar por Rhizoctonia.
b. Promedio de 12 evaluaciones; rango en paréntesis; 0 = no enfermedad, 5 = planta muerta.
c. Promedio de 5 cosechas.

seleccionó según la presencia de añublo foliar y se estimularon las pérdidas completas en pasturas causadas por añublo foliar que debe interpretarse con los datos de incidencia. Durante el mes de Agosto, ensayos sobre incidencia de añublo foliar mostraron 81% en C. brasilianum solo y 65% en C. brasilianum en asociación con A. gayanus, por consiguiente las pérdidas totales sin pastoreo, estubieron en un rango de 19.1 a 29.5% y las pérdidas bajo pastoreo en un rango de 27.2 a 34.8%. Las pérdidas deben calcularse en el futuro en C. brasilianum CIAT 5234 así como en asociación con A. gayanus bajo pastoreo continuo en este ecosistema.

Efecto de varios tratamientos en el desarrollo de añublo foliar por Rhizoctonia en tres accesiones de Centrosema spp.

El uso de cobertura para el control de añublo por Rhizoctonia de fríjol ha tenido éxito. El uso de cobertura de A. gayanus, estimuló el añublo foliar por Rhizoctonia en C. brasilianum CIAT 5234 y Centrosema sp. CIAT 5568 probablemente porque el patógeno colonizó la cobertura (Cuadro 24). El éxito de la cobertura en el control de añublo foliar por Rhizoctonia depende probablemente del tipo de material usado.

Virus del mosaico de Centrosema en C. macrocarpum

En 1985 se continuaron los ensayos en la colección de C. macrocarpum en Carimagua. Aunque en 1984 el 58% de la colección se vió afectada, este año solo 4 accesiones de C. macrocarpum mostró síntomas de virus (Cuadro 25). El nivel de infección está disminuyendo aparentemente debido a la carencia de reinfección bajo las condiciones de Carimagua (los áfidos que son vectores del virus no están presentes). Hasta el momento, el virus mosaico de Centrosema no se ha considerado como una enfermedad importante de Centrosema en este ecosistema.

Enfermedades de Desmodium ovalifolium

Evaluación de la colección de D. ovalifolium para reacción a Synchytrium desmodii

Durante 1985, se continuaron evaluaciones periódicas para reacción a falsa roya causada por S. desmodii en la colección de D. ovalifolium aunque la accesión promisoria CIAT 13089 estuvo libre de falsa roya en 1984, este año se registraron niveles moderados de infección (Cuadro 26). Las accesiones CIAT 13089, 3776, 3794, 13089 y 13098 son hasta el momento las

Cuadro 24. Efecto de contacto con el suelo de tres especies de Centrosema en el desarrollo del añublo foliar por Rhizoctonia.

Tratamiento	Reacción al añublo foliar por Rhizoctonia[a]		
	C. brasilianum CIAT 5234	Centrosema sp. CIAT 5568	C.macrocarpum CIAT 5065
Control	2.2	1.7	-
Paja	3.0	2.0	-
Malezas	2.3	2.0	-

a. 0 = no enfermedad; 5 = planta muerta.

Cuadro 25. Presencia del virus del mosaico de Centrosema en Carimagua, 1985.

Especies	Accesiones No.	Presencia de VMC
C. macrocarpum	43	4
C. brasilianum	63	0
C. sp.	2	0

1984 - El 58% de C. macrocarpum fue afectado.

más promisorias con respecto a su adaptación general, vigor, resistencia al nemátodo de la agalla del tallo y niveles relativamente bajos de falsa roya.

Efecto de S. desmodii sobre D. ovalifolium CIAT 350 bajo pastoreo y en asociación con Brachiaria decumbens

Se realizó una prueba para determinar el efecto de falsa roya (S. desmodii) sobre D. ovalifolium CIAT 350 bajo pastoreo usando dos fungicidas: Brestan y Duter y un surfactante: Tween 80 para controlar la enfermedad. Aunque estos productos redujeron significativamente la movilidad de las zoosporas bajo condiciones de laboratorio, ninguno de ellos tuvo éxito en el control de falsa roya bajo condiciones de campo.

Indirectamente se evaluaron los efectos devastadores de falsa roya sobre poblaciones de plántulas de

Cuadro 26. Evaluación de Synchytrium desmodii en Desmodium ovalifolium en Carimagua 1984-1985.

Accesión No.	Rata de Synchytrium (0-5) 1984	1985	% de Covertura 1985	Vigor 1985
Categoría IV				
3788	NP	NP	NP	NP
13089	0	1.7	100	E/B
Categoría III				
3776	0.8	2.1	82	B/R
3793	1.3	3.0	35	R/M
3794	1.1	2.4	86	B
13092	1.0	3.3	70	B/R
13129	1.0	3.0	43	M/R
Otros				
13088	0.7	0.7	100	E
13098	0.7	1.3	100	E/B

NP = No. de plantas que se evaluaron
E = Excelente
B = Bueno
R = Regular
M = Mala

D. ovalifolium. Durante Junio a Octubre de 1985, las poblaciones de plántulas disminuyeron de más de 600/m^2 a 12/m^2 o menos, bajo pastoreo y a 52/m^2 o menos sin pastoreo (Cuadro 27). La mayoría de plántulas sobrevivientes fueron afectadas de moderada a severamente por falsa roya y es importante que ellas lleguen a plantas adultas y produzcan semillas. Como las reservas de semillas en el suelo son extremadamente bajas, se espera que D. ovalifolium CIAT 350 pueda desaparecer de esta pastura en el próximo año. El principal efecto en las poblaciones de plántulas fue la devastación y su persistencia.

Enfermedades de Zornia latifolia

Efecto de la costra por Sphaceloma y otras enfermedades en selecciones de Z. latifolia CIAT 728

Se realizaron evaluaciones de selecciones de poblaciones de CIAT 728 en Quilichao para conocer su desempeño en 1981-1982 y continuaron en Carimagua durante 1985. La selección FP5 sobresalió por tener muy bajo nivel de costra por Sphaceloma y mancha foliar por Drechslera, vigor general excelente y el doble de la producción de otras selecciones y del promedio de CIAT 728 (Cuadro 28). Esta selección se evaluará bajo pastoreo.

Enfermedades de Pueraria phaseoloides

Por primera vez se evaluaron sistemáticamente enfermedades en una gran colección de germoplasma de P. phaseoloides en Carimagua en 1984. Se encontraron tres enfermedades: mancha foliar por Pseudocercospora, antracnosis como mancha foliar y lesiones en las vainas y añublo foliar por Rhizoctonia (Cuadro 29). Esta última enfermedad fue la más dispersa en la colección y la que ocasionó mayor daño. La variedad comercial CIAT 9900 fue afectada solamente por mancha foliar por Pseudocercospora. Las evaluaciones continuarán durante 1986 para seleccionar las accesiones más resistentes a enfermedades.

B. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

I. Pterotylenchus cecidogenus, el nemátodo de la agalla del tallo en Desmodium ovalifolium

En 1985 se continuaron los trabajos sobre el nemátodo de la agalla del tallo, Pterotylenchus cecidogenus, el cual afectó severamente Desmodium ovalifolium CIAT 350, la única leguminosa identificada hasta el momento como promisoria en asociación con la agresiva, estolonífera Brachiaria spp.

Cuadro 27. Efecto de Synchytrium desmodii sobre Desmodium ovalifolium bajo pastoreo y en asociación con Brachiaria decumbens.

Tratamiento	Plantas jóvenes					
	Con pastoreo			Sin pastoreo		
	Junio	Agosto	Octubre	Junio	Agosto	Octubre
Control	512	37	11	629	107	46
Brestan	334	67	12	520	126	46
Duter	619	17	3	528	31	18
Tween 80	361	40	11	612	152	52

Reservas de semillas del suelo: Mayo 1985 = 148 semillas/100 gr suelo DW.
Sept.1985 = 23 semillas/100 gr suelo DW.

Cuadro 28. Efecto de costra por sphaceloma y otras enfermedades en selecciones de Zornia latifolia CIAT 728 en Carimagua 1984- 1985.

Selección	Reacción a C.S.	Reacción a M.F.D.	Vigor General	Producción g/lote[b]
728	2.5[a]	1.7	R/B	138.8
FP 1	1.7	1.0	B	135.4
FP 2	3.0	2.1	R	90.1
FP 3	1.6	1.3	B/R	135.0
FP 4	4.0	1.7	M	27.6
FP 5	1.6	0.7	E	256.9

a. Promedio de 10 evaluaciones.
b. Período de crecimiento de 2 meses
C.S Costra por Sphaceloma
MFD Mancha foliar por Drechslera

Cuadro 29. Evaluación de enfermedades de Pueraria phaseoloides en Carimagua 1984-1985.

Enfermedad	% de la colección afectada Moderadamente	Severamente
Mancha foliar por Pseudocercospora	8.9	0
Antracnosis	8.1	0
Añublo foliar por Rhizoctonia	23.8	1.0

El control CIAT 9900 estaba afectado moderadamente por Pseudocercospora.
Accesiones más afectadas por Rhizoctonia: 4600, 17279, 17285, 17289, 17294, 17298, 17304, 17311, 17317.
Accesiones más afectadas por antracnosis: 815, 4600, 17280, 17282, 17286, 17307, 17311, 17316, 17324, 17327.

Los objetivos de este estudio permanecen como en 1984:

1. Desarrollar técnicas de selección para evaluación de resistencia y tolerancia de D. ovalifolium en el campo y en el invernadero.

2. Estudiar la relación entre el nemátodo de la agalla del tallo, D. ovalifolium y el pastoreo animal.

3. Determinar la distribución y el rango de hospedantes del nemátodo de la agalla del tallo.

4. Continuar estudiando la importancia de la semilla en la enfermedad.

A. Resistencia y tolerancia de la selección en el invernadero. Cuando se observa las relaciones planta-nemátodo, hay dos factores principales los cuales pueden determinar el éxito, o sea:

1. Resistencia - la habilidad de la planta para reducir la reproducción del nemátodo.

2. Tolerancia - la habilidad de la planta para soportar el daño causado por el nemátodo.

De las dos, la resistencia es considerada generalmente más importante que la tolerancia y no se expresa en los genotipos muy susceptibles. La resistencia es también mucho más fácil de medir que la tolerancia. Por consiguiente, las investigaciones de la colección de D. ovalifolium comenzaron con la medida de la resistencia.

Los resultados muestran que las accesiones siguientes fueron más resistente, es decir las que permitieron menos reproducción de nemátodos por gramo de tejido de planta que CIAT 350: 3776, 3788, 3793, 3794, 13082, 13083, 13085, 13088, 13089, 13106, 13108, 13125, 13126, 13127, 13128, 13128A, 13129, 13130, 13131, 13132, 13133, 13135, 13137, 13139, 13302.

Aunque muchas accesiones de D. ovalifolium poseen alguna habilidad para reducir la reproducción de P. cecidogenus comparadas con CIAT 350, no parece ser el único factor que determina el efecto del nemátodo sobre la planta. Algunas accesiones las cuales tuvieron bajos niveles de nemátodos en el campo permitieron una rápida reproducción de los nemátodos, ej: CIAT 13114, 13115, 3673, 13136, mientras otros tuvieron altos niveles bajo condiciones de campo pero con reproducción baja de nemátodos en el invernadero, ej. CIAT 13099, 13128A, 13289, 3784. Para determinar si la tolerancia puede influir en el éxito de la relación planta-nemátodo, se examinó el crecimiento de CIAT 350, 3794 y 13129 con y sin inoculación con nemátodos. CIAT 350 fue susceptible y tuvo niveles altos en el campo. CIAT 3794 y 13129 fueron igualmente resistentes en invernadero pero 3794 tuvo el nivel más alto de agallas en el campo.

Los resultados obtenidos 40 dias después de la inoculación (Cuadro 30) fueron consistentes con los obtenidos en los ensayos de selección en el campo. El crecimiento de CIAT 13129 no se redujo por P. cecidogenus tanto como 3794 aunque ambos fueron menos afectados que 350 y produjeron menos agallas. CIAT 13129 produjo menos agallas por planta que 3794 aunque no fue significativo. Una diferencia puede encontrarse en el peso de las agallas. La conclusión que se deduce de esto es que CIAT 13129 no fue estimulada tanto por el nemátodo como 3794 para producir agallas en los tejidos y así dirigir sus recursos del crecimiento de la planta hacia el crecimiento de la agalla. Los trabajos se hayan en progreso para establecer la correlación entre la producción de la agalla y la reducción del crecimiento de la planta y determinar en el invernadero las accesiones más tolerantes entre el grupo resistente.

B. Resistencia y tolerancia seleccionada en el campo. En Junio de 1984 se estableció un ensayo de selección con 10 replicaciones con 33 accesiones promisorias no experimentadas anteriormente utilizando CIAT 350 como control. El objetivo original fue extraer nemátodos de dos plantas de cada parcela a intervalos de 2-4 meses para determinar la reproducción del nemátodo en cada accesión (resistencia). Sin embargo en el primer muestreo 5 meses después de la inoculación, la variación entre parcelas y entre replicaciones fue tan alta que se decidió que poco podría ganarse por este destructivo muestreo. El número promedio de nemátodos por planta en varias accesiones varió de 0 a 6000 aproximadamente pero ninguno fue significativamente diferente de CIAT 350. El coeficiente de variación fue alrededor de 400%.

Después del primer muestreo, continuó la evaluación sobre la base de observación visual del rango de agallas en las plantas (tolerancia)

Cuadro 30. Crecimiento después de 40 días, de tres accesiones de Desmodium ovalifolium inoculadas con Pterotylenchus cecidogenus.

Accesión		Longitud de tallo (mm)	Longitud de raiz (cm)	No. Hojas	Peso seco de tallos (mg)	Peso seco de raiz (mg)	Agallas/planta
350	C	52	282	19	112	18	0
	I	16**	118***	7**	21***	6**	1.8***
3794	C	37	256	13	61	13	0
	I	22	111**	8	32***	6**	0.75
13129	C	42	405	14	109	22	0
	I	48	456	18	112	25	0.2

, * Efecto significativo de inoculación ($P < 0.01$, $P < 0.001$, respectivamente).

vigor de la planta y producción de materia seca.

En Agosto de 1985, las accesiones que tuvieron los rangos de agallas significativamente más bajos que CIAT 350 fueron: 3673, 3776, 3788*, 13088*, 13089*, 13092*, 13114*, 13115, 13123*, 13129, 13131, 13134, 13136, 13139, 13371, 13400. Las accesiones marcadas con asteriscos también tuvieron promedios equivalentes a los de CIAT 350.

Este ensayo no está afectado todavía por Synchytrium. En un ensayo anterior inoculado en Agosto de 1983, con 60 accesiones de D. ovalifolium, Synchytrium pudo ser un factor más limitante que P. cecidogenus tanto que aquellas accesiones más susceptibles a P. cecidogenus murieron. Las accesiones siguientes fueron las más promisorias en dicho ensayo en Octubre de 1985: 3776, 3794, 13088, 13089, 13098.

La comparación de los rangos de agallas en varios períodos de evaluación puede definir el mejor tiempo para la evaluación de accesiones promisorias, es decir, cuando se encuentra la diferencia más grande entre la mejor accesión y la peor. La Figura 8 muestra el desarrollo de agallas en el tallo en la colección de 60 accesiones de D. ovalifolium. El ensayo fue inoculado en Agosto de 1983. En Febrero de 1984, la enfermedad se desarrolló. En Mayo de 1984, casi todas las accesiones tuvieron niveles altos de agallas. Sin embargo, en Septiembre de 1984, las plantas afectadas de aquellas accesiones con niveles de agallas altos habían muerto y las sobrevivientes presentaban niveles de agallas bajos. Un año más tarde la situación fue similar. Estas observaciones muestran que la mejor época para evaluación de P. cecidogenus en D. ovalifolium está entre 6 y 9 meses después de la inoculación. Esto puede depender del tiempo de inoculación y de las condiciones ambientales.

Basados en los resultados de selección en el campo y el invernadero ha sido posible incluir varias accesiones en más ensayos avanzados.

1) Una colección de 16 de las mejores accesiones se han sembrado en sabana pobremente drenada con y sin inoculación con P.cecidogenus para determinar su productividad bajo estas condiciones.

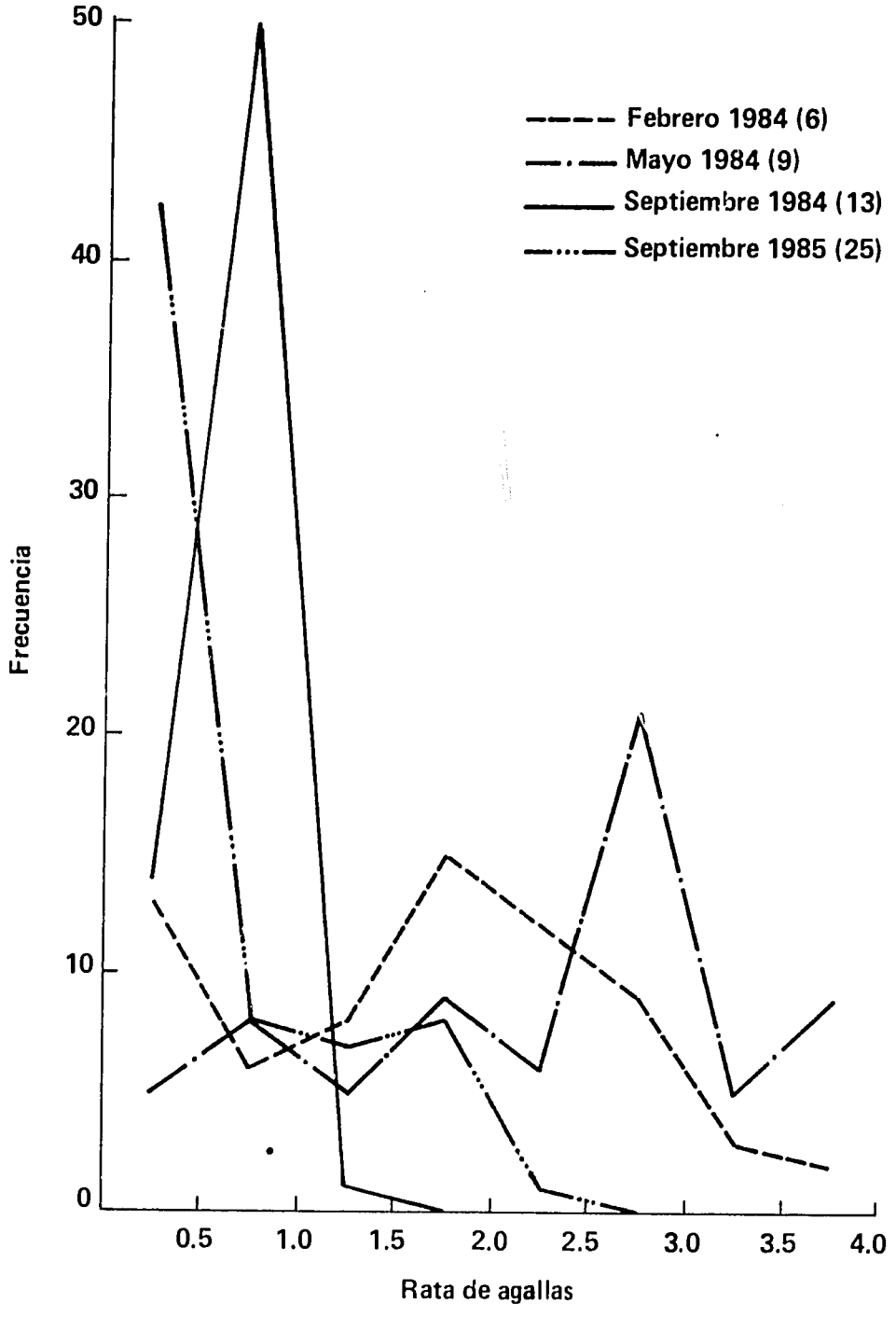


Figura 8. Desarrollo de agallas de tallos (escala: 0-4) en 60 accesiones de *Desmodium ovalifolium* sembradas en Febrero de 1983 e inoculadas con agallas de *Pterotylenchus cecidogenus* en Agosto de 1983 (los números en paréntesis muestran los meses después de la inoculación).

2) Cinco o más accesiones resistentes de D. ovalifolium se han sembrado en en Categoría III con CIAT 350 como control, para observar su rendimiento en asociación con Brachiaria dictyoneura, bajo pastoreo y con infestación del nemátodo de la agalla del tallo.

C. Relación entre P. cecidogenus, D. ovalifolium, hábito de crecimiento de la planta, resistencia al nemátodo y producción de agallas.

En Junio de 1984, se estableció un ensayo para probar la siguiente hipótesis:

1) Daño causado por el pastoreo en el incremento y penetración del nemátodo de la agalla del tallo.

2) Hay una interacción entre hábito de crecimiento y daño por pastoreo sobre el crecimiento de la planta y el nemátodo.

3) Hay una interacción entre el daño por pastoreo y resistencia al nemátodo sobre el crecimiento de la planta y el nemátodo.

4) Existe una relación directa entre el crecimiento de las agallas y la resistencia o tolerancia al nemátodo.

El ensayo tiene cuatro replicaciones y cuatro tratamientos con las combinaciones de +/- nemátodos (inoculación artificial) y +/- pastoreo. En cada parcela 12 subparcelas separadas por un surco de Andropogon gayanus, subparcelas de 3 surcos de cada una de las cuatro accesiones de D. ovalifolium ej: CIAT 350 - más erecta, susceptible CIAT 3780 - semi-erecta, susceptibleCIAT 3788 - semi-erecta, resistente CIAT 13122 - postrada, susceptible. Como la investigación original de resistencia se basó en el rendimiento en el campo, ésta puede reflejar tolerancia más que resistencia.

El pastoreo comenzó en Julio de 1985 con 5-6 animales por parcela, un día por cada mes. En cada época de evaluación se observó el vigor de las plantas, el vigor del nemátodo de la agalla y los niveles de Synchytrium. Antes del primer pastoreo las evaluaciones se realizaron en cada planta en cada parcela y un índice obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ind.} = \frac{\Sigma \text{ del nivel de cada planta}}{\text{máximo nivel x No.de plantas en el surco}} \times 100$$

Después de un tiempo no fue posible distinguir plantas individuales en casi todas las parcelas, se hicieron evaluaciones en parcelas completas con niveles de 0-4 (0 = no agallas, 1 = agallas sobre el 25% de tallos, 2 = 50%, 3 = 75%, 4 = 100%).

Antes del pastoreo hubo un efecto significativo ($P < 0.05$) de la inoculación en el índice de agallas siendo 34 en el tratamiento "+N" y 25 en el tratamiento "-N". Desafortunadamente, las parcelas denominadas "-N" también recibieron parte del inóculo. Desde el primer pastoreo, el efecto de la inoculación no fue significativo. Antes del pastoreo hubo también efecto de las accesiones en las tres características medidas (Cuadro 31). CIAT 3788 fue más vigoroso y tuvo un índice bajo de agallas. No hubo correlación entre el hábito de crecimiento de la planta y el índice de agallas. Las otras accesiones fueron similares en vigor, agallas e índice de Synchytrium.

En Septiembre de 1985, después de dos ciclos de pastoreo se encontraron los siguientes efectos: 1) efecto de la accesión en el vigor de la planta, agallas de los tallos y niveles de Synchytrium (Cuadro 32). CIAT 3788 mostró mejor crecimiento y CIAT 3780

Cuadro 31. Indices del vigor de la planta, nemátodo de la agalla del tallo y Synchytrium, antes del pastoreo.

Accesión	Vigor	Agalla	Synchytrium
3788	53 a	24 b	5 ab
13122	39 b	31 ab	4 ab
350	36 b	33 a	11 a
3780	33 b	30 ab	1 a

Valores en cada columna no seguidos por la misma letra son significativamente diferentes P < 0.05.

el más pobre. CIAT 3788 tuvo más bajo nivel de agallas en el tallo y no hubo correlación entre el nivel de agallas y el hábito de crecimiento de la planta. CIAT 3780 mostró el más bajo nivel de Synchytrium y CIAT 3788 y 350 el más alto con CIAT 13122 intermedio; 2) no hubo efecto del pastoreo sobre la agalla del tallo o el nivel de Synchytrium.

D. Interacción entre herida en D. ovalifolium y penetración por P. cecidogenus

Un experimento anterior demostró que no hay efecto de la herida en plantas de CIAT 350 sobre la penetración por P. cecidogenus. Para confirmar la hipótesis de que la herida aumenta la penetración por P. cecidogenus se realizó el siguiente experimento: a un centímetro de distancia del tallo en plantas de D. ovalifolium CIAT 350 de un año de edad; fueron a) no heridas, b) cortadas a través de la epidermis o c) cortadas a través del centro del tallo. Los pedazos de agallas cortadas se envolvieron alrededor de la herida con algodón húmedo y sellado con parafina. Dos meses más tarde, se realizó la extracción de los nemátodos de los pedazos de tallo incluyendo 2 cm a cada lado del pedazo que se iba a probar. No se encontró diferencia entre los tratamientos con el número promedio de nemátodos por pedazo de tallo, siendo demostrado que la herida no incrementa la penetración del nemátodo.

Cuadro 32. Ratas de vigor, agallas de tallo y Synchytrium después de dos ciclos de pastoreo (Escala 0-4).

Accesión	Vigor	Agallas	Synchytrium
3788	2.5 a	1.2 b	1.2 a
13122	1.9 b	2.1 a	0.6 b
350	1.8 b	1.8 a	1.2 a
3780	1.3 c	2.0 a	0.1 c

Valores en cada columna no seguidos por la misma letra son signficativamente diferentes P < 0.05.

E. Comportamiento de P. cecidogenus en D. ovalifolium

1) Movimiento de P. cecidogenus entre las plantas hospedantes.

Anteriormente se ha observado que D. ovalifolium en parcelas en el campo las cuales no han sido inoculadas artificialmente con nemátodos de la agalla del tallo tomaron bastante tiempo para desarrollar suficientes agallas para la detección de la enfermedad. Esto ocurrió con el hallazgo inicial del nemátodo. Fue dos años después al mirar una parcela de producción de semillas cuando las agallas se detectaron primero. Parece que el inóculo en hospedantes nativos tal como D. barbatum fue ampliamente diseminado y que los nemátodos pasaron lentamente de éstas a otras plantas hospedantes por ejempo D. ovalifolium.

Con el fin de determinar porqué éste nemátodo se diseminó tan lento comparado con otros nemátodos de la superficie del suelo se realizó un ensayo en el invernadero. Un número de plántulas de D. ovalifolium se sembraron e inocularon. Después de un mes, estas plantas habían desarrollado

agallas y se resembró cada una con plantas recientemente germinadas. Sin embargo en un tratamiento, 20 plantas con agallas se sembraron invertidas, esto es, plantas muertas, las otras 20 se sembraron en la forma correcta es decir, plantas vivas. Al mes se hizo la extracción de nemátodos de las plantas más jóvenes y se contó para determinar la migración de nemátodos de las plantas con agallas. Las plantas sembradas con plantas con agallas muertas tuvieron un promedio de 112 nemátodos por planta y aquellas con plantas vivas fueron significativamente inferiores con solo 15 por planta. Parece, sin embargo, que los nemátodos tienden a permanecer en el mismo sitio de alimentación mientras las condiciones no sean desfavorables ej: muerte de parte de la planta, antes del movimiento a tejidos nuevos hospedantes. Esto reduce mucho la diseminación de la infección.

2) Mecanismo de resistencia de D. ovalifolium a P. cecidogenus

Algunas accesiones han mostrado en selecciones de invernadero que permiten menor reproducción del nemátodo (es decir, son más resistentes que CIAT 350). Un mecanismo de resistencia para D. ovalifolium a P. cecidogenus podría resultar de una o de la combinación de a) reducción de la atracción del tallo de las plantas, b) disminución del movimiento a lo largo del tallo, c) reducción de la penetración de la planta por el nemátodo, o d) factores fisiológicos que ocurren después de la penetración. Si el mecanismo pudiera determinarse permitiría más exactitud y o un mecanismo de selección de resistencia rápido.

a) Los trabajos han incluído 5 accesiones de D. ovalifolium, D. barbatum (hospedante nativo) y la nativa Mimosa sp., Galactia sp. y Euphorbia sp. Los nemátodos de la agalla del tallo se mezclaron con agar-agua al 1% en frascos de cultivo y se colocó un pedazo de tallo de 1 cm en el fondo de cada frasco. Después de 24 horas, la distribución de los nemátodos en cada frasco se determinó al comparar la atracción de las diferentes accesiones y especies de plantas. No hubo relación entre la resistencia y la atracción del nemátodo al pedazo de tallo.

b) Tallos, de 12 cm de longitud, se cortaron de plantas maduras de 6 accesiones de D. ovalifolium con diferentes grados de resistencia (habilidad para soportar la reproducción del nemátodo) determinada de la selección para resistencia en el invernadero. Los tallos se colocaron en el suelo en el fondo de los tubos que contenían 2000 nemátodos cada uno. Después de 16 horas, los tallos se removieron, se cortaron en secciones de 3 cm, se hizo la extracción de nemátodos y se cortaron. No se encontró correlación entre el número de nemátodos en las secciones de tallos y la resistencia.

c) Las semillas de 6 accesiones de D. ovalifolium con diferentes grados de resistencia se pregerminaron durante una semana en cajas de petri con 130 nemátodos en 0.2 ml de agua en cada una. Después de 24 horas, las plántulas se removieron , se hizo la tinción y se contaron los nemátodos. No se encontró diferencia entre la resistencia y el número de nemátodos penetrando las plántulas.

d) Parece que la resistencia resulta de procesos que ocurren después de la penetración y no antes y que no hay una forma más fácil para medir la resistencia que por observación de la reproducción del nemátodo de la planta.

F. Tratamiento de la semilla con nematicida para control de P. cecidogenus

Como ninguna de las accesiones de D. ovalifolium en la colección de CIAT es completamente inmune a P. cecidogenus,

se realizó una prueba para desarrollar otro método de control para usar con resistencia y/o tolerancia. El método incluye agitación de semilla escarificada en el nematicida sistémico Furadán, en varias concentraciones en diferentes tiempos. Las semillas se lavaron y se pregerminaron durante una semana y se sembraron en potes con 10 replicaciones. Una semana más tarde (2 semanas después del tratamiento con Furadán) las plantas se inocularon de la manera usual. Cuatro semanas después de la inoculación, las plantas se cosecharon y se contó el número de nemátodos en cada planta. El Cuadro 33 muestra el número promedio de nemátodos por planta en cada tratamiento. Aunque 100 ppm no afectó el número de nemátodos, el tratamiento con 500 ppm redujo significativamente el número de nemátodos en las plantas. Este es un hallazgo importante y se está continuando con el trabajo para determinar cuánto duró la protección y si otros productos proporcionan protección más barata y mejor.

G. Almacenamiento de agallas del tallo en D. ovalifolium.

Para determinar el método más eficiente de almacenamiento de agallas para la supervivencia del nemátodo más grande para uso en experimentos de laboratorio e invernadero, se ensayaron varias combinaciones de temperatura y humedad; durante un mes se utilizaron bolsas de papel y de plástico para el efecto de alta y baja humedad, respectivamente.

Los tratamientos de temperatura fueron constantes 10, 24, 30 y 35°C y las condiciones de laboratorio fluctuaron entre 18 y 22°C. En general, la supervivencia del nemátodo se redujo por temperaturas altas, temperaturas que fluctúan y humedad alta (Cuadro 34). Las mejores condiciones para almacenamiento fueron las constantes a 10°C en bolsas de papel. La reducción de la supervivencia de nemátodos se relacionó con la desviación estandar de la reducción en la longitud del cuerpo (el cual se utilizó para indicar los estados de vida) de los nemátodos sobrevivientes. Esto indicó que los cuatro estados juveniles (J4) fueron los mejores para sobrevivir, seguidos por J3, hembras y J2.

H. Supervivencia a la presión osmótica alta

Teniendo en cuenta que la tolerancia a la desecación está relacionada probablemente a la tolerancia a la presión osmótica alta, los nemátodos se probaron durante 6 o 24 horas en

Cuadro 33. Número de P. cecidogenus en plantas de D. ovalifolium, cuatro semanas después de la inoculación y seis semanas después del tratamiento de la semilla con Furadán.

Tiempo de tratamiento (min)	Concentración de Carbofuran (ppm) 0	100	500	Promedio
1	126	192	55	124
5	136	136	54	109
60	124	123	27	91
Promedio	129	150	45	

L.S.D. entre promedios para tiempos y concentración = 23.

Cuadro 34. Porcentaje de supervivencia de P. cecidogenus y promedios y desviaciones estandar de longitud del cuerpo de nemátodos motiles después de un mes de almacenamiento en agallas de D. ovalifolium a diferentes temperaturas y humedad.

% de temperatura de almacenamiento (°C)	Humedad	% Supervivencia Total	Hembras	Juveniles	Longitud del cuerpo Promedio	Desviación estandar
10	Baja	77	77	83	555.2 a	55.7 b
	Alta	26**	71	24**	537.2 b	61.6 b
20	Baja	37	0	39	545.9 bc	34.7 c
	Alta	0***	0	0***	-	-
24	Baja	69	29	71	585.5 a	64.9 b
	Alta	0***	0	0***	-	-
30	Baja	42	6	28	550.6 ac	27.4 d
	Alta	0*	0	0**	-	-
35	Baja	3	0	3	546.3 bc	21.5 e
	Alta	0*	0	0*	-	-
Control	-	-	-	-	548.2 abc	99.5 a

*, **, *** diferencias significativas entre humedades alta y baja a cada temperatura ($P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$, respectivamente).

Promedios de fluctuaciones de temperatura en condiciones de laboratorio entre 18 y 22°C.

a Valores seguidos por la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes (Tests de Mann-Whitney y F, respectivamente).

NaCl 0.1 M, 1.0 M o 2.0 M. Los nemátodos sobrevivieron en 2.0 M por 6 horas y en 1.0 M durante 24 horas (Cuadro 35). Las desviaciones estandar en los tamaños del cuerpo de los nemátodos sobrevivientes mostraron que la exposición de 24 horas en NaCl 1.0 M produjo el rango más estrecho del tamaño del cuerpo, es decir, el rango más angosto de los estados de crecimiento, correspondientes al cuarto estado juvenil.

Esta información puede utilizarse en el estudio de los ciclos de vida de este nemátodo. Para estudiar el ciclo de vida de un nemátodo, es necesario inocular plantas con cierto estado del nemátodo y extraer nemátodos a intervalos para examinar su desarrollo. En agallas del tallo, sin embargo, todos los estados de P. cecidogenus ocurren juntos. Puede ser posible usar el tratamiento con la solución NaCl para obtener un solo estado para inoculación. Los trabajos sobre el ciclo de vida están en progreso.

I. Supervivencia de los nemátodos aislados bajo desecación

Muchos nemátodos de la superficie del suelo son capaces de sobrevivir a la desecación cuando se aislan, es decir, fuera de tejidos de la planta. Para confirmarlo se realizó la extracción de nemátodos donde el aire fuera más seco, alrededor del 50% de humedad relativa en el laboratorio, sobre vidrios de reloj durante 1 a 48 horas.

Cuadro 35. Porcentaje de supervivencia de P. cecidogenus, promedios y desviaciones estandar de la longitud del cuerpo de nemátodos motiles después de exposiciones a NaCl por 6 o 24 h.

Concentración de NaCl (M)	Tiempo de exposición (h)	% supervivencia	Promedio	Desviación estandar
0	-	100	537.2	72.8
0.1	6	72	538.2	75.4
	24	75	537.9	87.2
1.0	6	60 (**)	535.7	72.2
	24	27 (***)***	523.1 (**)**	35.3(**)***
2.0	6	27 (***)	529.2	54.4(**)
	24	0 (***)***	-	-

, * Diferencias significativas entre 6 y 24 h de tratamiento ($P < 0.01$, $P < 0.001$, respectivamente).
(**), (***) Diferencias significativas para el control ($P < 0.01$, $P < 0.001$, respectivamente.

Se determinó el porcentaje de movilidad e infectividad, esta última por inoculación de plantas con nemátodos sobrevivientes y por extracción una semana más tarde. P. cecidogenus fue muy intolerante a la desecación de 50% de HR. Aun después de 1 hora de desecación, la movilidad se redujo al 1%. Los trabajos continuarán bajo condiciones más controladas usando desecadores.

II. Nemátodos del nudo de la raíz, Meloidogyne spp. en D. ovalifolium

Ensayos colaborativos sobre Meloidogyne sp. en D. ovalifolium en Tarapoto, Perú, se han evaluado durante 1984.

1) Selección de 75 accesiones de nemátodos del nudo de la raíz. Este ensayo se sembró en Febrero de 1984. Los resultados de la última evaluación en Agosto de 1985 se muestran en el Cuadro 36. Solo 14 accesiones no han desarrollado agallas todavía, 350, 3666, 3794, 13081, 13088, 13092, 13094, 13095, 13098, 13116, 13121, 13125, 13131, 13132. Sin embargo, solo 3 accesiones por ej: 3652, 13108 y 13114 tienen clasificación para agallas más grandes que 2, lo cual se considera el nivel de resistencia práctico. Las evaluaciones continuarán durante 1986.

2) Control del nemátodo del nudo de la raíz en D. ovalifolium usando Brachiaria spp. Se sembró D. ovalifolium CIAT 350 en asociación con 4 especies de Brachiaria (Cuadro 37) para determinar la eficiencia del control de Meloidogyne sp. En todas las accesiones excepto con B. ruziziensis, la gramínea dominó la leguminosa. Esto puede ser el resultado de la agresividad de la gramínea o del nemátodo que ataca a D. ovalifolium. Estos estudios son consistentes con los de invernadero (Informe Anual, 1983), B. ruziziensis no permitió la formación de agallas en las raíces de D. ovalifolium pero las otras gramíneas si. La aplicación del nematicida, Terracur, redujo la infección a la mitad.

III. Otros nemátodos, parásitos de plantas

a) Pratylenchus spp. en pasturas de gramíneas.
En varios sitios incluyendo Carimagua,

Meloidogyne spp. en Tarapoto, Perú, 16 meses después del establecimiento e inoculación.

Accesión	Vigor de la planta (0-4)	Cobertura %	Rata de agallas (0-5)	Accesión	Vigor de la planta (0-4)	Cobertura %	Rata de agallas (0-5)
350	2.7	97	0	13104	2.0	73	1.1
3607	2.3	83	1.0	13105	2.7	70	0.5
3608	2.7	97	0.3	13106	2.7	75	0.7
3652	3.0	100	2.3	13107	3.3	100	0.1
3663	3.7	87	1.4	13108	1.3	75	2.2
3666	4.0	100	0	13109	2.0	67	0.5
3668	3.0	100	1.3	13110	1.7	47	1.8
3673	3.0	83	0.1	13111	2.7	100	0.3
3674	*	80	1.1	13113	3.0	98	0.5
3776	1.0	28	1.1	13114	2.3	80	2.1
3778	2.0	43	0.8	13115	2.3	80	0.3
3780	1.7	42	0.5	13116	2.3	80	0
3781	3.0	100	0.7	13117	3.0	90	0.1
3784	2.3	87	0.7	13118	3.7	100	0.7
3788	0.7	5	0.3	13120	3.0	93	0.7
3793	1.7	57	0.2	13121	2.3	88	0
3794	1.7	67	0	13122	2.7	98	1.1
13030	1.7	23	0.3	13124	2.7	98	0.1
13081	2.0	40	0	13125	2.7	100	0
13082	3.0	100	0.3	13126	3.0	100	1.3
13085	3.3	100	0.6	13127	2.7	90	0.3
13086	2.7	98	0.6	13128	3.0	100	0.1
13087	3.0	100	0.4	13128 A	4.0	100	0.7
13088	3.0	98	0	13129	2.7	97	0.6
13089	2.7	83	0.7	13130	2.7	100	0.1
13091	0	0	-	13131	3.0	97	0
13092	3.0	62	0	13132	3.0	100	0
13093	3.0	80	0.9	13133	2.3	90	0.1
13094	3.7	100	0	13135	2.3	98	0.7
13095	3.7	98	0	13136	3.3	100	0.7
13096	2.3	80	0.3	13137	3.3	100	0.8
13097	4.0	100	0.3	13139	3.0	100	0.9
13098	4.0	100	0	13289	3.7	100	0.1
13099	3.3	93	0.1	13302	3.3	100	0.5
13100	3.3	100	0.4	13305	2.0	98	1.7
13101	1 ^	57	1.0	13307	2.7	83	0.6
13102	2.7	83	0.9	13400	2.3	97	0.7

Cuadro 37. Evaluación del nemátodo de los nudos radiculares en Desmodium ovalifolium CIAT 350 en asociación con Brachiaria spp., Tarapoto, Perú.

Asociación	% de covertura	Vigor de la planta (0-4)	% de infestación del nemátodo de los nudos radiculares
1. B. humidicola	95	4	
x			
D. ovalifolium	5	1	0
2. B. decumbens	95	2	
x			
D. ovalifolium	10	1	7
3. B. ruziziensis	30	1	
x			
D. ovalifolium	70	3	5
4. B. dictyoneura	100	3	
x			
D. ovalifolium	0	0	-
5. D. ovalifolium sin nematicida[a]	100	3	48
6. D. ovalifolium con nematicida	100	2	22
7. B. humidicola	100	4	
8. B. decumbens	100	3	
9. B. ruziziensis	90	2	

a Nematicida = Terracur.

Quilichao y Macagual en Colombia y Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, Brachiaria spp. especialmente, han desarrollado síntomas de secamiento de hoja y se ha reducido mucho la productividad. Los síntomas son muy similares a los causados por barrenador pero no parece estar asociado con el insecto. La extracción de nemátodos del suelo de estos sitios se ha revelado en muchos casos, la presencia de la lesión por el nemátodo. En Minas Gerais, esta incluyó Pratylenchus brachyurus y P. zeae con 2 por gramo de suelo y 100 por gramo de raíz, especialmente asociados con B. brizantha cv. Marandú.

En Quilichao, aunque B. humidicola no mostró daño, B. brizantha, B. ruziziensis, B. dictyoneura, B. nigropedata, B. soluta, B. radicans y B. eminii presentaron dichos síntomas. Muchas accesiones de Panicum maximum fueron afectadas. Pratylenchus spp. estuvo presente en parcelas de Brachiaria spp. y P. maximum alrededor de 40 por 100 gramos de suelo. En Carimagua, varias praderas de B. decumbens han desarrollado los mismos síntomas con Pratylenchus sp. asociados en poblaciones de 60 por 50-0 gramos de suelo. Además, la colección de germoplasma de P. maximum en Carimagua tuvo alrededor de 120 Pratylenchus spp. por 100 gramos de suelo. Si las raíces se hubiesen muestreado estas cifras habrían sido mucho más altas.

Pratylenchus spp. se ha involucrado en interacciones con muchos hongos patogénicos. Probablemente los nemátodos más importantes están relacionados con el hongo de la marchitez Verticillium. Se ha conocido la interacción con Rhizoctonia solani, Fusarium spp., Pythium spp. y Phytophthora spp. lo

mismo que bacterias tal como Pseudomonas spp. Así aunque las poblaciones de Pratylenchus que se encontraron en parcelas afectadas por los síntomas de secamiento no son extremadamente altas, es muy probable que la interacción entre estos nemátodos y otros organismos patogénicos a las plantas puedan producir estos síntomas. El trabajo en este momento está en marcha para obtener aislamientos de Pratylenchus de parcelas afectadas para usar en pruebas de patogenicidad.

b) Reconocimiento de nemátodos en pasturas tropicales

En Agosto de 1984, un reconocimiento de nemátodos en pasturas tropicales se realizó bajo la consultoría del Dr. M. R. Siddiqi del Commonwealth Institute of Parasitology. Este reconocimiento incluyó casi todas las especies bajo evaluación y especies de sabana nativa en Carimagua y Villavicencio, lo mismo Desmodium spp. y Brachiaria spp. en Quilichao. Aunque el informe final no está disponible aún, algunos hallazgos preliminares fueron:

1) Pratylenchus spp., los nemátodos en lesiones, se encontraron en gran cantidad en D. ovalifolium y en casi todas las gramíneas en los tres sitios. Estos nemátodos están con frecuencia asociados con muchos organismos parásitos de plantas.

2) Helichotylenchus spp., los nemátodos en espiral, se encontraron comunmente en D. ovalifolium, D. heterophyllum, P. phaseoloides + A. gayanus, Centrosema spp. e Hyparrhenia rufa. Estos nemátodos han estado asociados con bacterias patogénicas a plantas.

3) Longidorus spp. los nemátodos en aguja, se encontraron en gran cantidad en B. brizantha, poco desarrollada, en La Libertad, Villavicencio. Este nemátodos es uno de los vectores de virus.

4) Xiphinema spp., nemátodos en obelisco, se encontraron en número insignificante en S. capitata y Centrosema spp. Este nemátodo también es un vector de virus.

Las recomendaciones de Siddiqi fueron obtener cultivos de estos nemátodos, probar en hospedantes su patogenicidad, e investigar las interacciones posibles entre los nemátodos y otros organismos parásitos de plantas. Casi todo este trabajo está comenzando en este momento.

Microbiología de suelos

Las actividades de la Sección de Microbiología de Suelos tienen los siguientes objetivos generales:

1. Desarrollar tecnologías para manipular los microorganismos del suelo con el fin de incrementar la productividad de las plantas.

2. Desarrollo de métodos de investigación para usar en suelos tropicales.

3. Evaluar el papel de los microorganismos del suelo en la selección de germoplasma.

4. Entrenamiento e información.

5. Motivar la comercialización de las tecnologías desarrolladas.

Se discutirán las actividades de 1985 bajo los siguientes títulos:

I. Selección de cepas de rizobios y respuestas a la inoculación:

1) Colección y caracterización de cepas.

2) Evaluación de respuestas a la inoculación en invernadero y campo.

3) Origen de las cepas efectivas/ inefectivas.

4) Interacciones inoculación/ fertilidad.

5) La rizobiología en la RIEPT; programa de adiestramiento; servicio de suministro de inoculantes y cepas.

II. Inoculantes liofilizados.

1) Aceites para suspensión, pre-inoculación y humedad de la semilla.

2) Tasas de inoculación.

3) Distribución de inoculantes.

III. Mineralización de N.

1) Efecto de estación y preparación d la tierra.

2) Efecto de gramíneas.

IV. Micorrizas

I. SELECCION DE CEPAS DE RIZOBIOS Y RESPUESTAS A LA INOCULACION

1) Colección y caracterización de cepas.

Para evaluar la efectividad de las cepas es necesario mantener una colección de rizobios aislados de leguminosas y tipos de suelos apropiados. Estos aislamientos deben ser caracterizados para que su pureza y estabilidad genética puedan ser controladas.

Actualmente hay aproximadamente 3.000 cepas de rizobios de leguminosas forrajeras tropicales en la colección. Las 5 categorías usadas para la descripción de las colonias fueron descritas en 1984.

Se ha encontrado que una pequeña proporción de los aislamientos en las categorías X, Y y Z contienen dos tipos de colonias, los cuales son inseparables por los métodos bacteriológicos usuales, aún después de lavados vigorosos, agitaciones y varias resiembras (Figura 1, Cuadro 1). Dos tipos de colonias individuales de una cepa (CIAT 2469) fueron inoculadas en plantas estériles de D. heterophyllum. Todas las plantas inoculadas nodularon (Cuadro 2), y los aislamientos de rizobios de todos los nódulos contenían los dos tipos de colonias. Aparentemente la variabilidad de la colonia no afectó la efectividad de la cepa, la cual es una de las más efectivas en Desmodium spp.

Cuadro 1. Porcentaje de colonias grandes formadas por sub-cultivos seriados de colonias pequeñas de CIAT 2469.

Colonias originales pequeñas	% colonias grandes			
	Resiembras			
	1	2	3	4
A	4	4	4	11
B	2	5	8	7
C	4	6	5	15

Esta aparición persistente de los dos tipos de colonia en una proporción relativamente constante (Cuadro 1) implica la presencia de una mutación inestable. Este fenómeno ha sido observado en otras bacterias gram negativas y podría ser estudiado por la producción de mutantes resistentes a antibióticos de cepas representativas.

2) Evaluación de respuestas a la inoculación en invernadero y campo.

a) Invernadero:

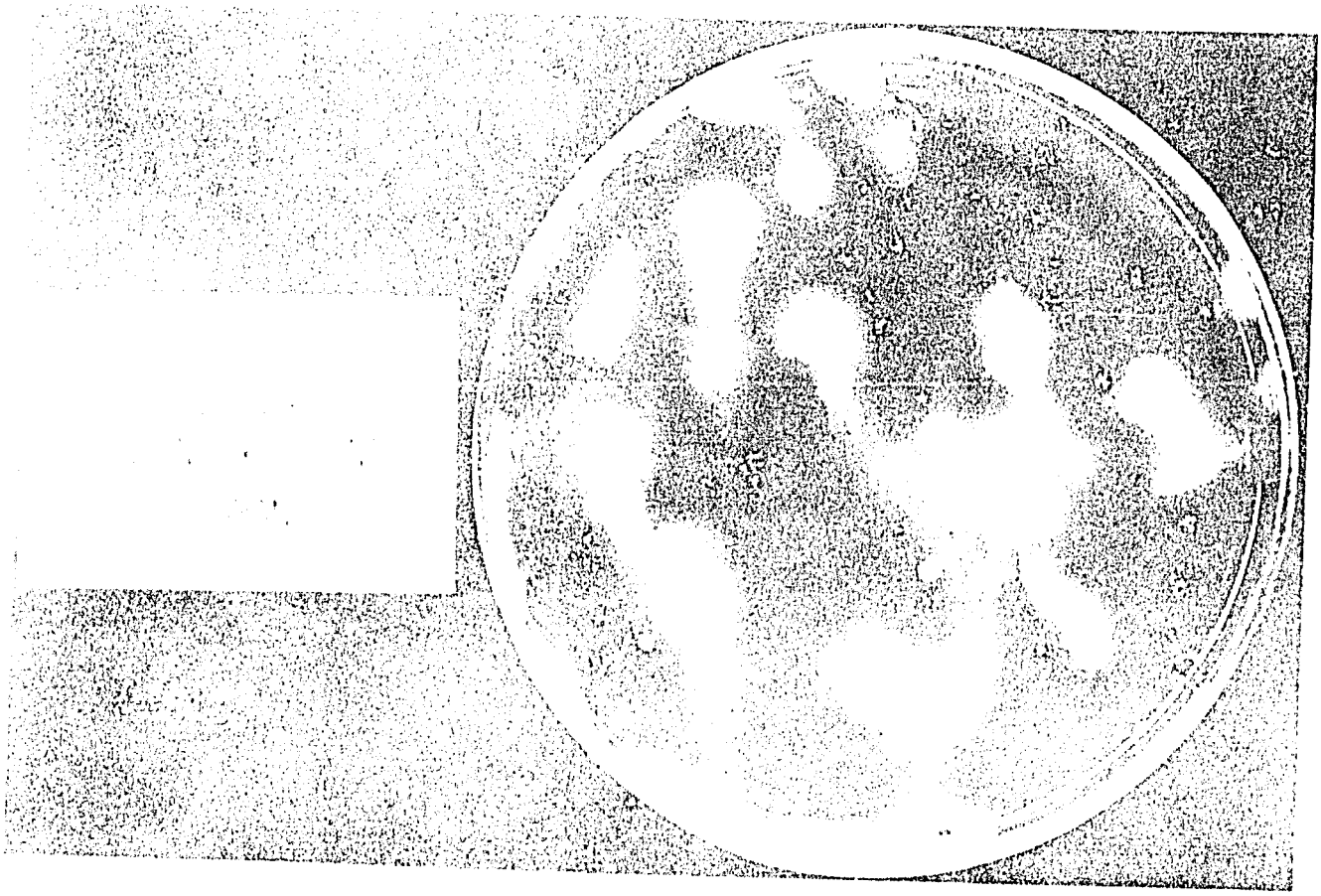
En 1985 las pruebas de selección de cepas en cilíndros con suelo no disturbado de Carimagua fueron llevadas a cabo con Centrosema sp. 5112, 5568 y 5277, Centrosema macrocarpum 5744 y 5713 (entre otras), P. phaseoloides 9900 y A. pintoi 17434.

Las tres accesiones de Centrosema sp. mostraron respuestas a la inoculación (Figura 2) pero la respuesta fue mayor en 5568. Todas las cepas fueron efectivas para 5112, pero una cepa (3713) fue inefectiva para 5277 y 5568.

La Figura 3 muestra los resultados del experimento de evaluación sobre 2 accesiones de C. macrocarpum. Algunas

Cuadro 2. Promedio (n=3) de crecimiento y nodulación de Desmodium heterophyllum inoculado con colonias individuales de CIAT 2469 en jarras de Leonard.

Tipo colonia	Parámetro (por planta)	Colonias individuales							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Grande	g.peso seco	0.40	0.53	0.43	0.41	0.21	0.27	0.35	0.47
	No. nódulos	62	96	75	78	41	49	92	56
Pequeña	g.peso seco	0.43	0.36	0.57	0.37	0.54	0.60	0.53	0.55
	No. nódulos	63	44	79	67	71	73	93	85



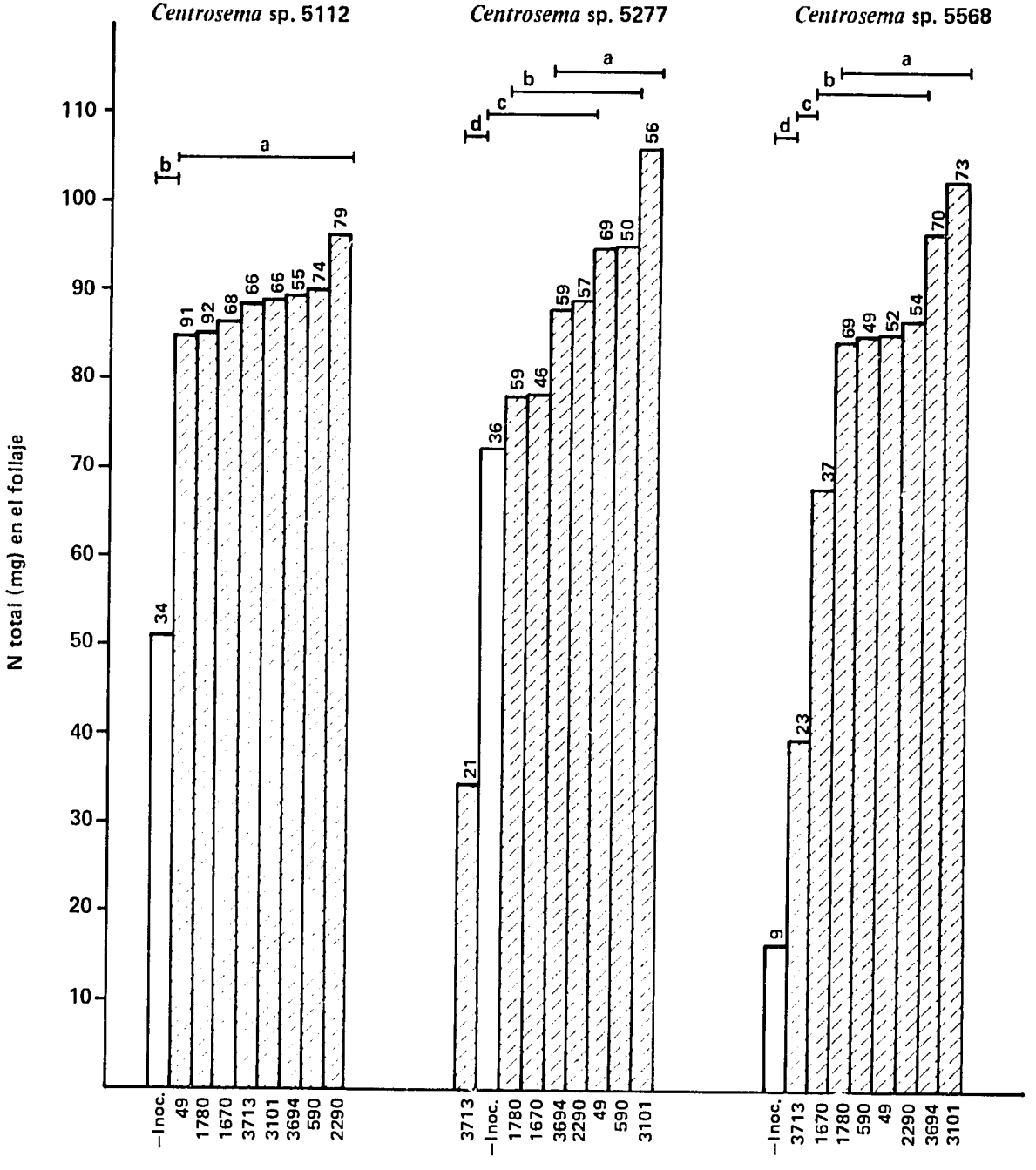


Fig. 2. N total en el follaje y nodulación de tres ecotipos de *Centrosema* sp. No inoculado (▭), Inoculado con cepas de *Rhizobium* (▨) en cilindros con suelo no disturbado de Carimagua (MSPT 182-84).

N total (mg) en follaje/cilindro

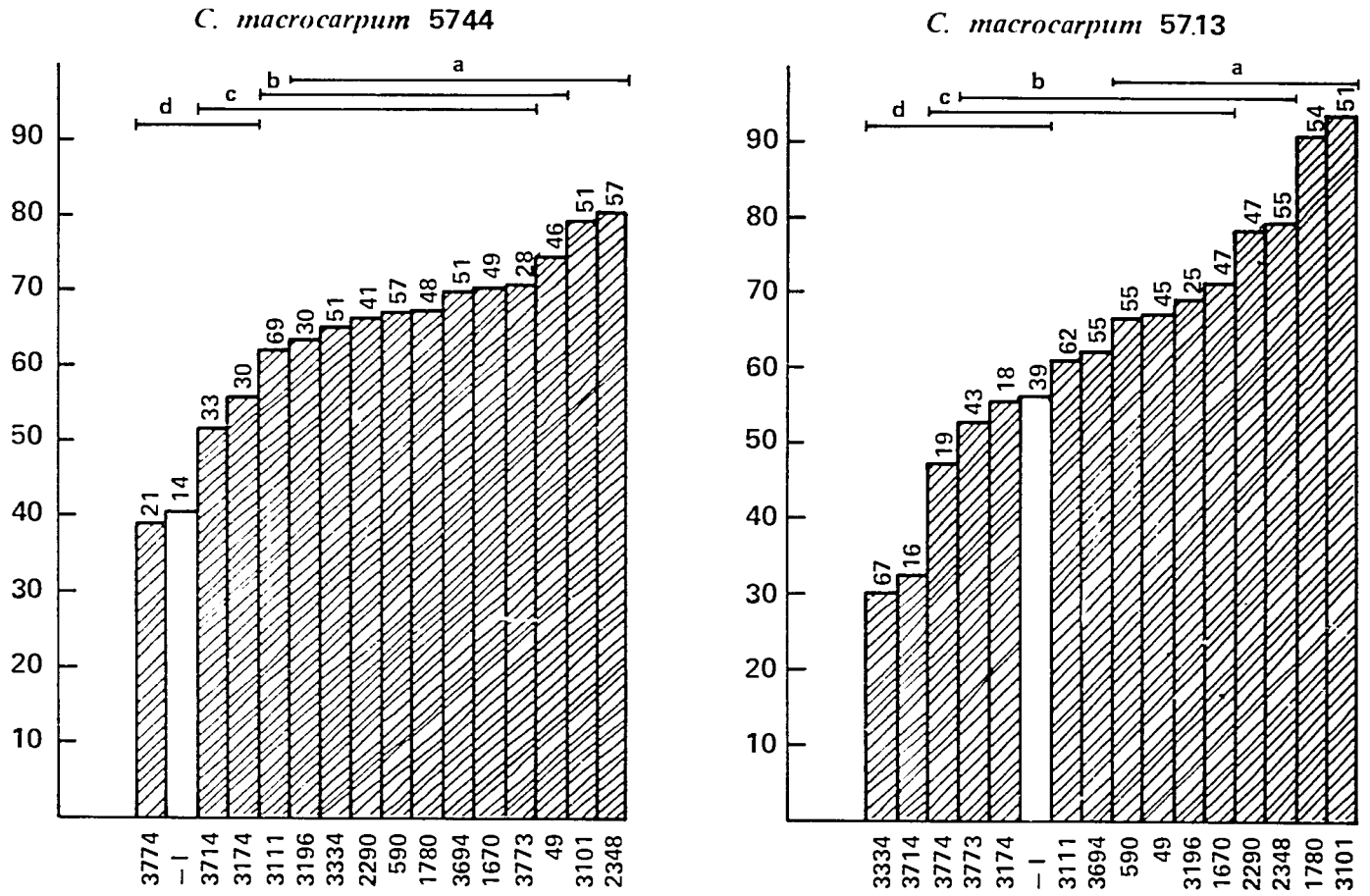


Fig. 3. N total en parte aérea y número de nódulos de dos ecotipos de Centrosema macrocarpum no inoculado (□), o inoculado con cepas de rhizobios (▨) en cilindros con suelo de Carimagua (MSPT-185-85).

Cuadro 3. Efecto de inoculación en 6 accesiones de Centrosema durante establecimiento en el campo (Carimagua, MSPT-189-85, tercer corte)

Especies	Accesión CIAT No.	kg MS/ha Tratamiento no inoculado	Mejores cepas	kg MS/ha mejores cepas	Incremento (veces) debido a mejores cepas
C. brasilianum	5234	431.53	1670	556.33	1.29[1]
Centrosema sp.	5277	395.08	3101	446.61	1.13[1]
Centrosema sp.	5568	189.56	3101	715.39	3.77
C. macrocarpum	5713	144.50	1670	585.06	4.05
C. macrocarpum	5452	130.28	3101	567.78	4.36
C. macrocarpum	5744	56.11	3111	433.17	7.72

1/ Aumento no significativo (P< 0.05)

cepas específicas pueden observarse. Los Nos. 3101 y 2348 fueron altamente efectivos en ambas accesiones.

Además un experimento de evaluación fue llevado a cabo para P. phaseoloides 9900 porque las cepas previamente seleccionadas (2434, 3221 y 2453) se encontraron serológicamente idénticas. Se evaluaron 45 cepas, serológicamente diferentes de las cepas control. Siete de ellas fueron igual o más efectivas que las cepas control. La cepa No.79 (sinónimo CB 756), la cual es comercialmente recomendada para inoculación de kudzú, fue inefectiva (no hubo diferencia significativa con el control no inoculado).

La Figura 4 muestra que hubo marcadas respuestas a la inoculación en A. pintoi, aunque el control no inoculado noduló bien. En el campo en Carimagua, esta leguminosa crece lentamente y es clorótica por algún tiempo después del establecimiento, demostrando su necesidad de inoculación.

b) Campo:

En 1985 varias pruebas grandes de campo fueron llevadas a cabo en Carimagua para evaluar cepas preseleccionadas en cilindros y también para evaluar y mejorar los métodos recomendados para pruebas de inoculación en la RIEPT. Muy pocas respuestas positivas a la inoculación con leguminosas forrajeras tropicales son reportadas en la literatura y esto es parcialmente debido a la carencia de métodos apropiados.

En una prueba se evaluó el efecto de 8 cepas de rizobios serológicamente diferentes sobre la tasa de establecimiento de 6 accesiones de Centrosema. Las accesiones fueron seleccionadas debido a su designación como posibles reemplazos para el C. macrocarpum 5065, el cual ha mostrado baja persistencia bajo pastoreo. El Cuadro 3 muestra marcadas respuestas a la inoculación en las 3 accesiones de C. macrocarpum y una accesión de Centrosema sp. (5568). C. brasilianum 5234 y Centrosema sp. 5277 mostraron respuestas mucho más pequeñas a la inoculación, aunque en experimentos previos en cilindros, habían mostrado incremento en el rendimiento de N aproximadamente de 1.5 veces debido a la inoculación con las mismas cepas. Aunque estas dos leguminosas mostraron los más altos rendimientos sin inoculación, la inoculación cambió completamente su relativa importancia a las otras leguminosas en términos

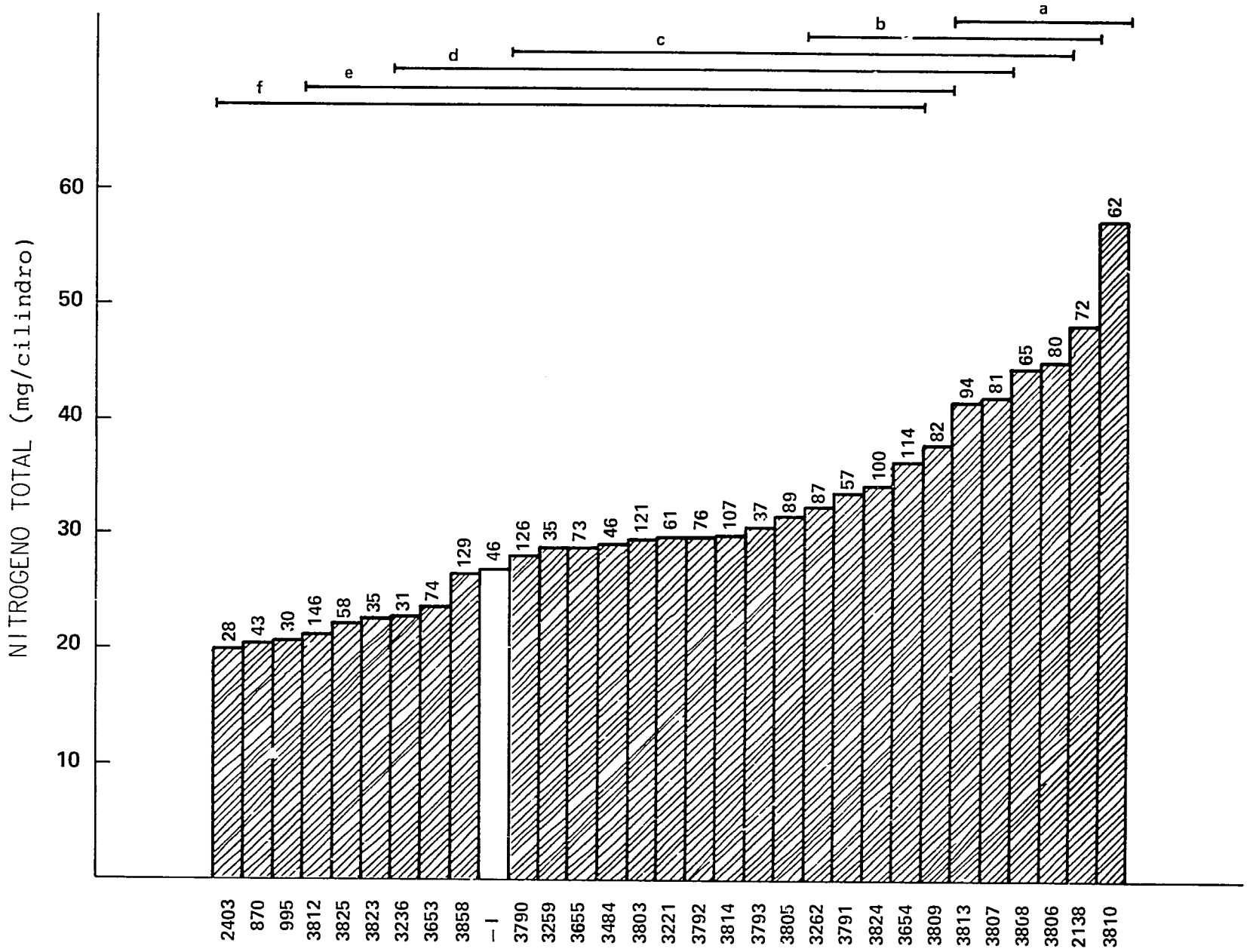


Fig. 4. Nitrógeno total y nodulación de *Arachis pintoi* 17434 inoculado con cepas de *Rhizobium* en cilindros con suelo no disturbado (MSPT–183–85).

de rendimiento (Cuadro 3). Este experimento demuestra que leguminosas diferentes pueden ser seleccionadas en pruebas de rendimiento dependiendo de si ellas son inoculadas o no. Es posible que la razón para el relativo bajo rendimiento en los tratamientos inoculados de las leguminosas con relativamente alto rendimiento en los tratamientos no inoculados es debido a su más abundante nodulación con cepas nativas menos efectivas, las cuales compiten con las cepas inoculadas por los sitios de nodulación. Esto ilustra la posible desventaja de seleccionar leguminosas promisorias. El Cuadro 4 muestra que la cepa 3101 fue más efectiva a través de las accesiones. Esta cepa fue también altamente efectiva en experimentos de preselección en cilindros. Las cepas inefectivas en el campo (3174 y 3773) han sido también relativamente inefectivas en cilindros. Las cepas 3773 y 3774 (sinónimos BR C 101 A y C 102) son recomendadas como efectivas para C. pubescens en Brasil, pero han sido relativamente inefectivas en nuestros experimentos con diferentes Centrosema spp. Lo mismo ocurre con la cepa 49 (sinónimo CB 1923), la cual es recomendada para la inoculación de C. pubescens en Australia.

Cuadro 4. Efecto de cepas de rizobium y fertilización nitrogenada en la producción de materia seca kg/ha en accesiones de Centrosema (Carimagua, 1985, MSPT-189).

+N	551.43	A
3101	498.77	AB
1670	490.33	AB
1780	446.07	B
3111	420.03	BC
3694	408.35	BC
49	353.38	C
3773	256.87	D
3174	241.90	D
-I	224.51	D

La Figura 5 muestra el efecto de la inoculación con cepas serológicamente diferentes y mezclas de cepas sobre el rendimiento de P. phaseoloides y A. pintoi. P. phaseoloides ha mostrado previamente respuestas a la inoculación con la cepa 2434 en el campo; el fin de este experimento fue seleccionar cepas adicionales diferentes serológicamente de la 2434 y comparar estas con la 79 (sinónimo de CB 756). Se vió que las 3 cepas fueron más efectivas que la 79, pero la 2434 mostró el mayor incremento. Posiblemente, la mezcla de cepas mostró solo efectividad media debido a la dominancia de las cepas menos efectivas sobre la 2434. En A. pintoi todas las cepas inoculadas y la mezcla mostraron marcados incrementos sobre el control no inoculado. En el control no inoculado abundantes nódulos rojos fueron observados, pero el bajo rendimiento y el color clorótico de las plantas muestran que esos nódulos fueron inefectivos. Este gran incremento en el rendimiento en respuesta a la inoculación de A. pintoi puede al menos explicar parcialmente su lentitud para establecerse cuando es sembrado sin inoculación en Carimagua.

3. Origen de las cepas efectivas/inefectivas

El Cuadro 5 muestra el origen de algunas de las cepas efectivas e inefectivas en varias pruebas de selección en suelo de Carimagua. Puede verse que cepas efectivas en una leguminosa pueden también ser efectivas en otra. (Ej: 3101 en C. macrocarpum y A. pintoi).

Las cepas de C. pubescens pueden ser efectivas o inefectivas en C. macrocarpum. Resultados similares fueron obtenidos en Desmodium spp. Estas observaciones indican que cepas, identificadas como efectivas en su huésped de origen tienen relativamente alta posibilidad de ser efectivas en otros huéspedes. Esto significa que el

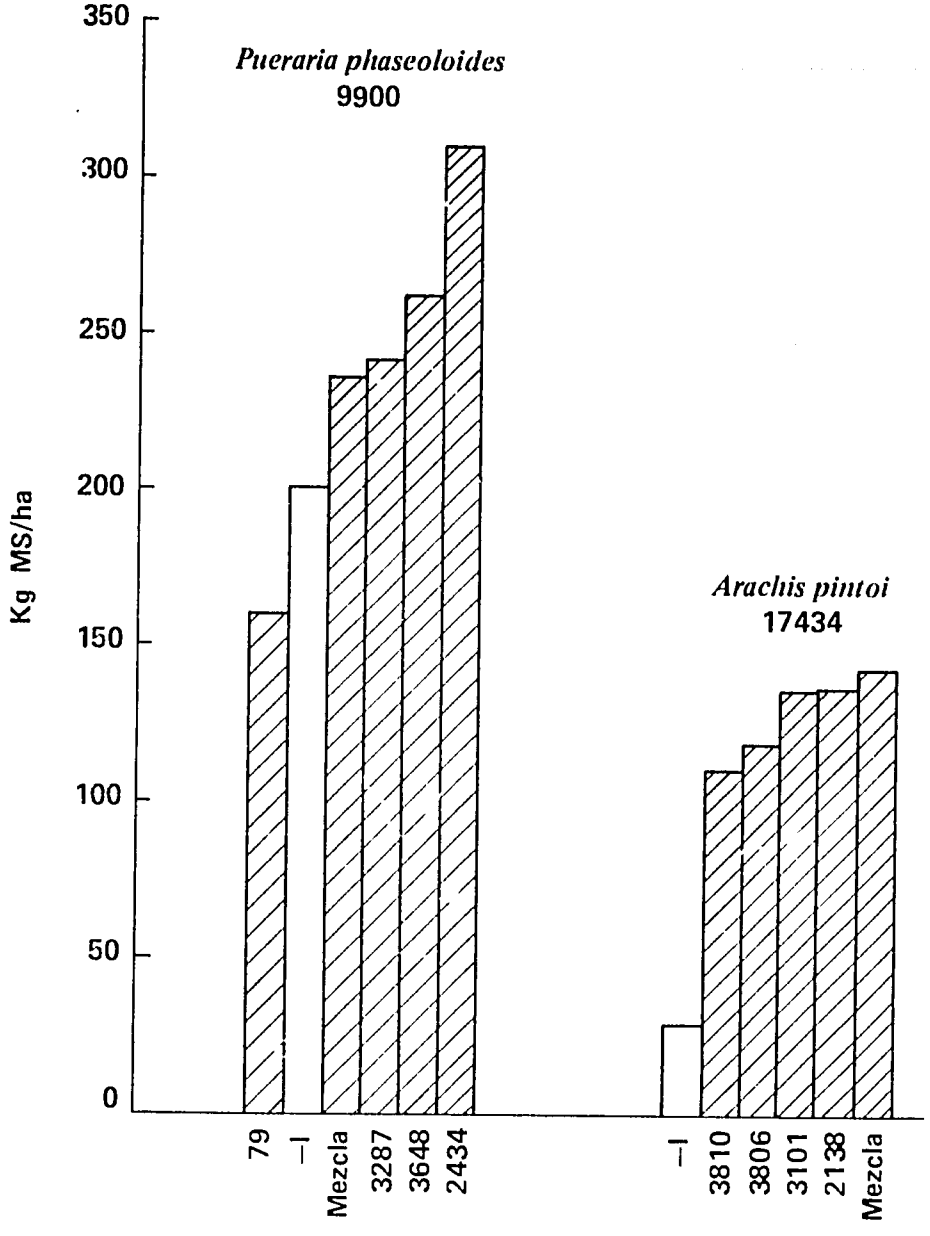


Fig. 5. Efecto de la inoculación sobre el rendimiento de 2 leguminosas forrajeras durante el establecimiento (1° corte, Hato 4, MSPT-190).

Cuadro 5. Origen de algunas cepas efectivas e inefectivas en ensayos de selección en suelo de Carimagua.

Planta huésped probada	Origen de las cepas			
	Cepas más efectivas		Cepas menos efectivas	
A. pintoi	2138	*S. capitata*, Goias, Brasil	2403	*S. capitata*, Manaus, Brasil
	3101	*C. macrocarpum*, S.Marta, Colombia	870	*S. capitata*, Australia (CB 2898)
	3810	*A. pintoi*, Carimagua (Pista)	3812	*A. pintoi*, Carimagua
P. phaseoloides	3649	*P. phaseoloides*, El Refugio, Colombia	3347	*P. phaseoloides*, Carimagua (Surrales)
	3287	*P. phaseoloides*, Carimagua	3804	*P. phaseoloides*, Catama Colombia
	2434	*M. atropurpureum*, Manaus, Brasil	3845	*P. phaseoloides*, Tailandia
	3796	*P. phaseoloides*, Itabela, Brasil		
D. ovalifolium (No.3666)	2335	*D. ovalifolium*, Belém Brasil	3270	*D. ovalifolium*, Orocué, Colombia
	3418	*D. ovalifolium*, Tailandia	2487	*D. canum*, Carimagua
			2284	*D. ovalifolium*, Tailandia
	2469	*D. heterophyllum*, Carimagua		
C. macrocarpum	3101	*C. macrocarpum*, S.Marta, Colombia	3714	*Centrosema* sp., P.Nariño Colombia
	1670	*C. pubescens*, México	3773	*C. pubescens*, Brasil (C101A)
	1780	*C. pubescens*, Pucallpa Perú	3774	*C. pubescens*, Brasil (C102)

número total de cepas que están siendo evaluadas por leguminosa pueda ser reducido una vez un grupo de cepas efectivas haya sido identificado, permitiendo entonces que más leguminosas sean evaluadas. Por otro lado, las cepas recomendadas comercialmente han sido relativamente inefectivas en nuestros estudios, posiblemente debido a que las cepas que nosotros hemos evaluado han sido seleccionadas bajo diferentes condiciones, o porque no hemos podido obtener las cepas más efectivas de otros laboratorios. También puede verse en el Cuadro 5 que no puede asumirse que las cepas aisladas del sitio de origen de la leguminosa serán efectivas. Sin embargo, se ha observado en varias ocasiones que las cepas más efectivas se originan en sitios donde una leguminosa está especialmente verde y bien nodulada, y donde ha estado creciendo por largo tiempo (Ej: 2469, 3649, 3796, 3810) dando apoyo a la hipótesis que las leguminosas introducidas seleccionan lentamente de la población nativa de rizobios, las cepas más efectivas.

4. Interacciones inoculación/ fertilidad

Se están adelantando estudios para evaluar el efecto de bajos niveles de nutrientes sobre la fijación de N_2 por leguminosas forrajeras tropicales. Además, se han observado algunas interacciones de inoculación con respuestas a fertilización. Aquí reportamos el efecto del Mo y la inoculación en D. ovalifolium, y P y la inoculación en S. capitata.

El Cuadro 6 muestra que en D. ovalifolium 3784 el Mo afectó el rendimiento de N de plantas fertilizadas con N e inoculadas, pero no de plantas sin inocular. La concentración de N y nodulación (total) fue también incrementada por una combinación de inoculación y Mo pero no por inoculación sola. El número de nódulos

Cuadro 6. Efecto de fertilización con N, Mo e inoculación sobre producción y nodulación de D. ovalifolium CIAT 3784 en cilindros con suelo de Carimagua.[1]

Tratamiento[2]		mg N/ cilindro	% N en follaje	Nódulos totales/ cilindro	Nódulos en corona/ cilindro
+N	OMo	85 bc	1.66 abcd	21.6 c	3.4 d
	MoO_3	105 a	1.80 a	33.6 c	5.0 d
	MoA	89 b	1.62 bcd	31.6 c	8.0 cd
+I	OMo	51 ef	1.53 d	93.6 b	15.6 b
	MoO_3	60 de	1.69 abc	115.6 a	22.2 a
	MoA	71 cd	1.75 ab	82.2 b	17.6 ab
-I	OMo	40 f	1.52 d	81.2 b	4.8 d
	MoO_3	50 ef	1.56 cd	84.0 b	11.4 bc
	MoA	45 ef	1.59 cd	73.8 b	15.0 b

1/ Trabajo de tesis de grado de Ing. Agr. Carlos Balaguera

2/ +N = 150 kg N/ha; +I = inoculado con mezcla de cepas 3418, 2469 and 2335; -I = sin inocular; OMo = sin Mo; MoO_3 = 450g Mo/ha como MoO_3; MoA = 450g Mo/ha como molibdato de amonio. Los demás nutrientes suministrados en niveles moderados.

sobre la raiz principal (= en corona) se incrementó con la inoculación y aplicación de Mo, pero aún sin inoculación, la aplicación de Mo incrementó el número de nódulos en corona. Esto sugiere que los nódulos en corona son no sólo derivados de cepas inoculadas. Las aplicaciones de Mo pueden ser requeridas para obtener el completo beneficio de la inoculación de Desmodium spp.

El Cuadro 7 muestra una interacción negativa entre fertilización con P e inoculación de S. capitata con cepas seleccionadas. Hubo una respuesta positiva a la inoculación y fertilización con N a bajo nivel de P, pero a alto nivel de P no hubo respuesta a la inoculación. El N incrementó el rendimiento pero menos que a bajo nivel de P. El P incrementó el rendimiento sólo en plantas no inoculadas.

Aunque las tasas de fertilización con P fueron 100 kg P/ha en el tratamiento de alto P, el Cuadro 7 muestra que los niveles alcanzados en el tejido no fueron particularmente altos. Esto concuerda con observaciones previas (Informe Anual 1984) que los niveles de nutrientes se vuelven deficientes en potes más rápidamente que en el campo.

La interacción negativa observada en este experimento pudo parcialmente haber sido debida a la inhibición de las micorrizas por los niveles altos de P o a la preferencia por niveles bajos de P de las cepas seleccionadas. El fenómeno debe ser investigado más.

Los efectos combinados de inoculación y fertilización observados demuestran la necesidad de estudiar juntas las respuestas de la fertilización e inoculación.

Cuadro 7. Efecto de niveles de P, inoculación y fertilización nitrogenada sobre producción y contenido de P en Stylosanthes capitata cv. Capica en cilindros con suelo de Carimagua.

Tratamiento[1]	Bajo P[2]		Alto P[2]	
	g de MS del follaje/cilindro	% P	g de MS del follaje/cilindro	% P
+N	5.00 a	0.11	4.62 a	0.20
+I	3.44 b	0.10	3.29 b	0.18
-I	2.50 c	0.13	3.64 b	0.18

1/ +N = 150 kg N/ha; +I = mezcla de 10 cepas; -I = no inoculado

2/ Bajo P = 25 kg P/ha; alto P = 100 kg P/ha; los otros nutrientes suministrados en niveles moderados

5) La Rizobiología en la RIEPT; Programa de Adiestramiento; Servicio de suministro de inoculantes y cepas.

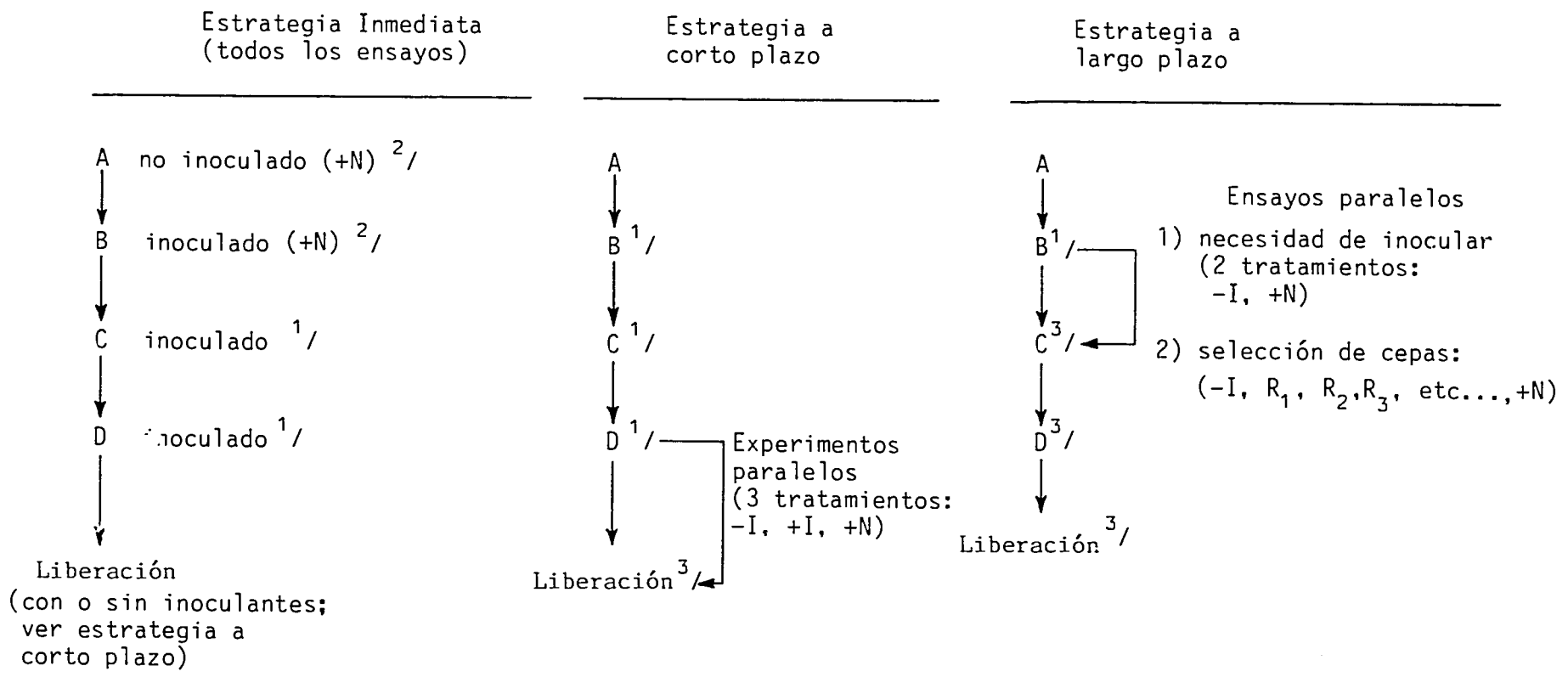
Los incrementos de rendimiento observados como respuesta a la inoculación significan que es importante definir claramente los objetivos para la RIEPT con énfasis en decidir si la inoculación debe ser incluída como parte del paquete tecnológico. Si no se pretende eliminar las leguminosas que responden a la inoculación en el proceso de selección, es necesario inocular todas las leguminosas en las pruebas regionales con las mejores cepas disponibles o, si esto no es posible fertilizarlas con N. Esto permitiría seleccionar tanto las leguminosas que responden a la inoculación, como aquellas que no. Sin embargo, sería necesario llevar a cabo algunas pruebas paralelas para determinar si los inoculantes usados durante la selección de leguminosas incrementan el rendimiento, antes de liberarlos a agricultores, para hacer recomendaciones apropiadas. También, al menos en algunos sitios, la efectividad de diferentes cepas de rizobios podría ser evaluada para determinar si ocurre especificidad por sitio.

En la reunión de la RIEPT de Octubre 1985 se hicieron algunas recomendaciones para la inoculación de las pruebas regionales y para experimentos paralelos. La Figura 6 resume las recomendaciones. Los inoculantes serán suministrados por CIAT a todos los que los soliciten. También se ha iniciado un programa de adiestramiento interdisciplinario para microbiólogos y agronómos con recursos del PNUD, para que las estrategias a largo y corto plazo puedan ser adoptadas en la RIEPT en tantos sitios como sea posible. Dieciocho agrónomos y microbiólogos de 10 países participaron en un curso práctico intensivo realizado en Brasil en Noviembre 1985 organizado con la colaboración de MIRCEN y NifTAL. Un Manual de Métodos y Guía de Estudio fueron producidos en inglés y español para el curso y están disponibles en el Departamento de Publicaciones del CIAT.

La cantidad de inoculante solicitado y distribuído por la Sección se incrementa cada año. Por ejemplo, en 1984 fueron despachados 37.77 kg de inoculante en respuesta a 77 solicitudes. En 1985, fueron despachados 64.26 kg en respuesta a 157 solicitudes (Cuadro 8). Muchas solicitudes de agricultores son recibidas debido a la carencia de producción comercial de inoculante en Colombia pero solo pequeñas cantidades son suministradas a aquellos agricultores que realicen experimentos sencillos con y sin inoculación. Muchos reportes informales han sido recibidos de agricultores sobre respuestas en rendimiento a la inoculación. La demanda por inoculantes en el país se está incrementando especialmente debido a la expansión de la producción de soya. Se espera que la producción comercial de inoculante comience en 1986.

El Cuadro 9 muestra la lista actual de cepas recomendadas para inoculación de leguminosas forrajeras tropicales. Adicionalmente, un catálogo de cepas (3a. Edición, 1985) está disponible para aquellos que lo soliciten, y una nueva edición lo reemplazará a comienzos de 1986.

Figura 6. Resumen de recomendaciones para la inoculación y experimentos paralelos en la RIEPT (instrucciones detalladas disponibles en CIAT)



1/ con la mejor cepa disponible.

2/ fertilizado con N en el caso de clorosis o falta de vigor.

3/ con o sin inoculación dependiendo de los resultados de los experimentos paralelos.

Cuadro 8. Solicitud y entrega de inoculantes en 1985

	Solicitudes del Programa (leguminosas forrajeras tropicales)		Solicitudes de Agricultores	
	No.	Kg.	Leguminosa (No.)	Cantidad (g)
Colombia	118	52.16	soya (2)	750
			Leucaena (8)	435
Otros países	17	7.50	Alfalfa (6)	720
			Kudzu (3)	1600
			Trébol (3)	1086
Total	135	59.66	(22)	4.591

Cuadro 9. Cepas de rizobios recomendadas (Julio 1986) para inoculación de ensayos regionales B, C y D y otros ensayos del Programa de Pastos Tropicales (Los inoculantes pueden solicitarse al CIAT).

ESPECIES	CIAT No.	CEPA RECOMENDADA
Arachis pintoi	17434	3101
Centrosema brasilianum	5234	3101
Centrosema macrocarpum	5065, 5744, 5887, 5713	3101
Centrosema pubescens	438, 442, 5189	1670
Centrosema sp.	5112, 5277, 5568	3101
Desmodium heterocarpon	3787	3418
Desmodium heterophyllum	349, 3782	2469
D. ovalifolium	350	2335
Leucaena leucocephala		1967
Pueraria phaseoloides	9900	2434
Stylosanthes capitata	1019, 1441, 2044, 10280	870 + 995 + 2138
Stylosanthes guianensis	64, 136, 184	71
Stylosanthes guianensis var. *pauciflora*	1280, 2031*, 2362*, 10136*	71
Stylosanthes macrocephala	1643*, 2133*, 2286*, 2756*	n.d.
Zornia glabra	7847*	71
Zornia glabra	8283	71
Zornia latifolia	728	71

* En los Llanos Orientales de Colombia, estas leguminosas no requieren inoculación.

n.d.= no determinado

II. INOCULANTES LIOFILIZADOS

1) Aceites para suspensión, preinoculación y humedad de la semilla.

Un experimento fue llevado a cabo para evaluar diferentes aceites para la supervivencia de las células de un inoculante liofilizado preparado con la cepa CIAT 3101, tanto en los viales en los cuales las células fueron liofilizadas, como aplicado a la semilla. Las células son mantenidas en viales al vacio hasta que el aceite es inyectado y en esta forma (liofilizadas bajo vacio) muestran viabilidad a largo plazo. La viabilidad fue también relativamente buena una vez las células habian sido mezcladas con el aceite (Cuadro 10). Sin embargo, las células comenzaron a morir cuando ellas fueron aplicadas a las semillas y colocadas bajo condiciones atmosféricas normales en el laboratorio. Nuestros colaboradores en este proyecto financiado por la PNUD en el Instituto Boyce Thompson reportaron* que si la humedad de la suspensión celular aumenta, los

* Eaglesham, A.R.J. y Goldman, B.: Oil-based inoculants for preinoculation of Centrosema macrocarpum. PNUD Workshop on Rhizobium/Legume Inoculants. Porto Alegre, Brasil, Octubre 22-25, 1985

Cuadro 10. Efecto de diferentes aceites en la supervivencia de rizobios (CIAT 3101) en viales y en semillas de Centrosema macrocarpum 5887.

Aceite	No. rizobios/ml. aceite				
	0 días (viales)	4 semanas (viales)	0 días (semillas)	4 días (semillas)	7 días (semillas)
Mineral	3.35×10^{12}	2.06×10^{11}	1.00×10^{7}	5.80×10^{2}	0
Ajonjolí	2.67×10^{10}	3.18×10^{9}	8.58×10^{6}	5.30×10^{4}	0
Girasol	5.55×10^{10}	1.11×10^{10}	1.64×10^{7}	5.94×10^{4}	0
Palma	2.90×10^{10}	3.10×10^{9}	1.15×10^{6}	7.24×10^{3}	0

rizobios comienzan a morir, mientras si ellas son almacenadas con desecantes, ellas permanecen viables sobre las semillas por mucho tiempo. Como la superficie de las semillas en nuestro experimento fue esterilizada (para el propósito de los conteos) con una solución acuosa de $HgCl_2$, la alta humedad de la semilla podría explicar la muerte de las células. Algunos experimentos están en marcha para determinar humedad óptima de la semilla para la supervivencia del inoculante. Los resultados en el Cuadro 10 implican que los 4 aceites son adecuados dentro del espacio de tiempo estudiado. Sin embargo, podría esperarse que aceites vegetales pueden oxidarse a largo tiempo; por lo tanto, el aceite mineral está siendo usado en experimentos en curso.

2) Tasas de Inoculación

Los inoculantes secados al frío tienen la ventaja que ellos pueden ser aplicados en tasas más altas de células/ semilla que los inoculantes basados en turba. Esto es importante especialmente para leguminosas de semilla pequeña y donde las poblaciones nativas de rizobios son altas (Eaglesham & Goldman, 1985).

3) Distribución de Inoculantes

Debido a su larga vida, los inoculantes liofilizados no necesitan ser producidos apenas poco antes de la siembra. Stocks de cada cepa pueden ser producidos y distribuidos cuando se requieran. Esto facilita considerablemente, el suministro de un amplio rango de cepas. Tampoco hay problemas fitosanitarios en el envío de inoculantes liofilizados a otros paises. Esto simplificaría el suministro de inoculantes al Programa de Pastos Tropicales y sus colaboradores.

III. MINERALIZACION DEL N

Resultados de años anteriores han mostrado que la preparación del suelo de Carimagua estimula la mineralización de N y la lixiviación del N mineral, si la cobertura no es adecuada. Las tasas de mineralización y absorción de N por la gramínea asociada, afectan las respuestas a la inoculación que se observan durante el establecimiento de la leguminosa. Se sabe que la fijación de N_2 y la nodulación es estimulada por pequeñas cantidades de N mineral e inhibida por niveles altos. El efecto de la mineralización de N en suelo de Carimagua sobre la fijación de N_2, lixiviación y absorción de N por gramíneas, juega un importante papel en el ciclo del N en praderas pastoreadas. Aquí reportamos algunos resultados de 2 estudios.

1) Efecto de estación y preparación de la tierra.

La Figura 7 muestra cambios en los niveles de nitratos durante el año en uno de los 3 sitios estudiados, con diferentes tiempos de preparación del terreno. Las muestras tomadas en el campo donde el suelo había sido preparado antes de la estación seca (noviembre) mostraron niveles de NO_3^- relativamente altos en marzo y abril del año siguiente. En el suelo incubado los niveles fueron mayores que en el campo, especialmente durante la estación húmeda, indicando que mucho del NO_3^- producido en el campo es perdido por lixiviación. Se acumularon 35 ppm de N como NO_3^- durante 4 meses de la estación húmeda. Esta cantidad de N mineral (85 kg N/ha) podría ser suficiente para el establecimiento de una pradera de gramínea pura. Por otro lado, en el suelo preparado al comienzo de la estación húmeda (abril) los niveles de NO_3^- sólo comenzaron a incrementarse al final de junio y solo alcanzaron niveles altos en agosto. Este efecto puede explicar los mayores rendimientos de gramíneas sembradas en suelo preparado antes de la estación

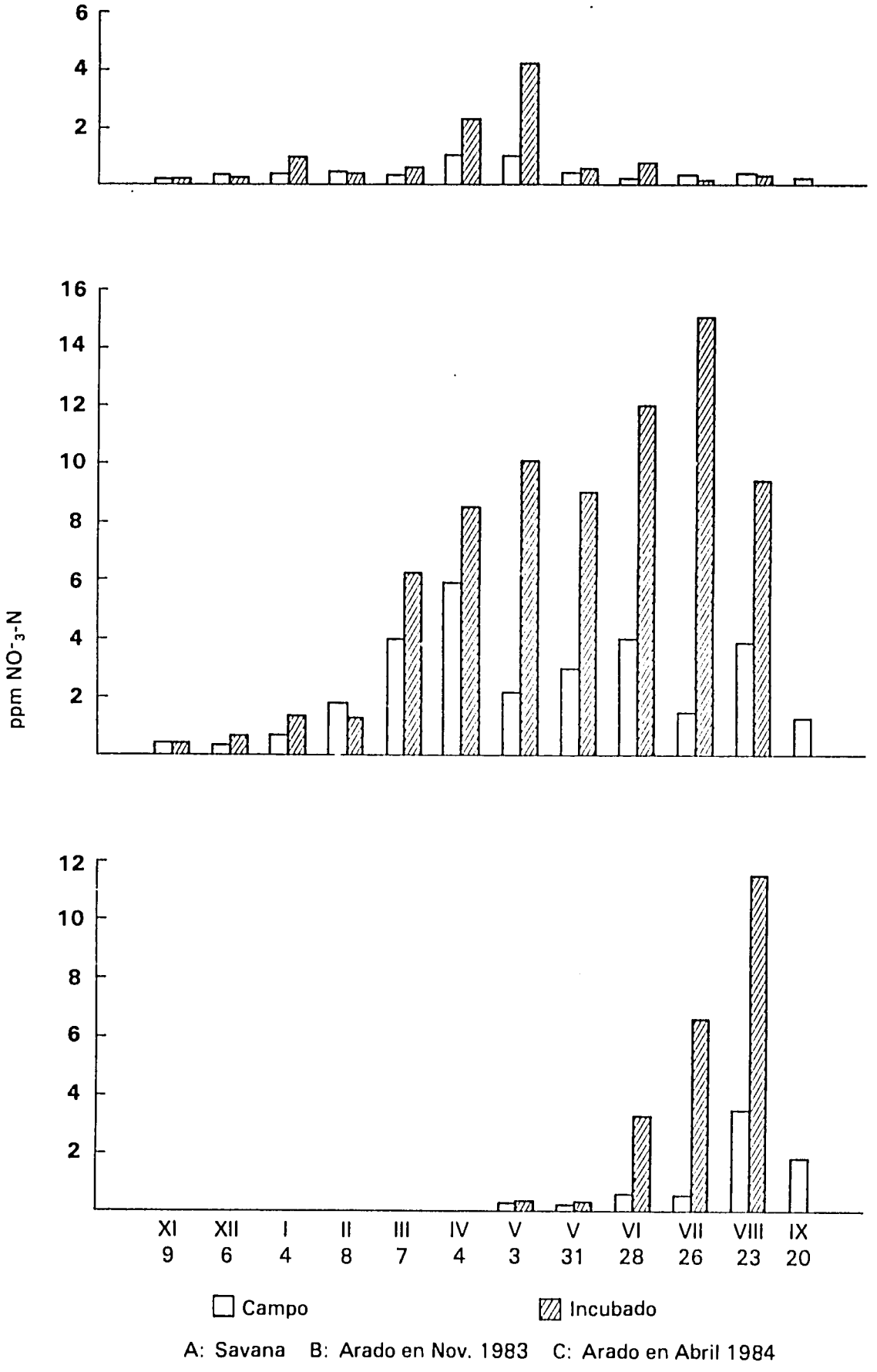


Figura 7. Efecto de la época y preparación de tierra sobre la acumulación de NO_3^- en suelo de Carimagua (Hato 3), en el campo o incubado por 4 semanas en potes.

seca reportados anteriomente. Claramente esta práctica es arriesgada, si se pretende evitar la lixiviación de N, y no sería necesario en el caso de la siembra de mezclas de leguminosa-gramínea.

En suelo de sabana no disturbado una pequeña cantidad de NO_3^- fue producida en abril. Generalmente, esto no es observado. Esto implica que los bajos niveles de NO_3^- observados en sabana no disturbada pueden no deberse a sustancias tóxicas las cuales inhiben la nitrificación, sino a una limitada disponibilidad y una rápida absorción de cualquier N mineral producido.

2) Efecto de las Gramíneas

Para determinar si la carencia de acumulación de NO_3^- en la rizosfera de las gramíneas, la cual ha sido observada en experimentos anteriores, es debida a sustancias tóxicas a la nitrificación o a la competencia por NH_4^+, un experimento fue montado para estudiar el efecto de la fertilización con N sobre la nitrificación en el suelo asociado con raíces de 4 gramíneas y vegetación de sabana. Las muestras de suelo fueron tomadas en cilindros sin disturbar de sitios fertilizados con N y el número de bacterias nitrificantes/g de suelo fue contado. Después de 4 semanas de incubación el suelo fue analizado para NO_3^- y NH_4^+.

El Cuadro 11 muestra que en el suelo de B. humidicola no se acumuló NO_3^-. En los otros suelos, incluyendo suelo de sabana sin disturbar, los niveles de NO_3^- fueron altos. Esto confirma resultados de estudios anteriores concernientes a la carencia de acumulación de NO_3^- en la rizosfera de B. humidicola y muestra que la vegetación de sabana no inhibe la nitrificación a través de la liberación de sustancias tóxicas, sino a través de la competencia por el N.

El Cuadro 11 también muestra que habían menos bacterias nitrificantes en la rizosfera de B. humidicola que en las otras gramíneas. Sin embargo, los niveles de NH_4^+ fueron también bajos en el suelo de B. humidicola. Esto indica que una razón para la carencia de acumulación de NO_3^- en el suelo bajo esta gramínea puede ser la alta tasa de inmovilización de NH_4^+ por la microflora del suelo.

Estos resultados muestran que las tasas de las transformaciones del N en el suelo son afectadas por las diferentes gramíneas. Previamente se ha mostrado que las leguminosas estimulan la acumulación de NO_3^-. En mezclas leguminosa-gramínea la disponibilidad de N para la gramínea debe depender de la preferencia de la planta por NO_3^- o NH_4^+, la inmobilización del N por los microorganismos del suelo, el efecto

Cuadro 11. Bacterias nitrificantes y contenido de N mineral en suelo de Carimagua (0-10 cm) de gramíneas fertilizadas con N (180 kg N/ha).

Gramíneas	No. bacterias nitrificantes/ g suelo	ppm N (4 semanas incubación)	
		NO_3^-	NH_4^+
A. gayanus	2.7×10^8	51.59	64.16
M. minutiflora	6.0×10^7	10.50	76.59
B. decumbens	4.1×10^7	8.06	36.83
B. humidicola	6.0×10^4	0.82	24.84
Sabana	3.9×10^6	30.62	51.99
Sabana escarificada	9.0×10^7	37.65	54.11

de las raíces de la gramínea y la leguminosa sobre la mineralización y la inmobilización del N en el suelo, y de que si este N se origina de la fijación de N_2 por la leguminosa o de la reserva de N original del suelo. Estos factores necesitan ser estudiados en más detalle, ya que en pasturas tropicales es aún menos conocido acerca de ello que en templadas.

IV. MICORRIZAS

Durante 1985, los estudios sobre micorrizas se concentraron en: a) Selección de varios hongos micorrizógenos por su efecto sobre el crecimiento y composición mineral de plantas forrajeras; b) interacción entre cepas de rizobios y hongos micorrizógenos en Centrosema macrocarpum CIAT 5065; c) interacción entre hongos micorrizógenos, niveles de P y N, rizobios, y C. macrocarpum CIAT 5065; d) interacción entre hongos micorrízógenos, dos fuentes y dosis de fósforo y nitrógeno sobre Brachiaria decumbens CIAT 606; y e) hongos micorrizógenos nativos de praderas nativas y sembradas, su aislamiento y pruebas de inefectividad y eficiencia.

SELECCION DE VARIOS HONGOS MICORRIZOGENOS

En estudios iniciales se observó que algunos hongos micorrizógenos aumentan el crecimiento y la absorción mineral en algunas plantas forrajeras más que en otras. Por ello fue necesario evaluar un amplio rango de hongos micorrizógenos en diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras para encontrar las asociaciones hospedante-hongo más productivas. Este experimento se llevó a cabo en un suelo Oxisol esterilizado procedente de Carimagua. Se incluyó otro suelo no esterilizado con el fin de comparar el comportamiento de los hongos micorrizógenos introducidos con el de los nativos. Las plantas utilizadas fueron: Centrosema macrocarpum 5065, Stylosanthes capitata 2252, Desmodium heterocarpon 3787, Zornia glabra 7847, Andropogon gayanus 621, Brachiaria decumbens 606, B. brizantha 6780 y B. humidicola 679. Los hongos micorrizógenos probados fueron: Glomus fasciculatum (M_1), Gigaspora heterogama (M_2), dos cepas de Entrophospora colombiana (M_3 y M_4), Acaulospora longula (M_5), G. occultum (M_6), A. apendicola (M_7), A. marrowae (M_8), A. mellea (M_9), G. manihotis (M_{10}), G. gregaria (M_{11}), G. nigra (M_{12}) y A scorbiculata (M_{13}). Se adicionó fósforo en forma de fosforita Huila en dosis de 30 kg/ha.

Los resultados indican que los hongos micorrizógenos difieren en su eficiencia para incrementar la producción de materia seca no sólo en diferentes plantas forrajeras sino también entre plantas de la misma especie. Sólo cinco hongos micorrizógenos incrementa- ron significativamente el peso de la parte aérea de Centrosema, once en Stylosanthes y diez en Zornia. El incremento relativo en peso seco de la parte aérea causado al inocular con los hongos micorrizógenos más productivos varió entre 242 y 1087% en leguminosas y entre 499 y 4950% en gramíneas, tomando como base plantas sin micorrizas en suelo estéril. En plantas infectadas con hongos micorrízógenos nativos, el incremento en peso seco varió de 173 a 240% en leguminosas y de 178 a 300 en gramíneas (Cuadro 12).

Los Cuadros 13 y 14 muestran que los hongos micorrizógenos también difieren en su capacidad para incrementar la absorción de P, N y K en plantas forrajeras. Todos los hongos micorrizógenos aumentaron significativamente la absorción de N, P y K en las plantas, excepto M_{11} y M_{12} en las leguminosas.

Las concentraciones de N y K en la parte aérea de las leguminosas también aumentaron debido a algunos hongos micorrizógenos los cuales, sin embargo, no causaron efecto significativo sobre

Cuadro 12. Aumento porcentual del peso seco de la parte aérea de leguminosas y gramíneas debido a la inoculación con los hongos micorrizógenos más rendidores. NI, no inoculado; HMN, hongos micorrízógenos nativos.

Especies de Plantas	Hongos micorrizógenos	Cepa CIAT No.	Aumento (%) del peso seco sobre NI	HMN
Leguminosas				
C. macrocarpum	E. colombiana (M_3)	C-10	242	173
S. capitata	E. colombiana (M_4)	C-11-2	1005	238
D. ovalifolium	G. manihotis (M_{10})	C-20-2	893	221
Z. glabra	A. longula (M_5)	C-12-1	1087	240
Gramíneas				
A. gayanus	E. colombiana (M_4)	C-11-2	4950	300
B. decumbens	E. colombiana (M_4)	C-11-2	1281	212
B. brizantha	E. colombiana (M_4)	C-11-2	571	203
B. humidicola	A. scorbiculata(M_{13})	C-76-1	499	178

la concentración de P en tejidos de leguminosas ni en las concentraciones de los tres elementos, P, N y K, en gramíneas. El porcentaje de la raíz infectada varió dependiendo del hongo micorrizógeno y presentó correlación directa con la producción de materia seca. La utilización del P del suelo aumentó significativamente por acción de los hongos micorrizógenos excepto en M_{11} y M_{12} en las leguminosas. Las mayores tasas de utilización de P, tanto en leguminosas como en gramíneas, se obtuvieron por inoculación con M_4.

Los resultados de este experimento indican claramente que en suelo estéril ciertos hongos micorrizógenos causan mayor rendimiento en materia seca de las plantas forrajeras en el suelo estéril que los hongos micorrizógenos nativos en suelo no estéril. Aunque el rango de efectividad de las plantas con diferentes hongos varió, uno de los hongos inoculados, el M_4, dió mayor rendimiento en todas las leguminosas y gramíneas.

Este hongo micorrizógeno es también efectivo en yuca (Informe Anual 1982 y 1983, Programa de Yuca). Esto indica claramente que un hongo puede ser utilizado para inocular una gran variedad de especies de plantas lo cual no ocurre con los rizobios.

INTERACCIONES RIZOBIOS - MICORRIZA EN CENTROSEMA

En experimentos anteriores llevados a cabo en suelos no esterilizados (Informes Anuales 1983 y 1984, Programa de Pastos Tropicales) se observó que los hongos micorrizógenos aumentan la nodulación producida por rizobios en las leguminosas forrajeras. Sin embargo, no fue posible determinar si existe una interacción específica entre las cepas de rizobios y los hongos micorrizógenos. Para estudiar estas interacciones se realizaron experimentos en potes con suelo esterilizado (Oxisol) de Carimagua. La planta probada fue Centrosema macrocarpum CIAT 5065. Las cepas de rizobios y hongos micorrizógenos evaluados fueron: R-1780, R-1670, R-3334, Entrophospora colombiana (M_1), Acaulospora longula (M_2) y Glomus manihotis (M_3). Otros tratamientos incluyeron una mezcla de cepas de rizobios (mezcla-R), una mezcla de hongos micorrizógenos (mezcla-M), sin

Cuadro 13. Efecto principal de la inoculación con trece hongos micorrizógenos en el crecimiento, la composición mineral y el porcentaje de infección de la raíz en cuatro leguminosas forrajeras.

Hongos Micorrizógenos		Cepa CIAT No.	Peso seco parte aérea (g/pote)	Absorción mineral (mg/pote)			Concentracion mineral (%)			% infección raiz
				P	N	K	P	N	K	
Testigo	(NI)		1.34	2.13	93.96	10.52	0.120	2.99	0.66	0
Hongos micorrizógenos nativos	(HMN)		3.49	4.61	140.67	43.78	0.130	3.94	1.23	40
Glomus fasciculatum	(M_1)	C-5	3.79	4.03	165.52	46.27	0.105	4.25	1.18	60
Gigaspora heterogama	(M_2)	C-9	6.35	5.47	162.18	51.17	0.131	3.80	1.24	54
Entrcphospora colombiana	(M_3)	C-10	6.98	6.78	193.71	55.62	0.098	2.92	0.81	87
Entrophospora colombiana	(M_4)	C-11-2	7.12	6.82	206.31	57.20	0.096	2.93	0.81	86
Acaulospora longula	(M_5)	C-12-1	6.35	6.55	191.53	48.64	0.107	3.09	0.77	84
Glomus ocultum	(M_6)	C-12-2	3.47	4.22	149.07	38.42	0.120	4.10	1.07	15
Acaulospora apendicola	(M_7)	C-13-1	4.82	4.78	175.02	49.85	0.108	3.93	1.07	51
Acaulospora marrowae	(M_8)	C-14	3.40	4.06	135.92	33.14	0.116	3.76	1.00	35
Acaulospora mellea	(M_9)	C-15-2	2.37	3.67	128.58	29.81	0.118	4.12	0.96	8
Glomus manihotis	(M_{10})	C-20-2	6.16	5.66	203.13	55.56	0.093	3.45	0.93	83
Gigaspora gregaria	(M_{11})	C-48-1	1.45	0.94	118.57	15.94	0.065	3.72	0.50	3
Gigaspora nigra	(M_{12})	C-75-1	1.87	2.21	108.74	17.69	0.128	3.88	0.98	28
Acaulospora scorbicolata	(M_{13})	C-76-1	4.45	5.55	164.72	48.54	0.114	3.54	1.03	68
DMS 5%			0.45	0.95	22.79	7.68	0.017	0.40	0.16	13

Cuadro 14. Efecto principal de la inoculación con nueve hongos micorrizógenos en el crecimiento, la composición mineral y el porcentaje de infección de la raíz en cuatro gramíneas forrajeras.

Hongos Micorrizógenos		Cepa CIAT No.	Peso seco parte aérea (g/pote)	Absorción mineral (mg/pote) P	N	K	Concentración mineral P	N	K	% Infección raiz
Testigo	(NI)		0.84	0.92	32.77	14.90	0.105	3.27	1.72	0
Hongos micorrizógenos nativos	(HMN)		3.17	2.16	35.82	31.96	0.073	1.32	1.06	68
Glomus fasciculatum	(M_1)	C-5	1.63	1.51	48.82	26.54	0.094	2.91	1.63	80
Gigaspora heterogama	(M_2)	C-9	2.82	2.05	64.63	37.90	0.083	2.24	1.37	61
Entrophospora colombiana	(M_3)	C-10	5.71	4.13	72.63	48.91	0.075	1.32	0.88	89
Entrophospora colombiana	(M_4)	C-11-2	6.36	4.21	77.51	50.18	0.068	1.23	0.79	82
Acaulospora longula	(M_5)	C-12-1	5.83	4.05	71.84	47.01	0.069	1.26	0.80	79
Acaulospora apendicola	(M_7)	C-13-1	3.03	2.14	69.75	39.83	0.077	2.19	1.41	52
Acaulospora marrowae	(M_8)	C-14	3.04	2.64	75.59	36.58	0.086	2.35	1.30	60
Glomus manihotis	(M_{10})	C-20-2	6.28	3.93	75.63	50.44	0.064	1.23	0.81	89
Acaulospora scorbicolata	(M_{13})	C-76-1	5.96	4.09	76.40	50.46	0.071	1.33	0.85	87
DMS 5%			0.53	0.53	8.82	6.13	0.014	0.31	0.16	11

inoculación con rizobios (-R) y testigos con N (+N, 150 kg de N/ha). En el primer experimento (Figura 8 y Cuadro 15), se suministró fósforo en dosis de 20 kg de P/ha, como roca fosfórica, pero debido al pobre crecimiento, después de seis semanas de transplante se aplicaron adicionalmente 20 kilos de fósforo/ha, como fosfato soluble. En el segundo experimento se añadieron 40 kg de P/ha en forma de fosfato soluble, al inicio del experimento.

La Figura 8 muestra que la inoculación combinada con rizobios y hongos micorrizógenos generalmente proporciona un mejor crecimiento y absorción de fósforo y nitrógeno en comparación con la sola inoculación con rizobios. La inoculación con hongos micorrizógenos dió rendimientos mucho mayores que la inoculación con rizobios, lo cual indica que las plantas inoculadas solamente con rizobios sufrieron deficiencia de P. Sin embargo también debía tomarse en cuenta que el suelo no estaba completamente estéril y hubo nodulación en el tratamiento no inoculado con rizobios. Entre los tres hongos micorrizógenos, el M_3 fue el más eficiente con las tres cepas de rizobios. La eficiencia del M_3 aumentó posteriormente al adicionar nitrógeno. Las combinaciones de rizobios y hongos micorrizógenos difieren entre sí. La inoculación combinada con R-3334 y M_3 dió el mayor rendimiento en materia seca y la mayor absorción de P y N. Los efectos principales de los tratamientos con

Cuadro 15. Efecto principal de la inoculación con rizobios y hongos micorrizógenos sobre el peso seco de la parte aérea y absorción de P y N por *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 establecido en un Oxisol esterilizado. Fuente de P: roca fosfórica. El fosfato soluble se aplicó seis semanas después del transplante.

Tratamientos	Peso seco parte aérea (g/pote)	Absorción mineral (mg/pote)	
		P	N
Inoculación con rizobios			
+ Nitrógeno	0.93 a	2.74 a	38.57 a
rizobio no. 1780	0.70 a	1.75 b	21.16 b
rizobio no. 1670	0.71 a	1.53 b	23.53 b
rizobio no. 3334	0.85 a	2.03 b	25.89 b
Mezcla de rizobios	0.83 a	2.03 b	27.40 b
Sin rizobios	0.91 a	1.93 b	25.84 b
Inoculación con hongos micorrizógenos			
E. colombiana	0.83 b	1.56 b	26.46 bc
A. longula	0.53 c	1.11 bc	19.29 cd
G. manihotis	1.33 a	2.93 a	43.20 a
Mezcla de hongos micorrizógenos	1.08 ab	2.71 a	33.84 b
Sin micorriza	0.34 c	0.70 c	12.54 d

Los valores promedios para inoculación con rizobios y micorrizas con diferentes letras, son significativamente diferentes a nivel de ($P < 0.05$), por la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

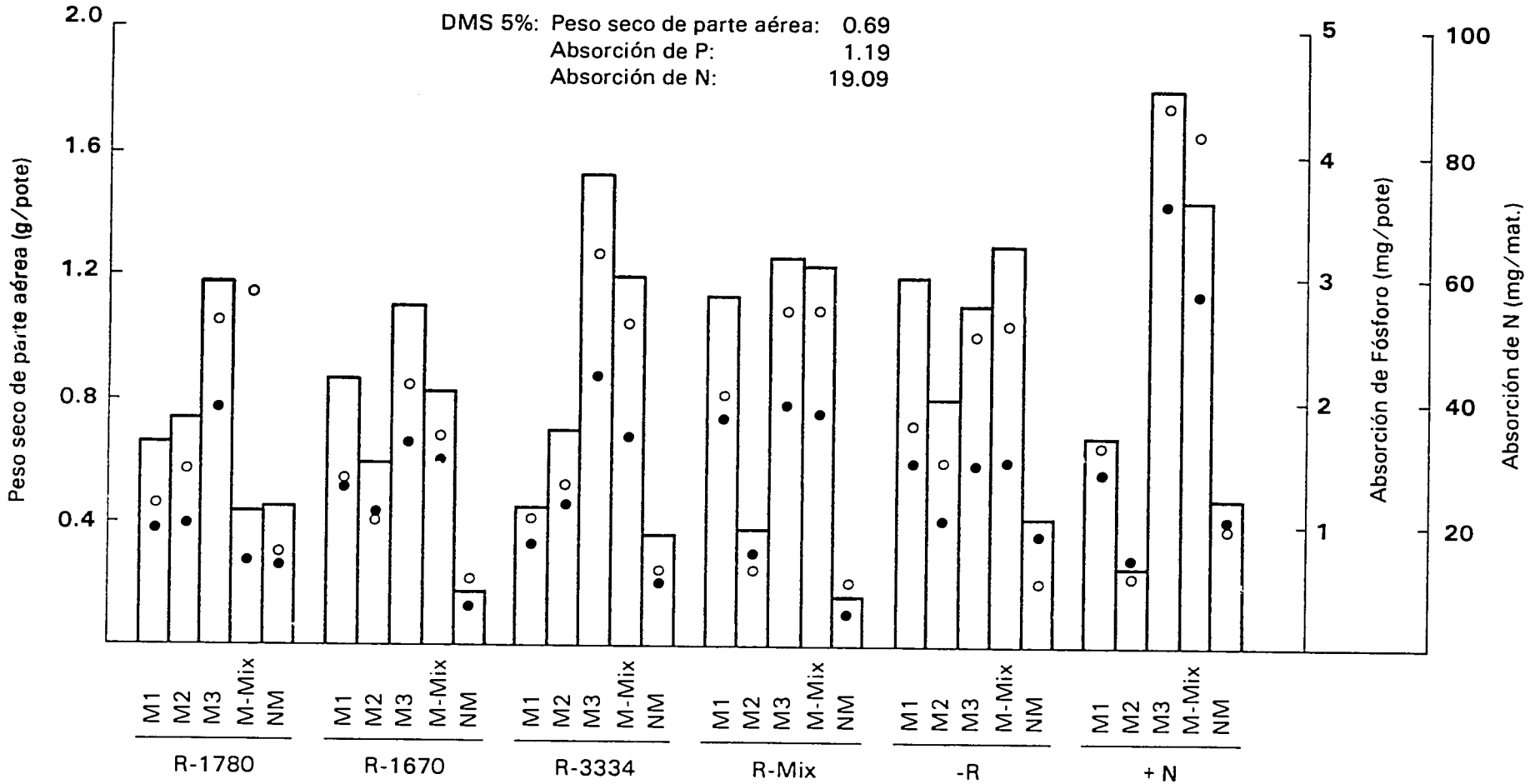


Figura 8. Efecto de la inoculación con *Rhizobium* y hongos micorrizógenos sobre el peso seco de parte aérea y la absorción de P (o) y N (o) en *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 establecido en un Oxisol esterilizado. Fuente de P: Roca Fosfórica, 6 semanas después de haber añadido fosfato soluble. Para la explicación sobre los tratamientos con micorrizas, ver el texto.

rizobios sobre el peso seco de la parte aérea y la absorción de P y N no mostraron diferencias significativas (Cuadro 15). Sin embargo, el peso seco de los nódulos fue afectado significativamente por diferentes cepas de rizobios. Los efectos principales de los hongos micorrizógenos sobre los pesos secos de la parte aérea y nódulos y la absorción de P y N fueron diferentes significativamente. La inoculación con M_3 produjo los máximos rendimientos.

En otro experimento, en donde se proporcionó fosfato soluble en dosis de 40 kg de P/ha, la eficiencia de los rizobios así como la de los hongos micorrizógenos, fue diferente a la observada en el primer experimento (Figura 9 y Cuadro 16). En este experimento también la inoculación combinada con rizobios y hongos micorrizógenos dió, en general, mayor producción de materia seca. Los efectos principales de la inoculación con cepas de rizobios sobre el peso seco de la parte aérea fueron similares, pero significativamente mayores que en las plantas no tratadas con rizobios (Cuadro 16). En este experimento M_2 produjo mayores rendimientos de materia seca.

Los resultados de estos dos experimentos indican que existe una interacción entre las cepas de rizobios y los hongos micorrizógenos cuya naturaleza exacta deberá estudiarse posteriormente. Las plantas inoculadas solamente con rizobios presentan deficiencias de P en mayor escala que la deficiencia de N mostrada por las plantas inoculadas con hongos micorrizógenos. Sin embargo, si el suelo es muy pobre en N, las plantas inoculadas con hongos micorrizógenos tienen que ser inoculadas con cepas efectivas de rizobios o suplidas con N.

INTERACCION FOSFORO-NITROGENO-MICORRIZA-RIZOBIOS EN CENTROSEMA

El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de cuatro niveles de P y N sobre la respuesta a la inoculación con hongos micorrizógenos y rizobios en Centrosema macrocarpum CIAT 5065 establecido en suelo esterilizado (Oxisol) de Carimagua y encontrar los niveles óptimos de P y N para la eficiencia de hongos micorrizógenos y rizobios. La inoculación con hongos micorrizógenos se hizo con una mezcla de los tres hongos usados en los experimentos anteriores. La inoculación con rizobios se hizo únicamente con la cepa No.3334. Las fuentes de fósforo y nitrógeno fueron fosfato monocálcico y úrea.

Cuadro 16. Efecto principal de la inoculación con rizobios y hongos micorrizógenos sobre el peso seco de la parte aérea en Centrosema macrocarpum CIAT 5065 establecido en un Oxisol esterilizado. Fuente de P: fosfato soluble.

Tratamientos	Peso seco de parte aérea (g/pote)
Inoculación con rizobios	
+ Nitrógeno	2.55 a
rizobio no. 1780	2.55 a
rizobio no. 1670	2.55 a
rizobio no. 3334	2.30 a
Mezcla de rizobios	2.37 a
Sin rizobios	1.17 b
Inoculación con hongos micorrizógenos	
E. colombiana	2.08 bc
A. longula	2.74 a
G. manihotis	2.30 ab
Mezcla de hongos micorrizógenos	2.55 ab
Sin micorriza	1.57 c

Los valores promedios para inoculación con rizobios y hongos micorrizógenos con letras diferentes, son significativamente diferentes a nivel de $P < 0.05$, por la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

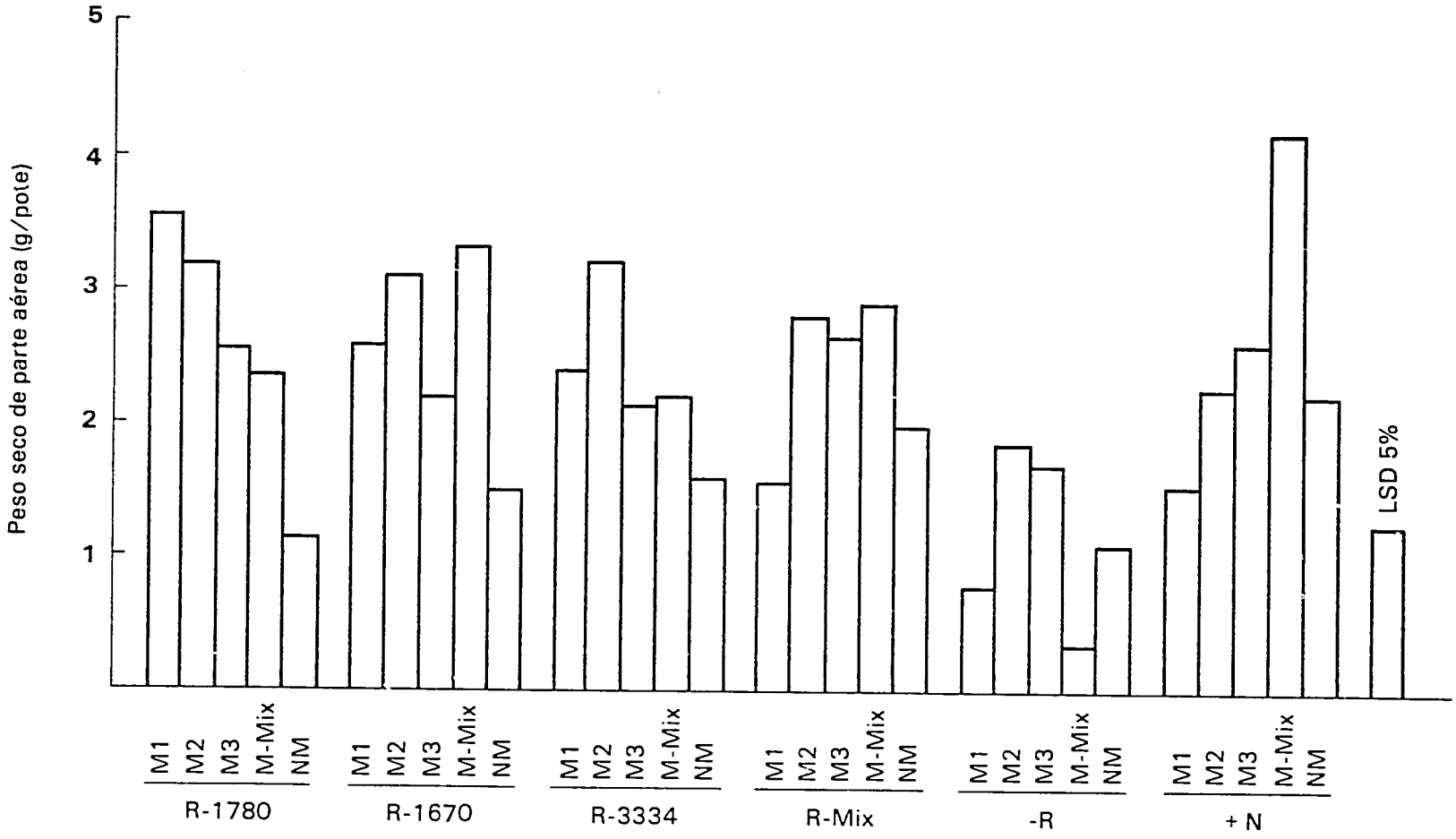


Figura 9. Efecto de *Rhizobium* y hongos micorrizógenos sobre el peso seco de parte aérea en *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 establecido en un Oxisol esterilizado. Fuente de P: fosfato soluble. Para la explicación sobre los tratamientos con micorrizas, ver el texto.

Los resultados (Figuras 10 a 12) indicaron que los niveles de P y N tienen un fuerte efecto sobre el crecimiento y la absorción de P y N de las plantas inoculadas y no inoculadas con hongos micorrizógenos y rizobios. El peso seco de la parte aérea de Centrosema se incrementó más por la inoculación con hongos micorrizógenos en el rango intermedio de P (20 y 40 kg/ha). La absorción de fósforo fue mayor a 40 kg de P/ha. Las plantas sin micorrizas requirieron más del doble de la cantidad de P para producir la misma cantidad de materia seca que las plantas con micorrizas. A cada nivel de N, el efecto principal de la inoculación con hongos micorrizógenos (usando niveles promedios de P) sobre el crecimiento y absorción de minerales en Centrosema fue significativo. No se observó interacción significativa entre niveles de N y tratamientos con hongos micorrizógenos. Sin embargo hubo interacción significativa entre niveles de P y los tratamientos con micorrizas. La respuesta a inoculación con hongos micorrizógenos (M:SM x 100) en cuanto a crecimiento y absorción de minerales fue mayor cuando se suministraron 20 kg de P/ha y 30 kg de N/ha. El Cuadro 17 muestra que la inoculación con rizobios combinada con una pequeña cantidad de N aumentó significativamente el crecimiento y la absorción de minerales por Centrosema. Sin embargo, el número de nódulos no estuvo influenciado por el nivel de nitrógeno.

Los resultados indican que la inoculación con hongos micorrizógenos aumentó grandemente el crecimiento y absorción de minerales de Centrosema a niveles intermedios de P y N. Una combinación de nitrógeno químico y biológico produjo mayores rendimientos en materia seca que uno u otro solos. Con el fin de definir los niveles óptimos de P y N para otras leguminosas forrajeras, se deben realizar más experimentos en suelos estériles y no estériles, tanto en condiciones de invernadero como de campo.

INTERACCIONES FOSFORO-NITROGENO-MICORRIZA EN BRACHIARIA

Este estudio consistió en dos experimentos: en uno se usó fosfato soluble y en otro roca fosfórica del Huila, utilizados como fuentes de P. Ambos experimentos se hicieron en potes con suelo esterilizado (Oxisol) de Carimagua. La planta a probar en ambos experimentos fue Brachiaria decumbens CIAT 606. Para la inoculación se usó una mezcla de tres hongos micorrizógenos (los mismos que se usaron en el experimento con Centrosema).

Los resultados de la Figura 13 muestran que el peso seco de la parte aérea de las plantas inoculadas y no inoculadas aumenta con la adición de P en todos los niveles de N. La mayor producción de materia seca se logró en plantas inoculadas y no inoculadas a 80 kg de P/ha combinado con 100 kg de N/ha. El único incremento significativo de peso seco de la parte aérea causado por la inoculación con hongos micorrizógenos, se observó a 20 y 40 kg de P/ha con 100 kg de N/ha. Esto también fue evidente en el principal efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos sobre el peso seco de la parte aérea. El principal efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos sobre la absorción de P y K (0 kg de N/ha), P, N y K (25 kg de N/ha) y todos los elementos minerales (100 de kg de N/ha) fue significativo.

La Figura 14 muestra que el crecimiento de las plantas de Brachiaria fertilizadas con roca fosfórica fue muy pobre, a menos que fueron inoculadas con hongos micorrizógenos. En cada nivel de N, la inoculación aumentó significativamente la producción de materia seca a todos los niveles de P excepto con 0 kg de P/ha. Las plantas inoculadas requirieron cerca de tres veces menos P que las plantas no inoculadas, para producir la misma cantidad de materia seca. No se observó ninguna interacción significativa entre los niveles de N y la inoculación con hongos micorrizógenos.

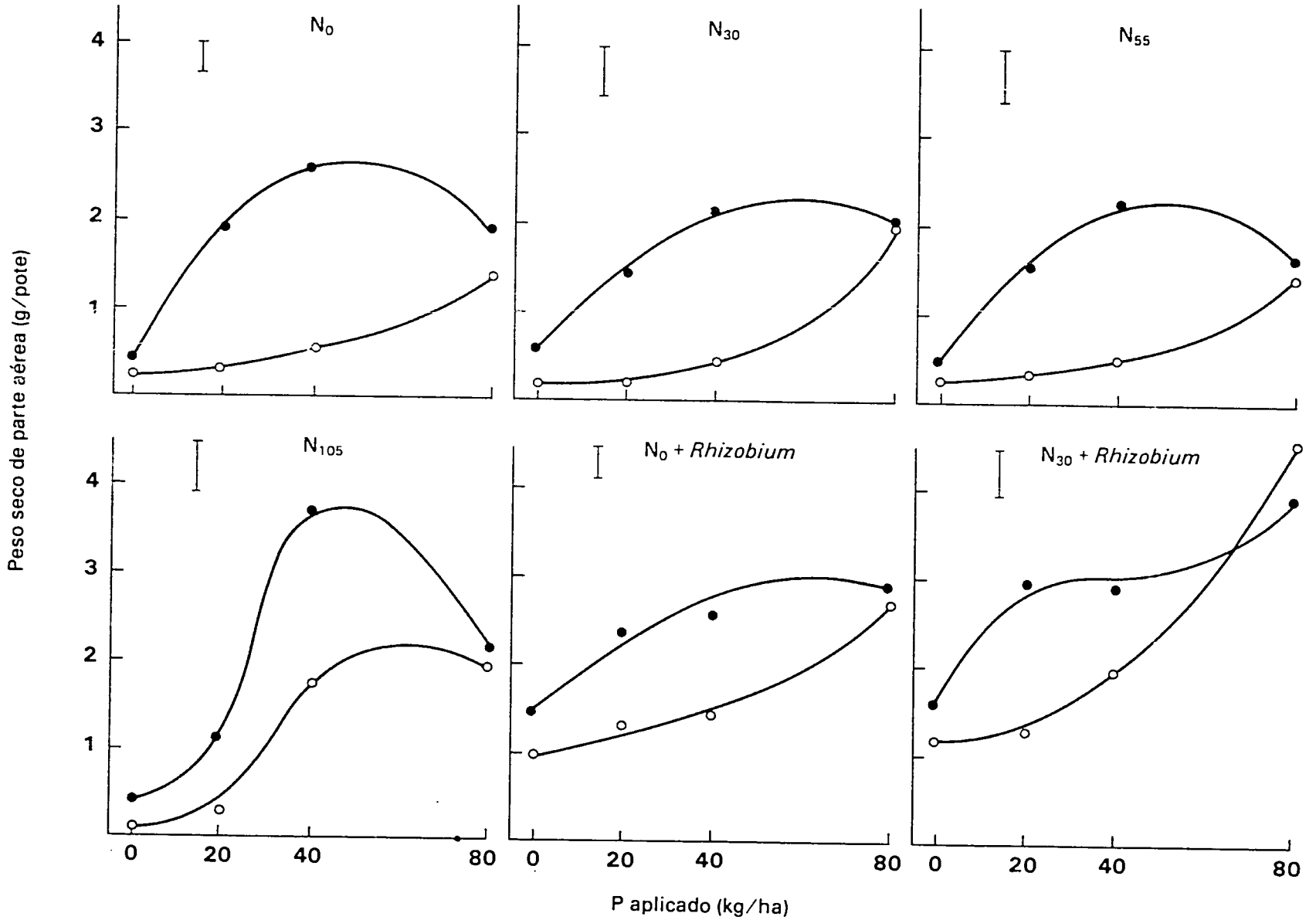


Figura 10. Peso seco de parte aérea de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 a diferentes niveles de fósforo y nitrógeno, tanto inoculadas (●) como no inoculadas (o) con varios hongos micorrizógenos. N_0 a N_{105}, 0 a 105 kg N/ha. Las barras indican DMS al 5%.

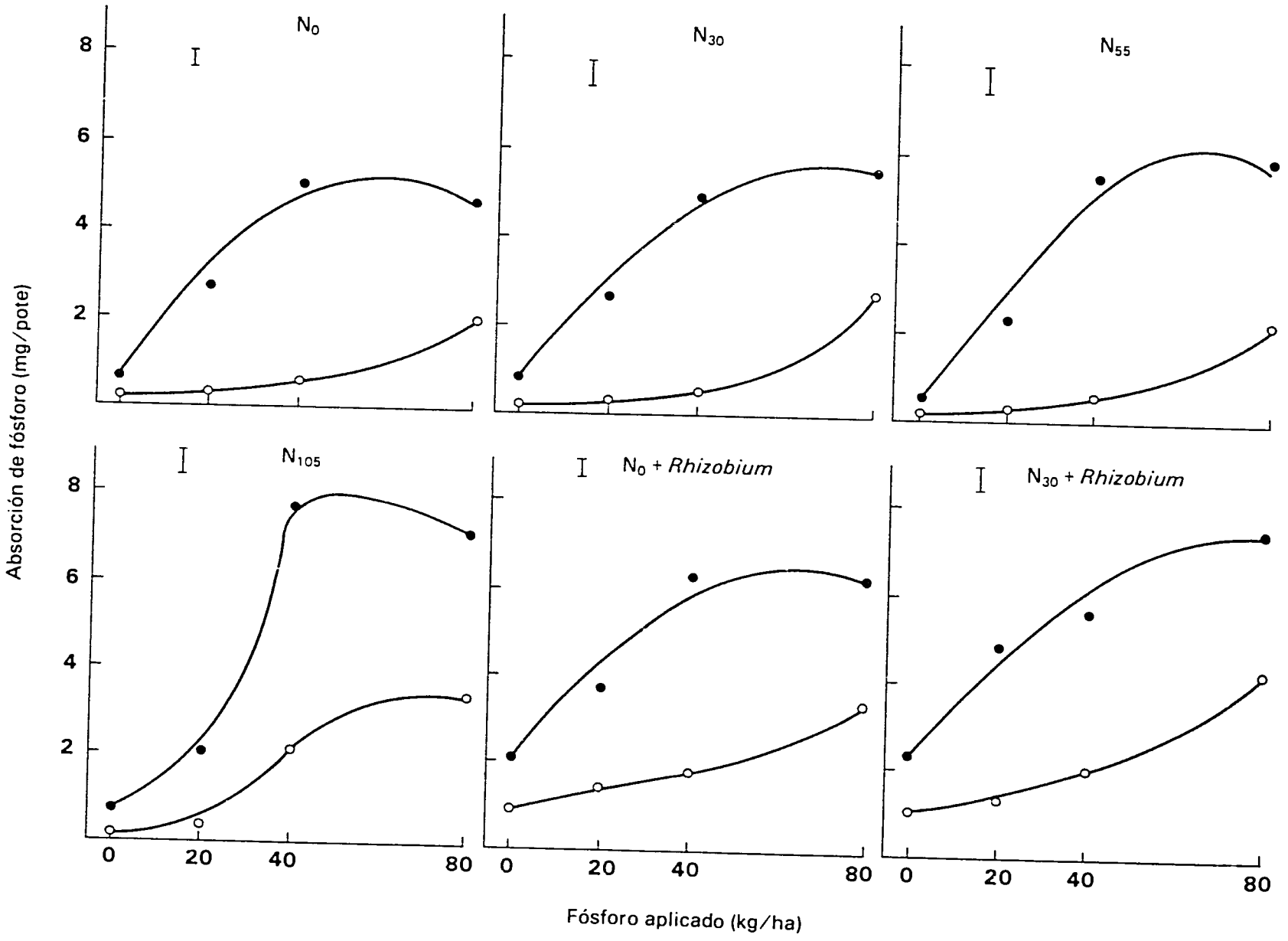


Figura 11. Igual a la Figura 10, pero con absorción de fósforo.

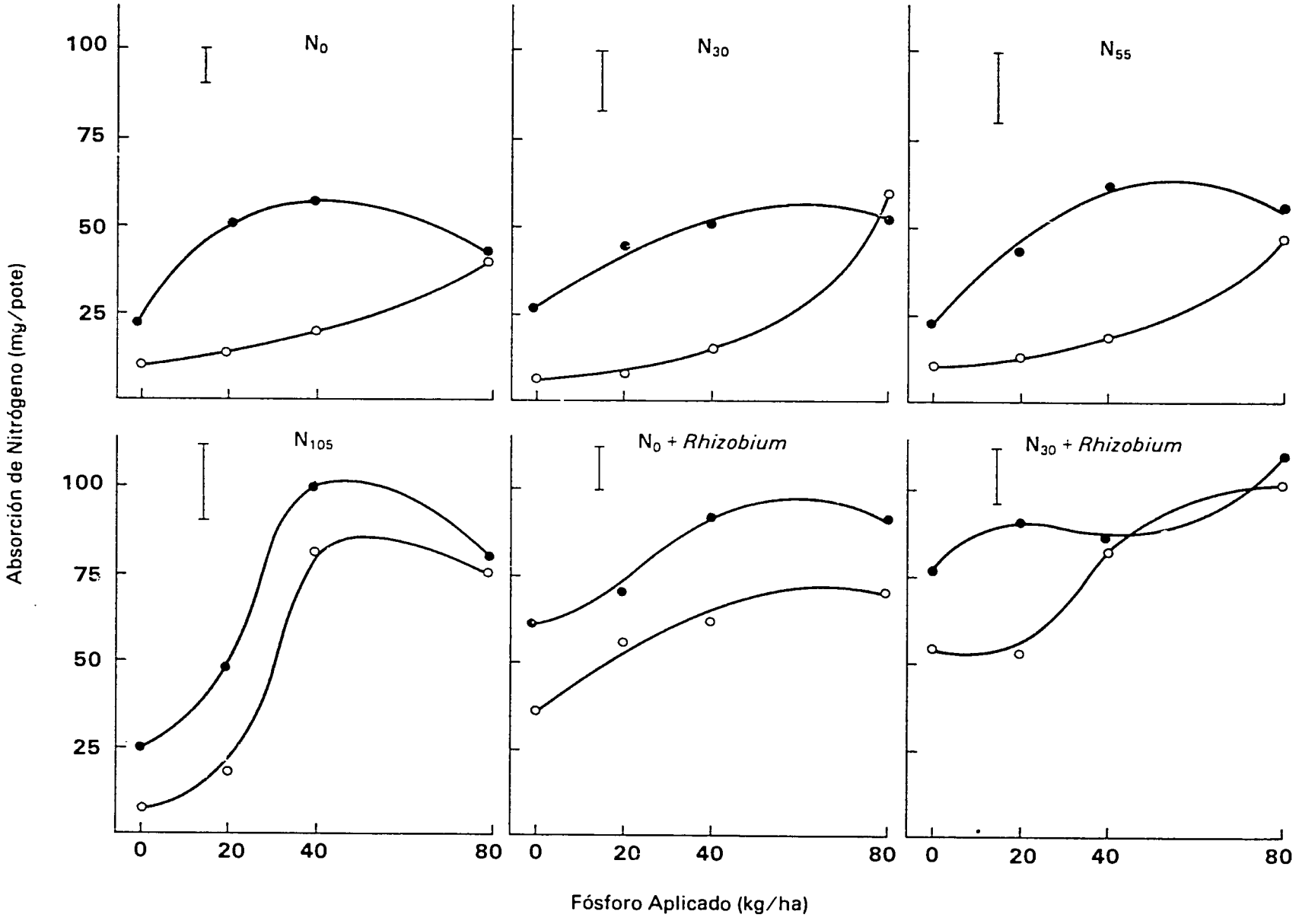


Figura 12. Igual a la figura 10, pero para absorción de nitrógeno.

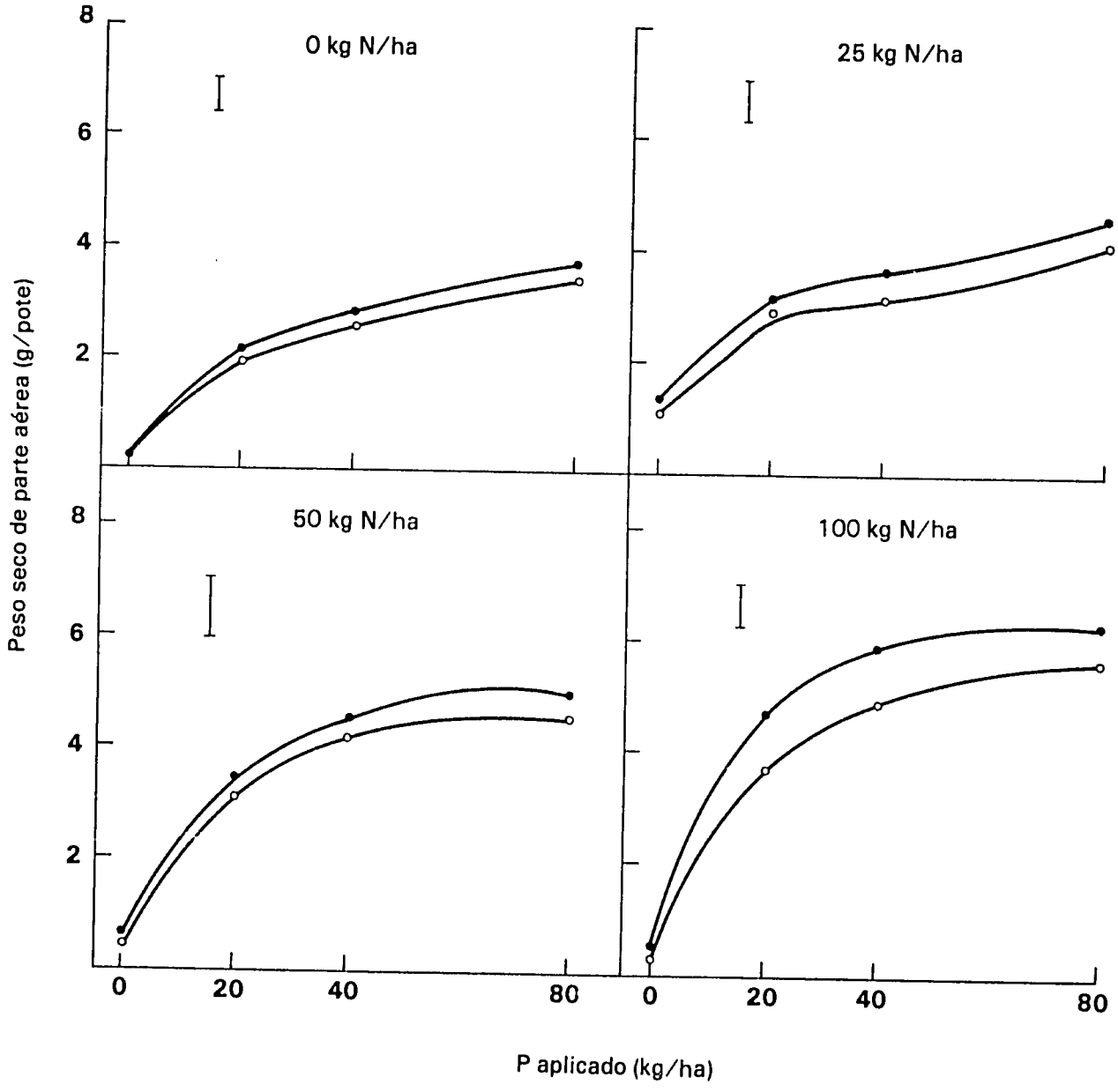


Figura 13. Peso seco de parte aérea de *B. decumbens* CIAT 606, con y sin micorrizas (●), (o) a diferentes niveles de fosfato y nitrógeno. Las barras indican DMS al 5%.

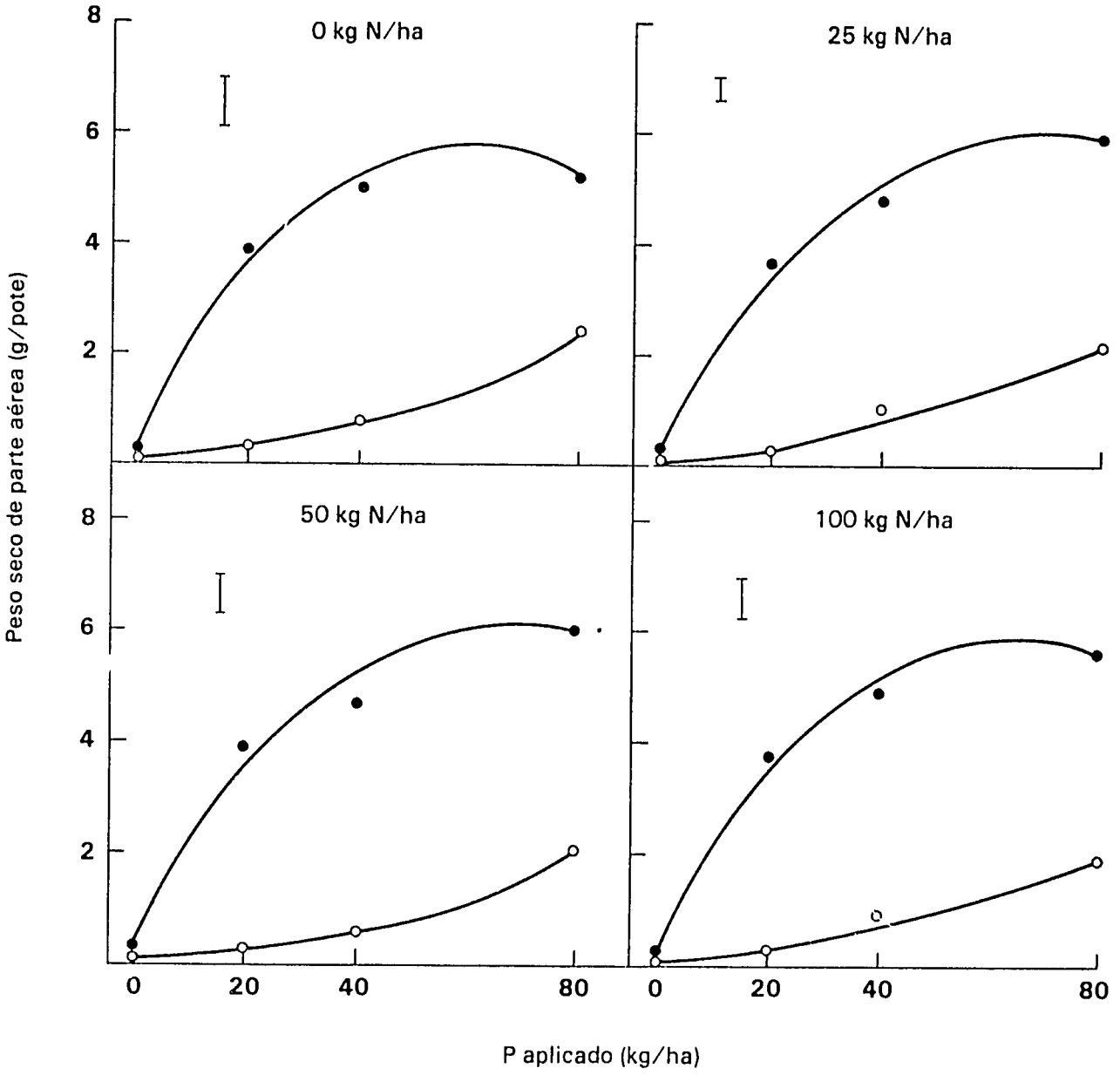


Figura 14. Peso seco de parte aérea de *B. decumbens* CIAT 606, con y sin micorrizas (●), (o) a diferentes niveles de roca fosfórica y nitrógeno. Las barras indican DMS al 5%.

Cuadro 17. Efecto principal de los niveles de nitrógeno sobre el crecimiento y la absorción mineral de Centrosema inoculada con rizobios (promedio de todos los niveles de fósforo y plantas con y sin micorriza).

N aplicado kg/ha	Peso seco parte aérea (g/pote)	No. de nódulos /pote	Peso seco de nódulos (mg/pote)	Absorción mineral (mg/pote)				
				P	N	K	Ca	Mg
0	1.97 b	14.4 a	24 b	3.27 b	67.30 b	22.66 b	13.28 b	4.62 b
30	2.54 a	14.5 a	32 a	3.66 a	85.15 a	25.95 a	20.29 a	6.03 a

Promedios de una columna con diferentes letras, son significativamente diferentes P< 0.05).

Sin embargo, sí se observó interacción significativa entre los niveles de P y la inoculación con hongos micorrizógenos (Figura 15). El principal efecto de la inoculación sobre el peso seco de la parte aérea y la absorción de elementos minerales, a cada nivel de N, fue significativa. La respuesta fue mayor a 20 kg de P/ha combinado con 25 kg de N/ha y disminuyó al aumento de los niveles de P.

Los resultados de ambos experimentos indican claramente que las fuentes de P afectan la eficiencia de los hongos micorrizógenos. Las plantas de Brachiaria a las que se les suministró fosfato soluble se beneficiaron menos de los hongos micorrizógenos que las plantas tratadas con roca fosfórica. Los hongos micorrizógenos fueron más eficientes en los niveles intermedios de aplicación de P y N. Estos experimentos deben realizarse con otras gramíneas forrajeras en suelos estériles y no estériles tanto en invernadero como en el campo.

HONGOS MICORRIZOGENOS NATIVOS

La dinámica de la población de hongos micorrizógenos nativos en suelos tropicales es un área que necesita considerable atención. Puesto que las poblaciones de hongos micorrizógenos varían considerablemente en tamaño y composición de especies, los estudios ecológicos son fundamentales para considerar las posibilidades de aumentar las poblaciones nativas de hongos micorrizógenos o de introducir especies más eficientes en el campo con el objeto de mejorar y mantener la productividad de los pastos. De otro lado, los hongos micorrizógenos nativos presentes en la vegetación natural, están adaptados a suelos infértiles y plantas hospedantes con bajos requerimientos de P, por lo cual pueden ser verdaderamente ineficientes. El cambio de la vegetación nativa por praderas mejoradas y las aplicaciones de fertilizantes pueden cambiar la efectividad de estos hongos nativos.

Para estudiar algunos de los aspectos antes mencionados, se recolectó un gran número de muestras de suelos en áreas de vegetación nativa y en praderas mejoradas bajo diferentes prácticas de manejo. Tales muestras se están estudiando actualmente en laboratorio e invernadero. Se espera que la información obtenida a través de estos estudios permita sugerir factores de manejo que afecten las poblaciones de hongos micorrizógenos nativos con el objeto de mejorar y mantener la productividad de los pastos.

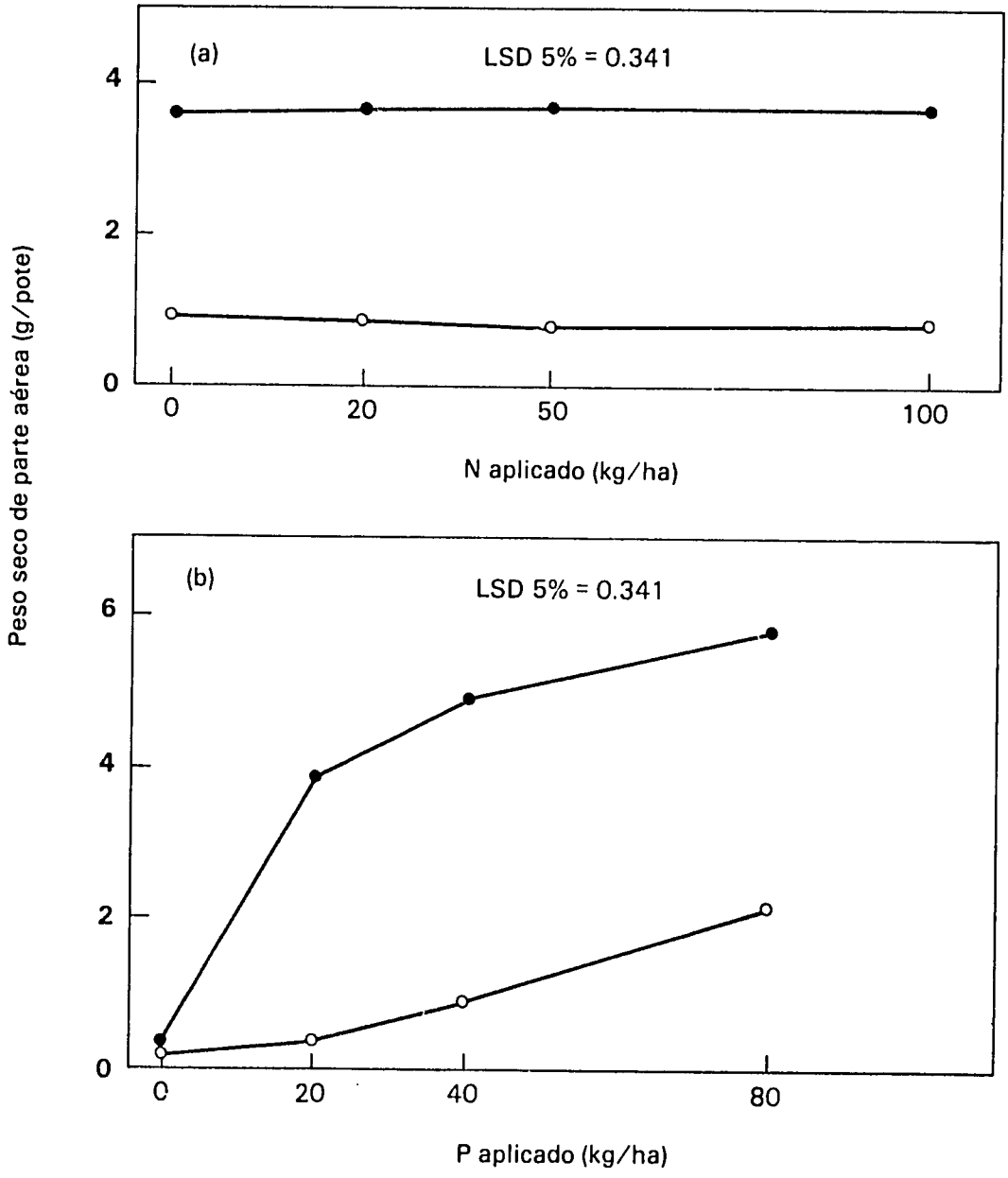


Figura 15. Peso seco de parte aérea de *B. decumbens*, con y sin micorrizas (●), (o). (a) promedio de N x micorriza. (b) promedio de P x micorriza. Fuente de P: Roca Fosfórica.

Suelos/Nutrición de Plantas

Durante 1985 la Sección ha continuado la investigación en tres áreas: 1) Evaluación de métodos de diagnóstico bionutricional para germoplasma forrajero; 2) requerimientos nutricionales de gramíneas y leguminosas en asociación; y 3) evaluación del reciclaje de nutrimentos en pasturas.

1. DIAGNOSTICO BIO-NUTRICIONAL DE GERMOPLASMA

Para este tipo de evaluaciones de diagnóstico bionutricional, se tuvieron en cuenta tres antecedentes importantes: 1) Flujo rápido de germoplasma a categorías III y IV, lo cual dificulta la evaluación de requerimientos nutricionales a nivel de campo; 2) determinación de requerimientos nutricionales sin el insumo Rhizobium específico, y 3) determinación de los requerimientos nutricionales en un solo tipo de suelo, sin tener en cuenta la variabilidad química y física de los suelos ácidos. Como resultado de lo anterior se procedió a evaluar metodologías de diagnóstico bionutricional para identificar a corto plazo los nutrimentos esenciales prioritarios para el buen establecimiento de gramíneas y leguminosas. Se considera que una vez realizado el diagnóstico bionutricional, las pruebas de campo pueden realizarse en una forma más eficiente, ya que se incluirían unicamente tratamientos con aquellos nutrimentos más limitantes en sitios diferentes.

Para probar varias técnicas de diagnóstico bionutricional (Elemento Faltante con solución nutritiva completa de Arnon y Hoagland y con dosis recomendada por la Sección; Elemento Aditivo Simple y Compuesto y, finalmente, Factorial 2^3 de K, Mg y S con y sin N, P y Ca, respectivamente) se utilizan gramíneas y leguminosas.

Las características del suelo utilizado y los tratamientos de fertilización aplicados están descritos en el Informe Anual de 1984. En uno de los ensayos se utilizaron dos especies del género Brachiaria (B. decumbens 606 y B. miliiformis 16740). Las producciones relativas de materia seca obtenidas a los 45 días después del establecimiento vegetativo de las dos gramíneas bajo los diferentes tratamientos con las seis técnicas evaluadas, se muestran en las Figuras 1, 2 y 3.

Las diferentes técnicas de diagnóstico nutricional estudiadas bajo condiciones de invernadero en un suelo Oxisol de Carimagua, indican que los requerimientos nutricionales varían con la especie.

La técnica del Elemento Faltante (Figura 1A y 1B) con los niveles de P aplicados, determinó que para el género Brachiaria los requerimientos prioritarios después de P fueron S y N y posteriormente K. Mediante la técnica del Elemento Aditivo Sencillo, se observó la importancia que tiene el P en la producción de MS con respecto a los demás nutrimentos. El valor de los otros elementos no pudo ser determinado en ausencia de P.

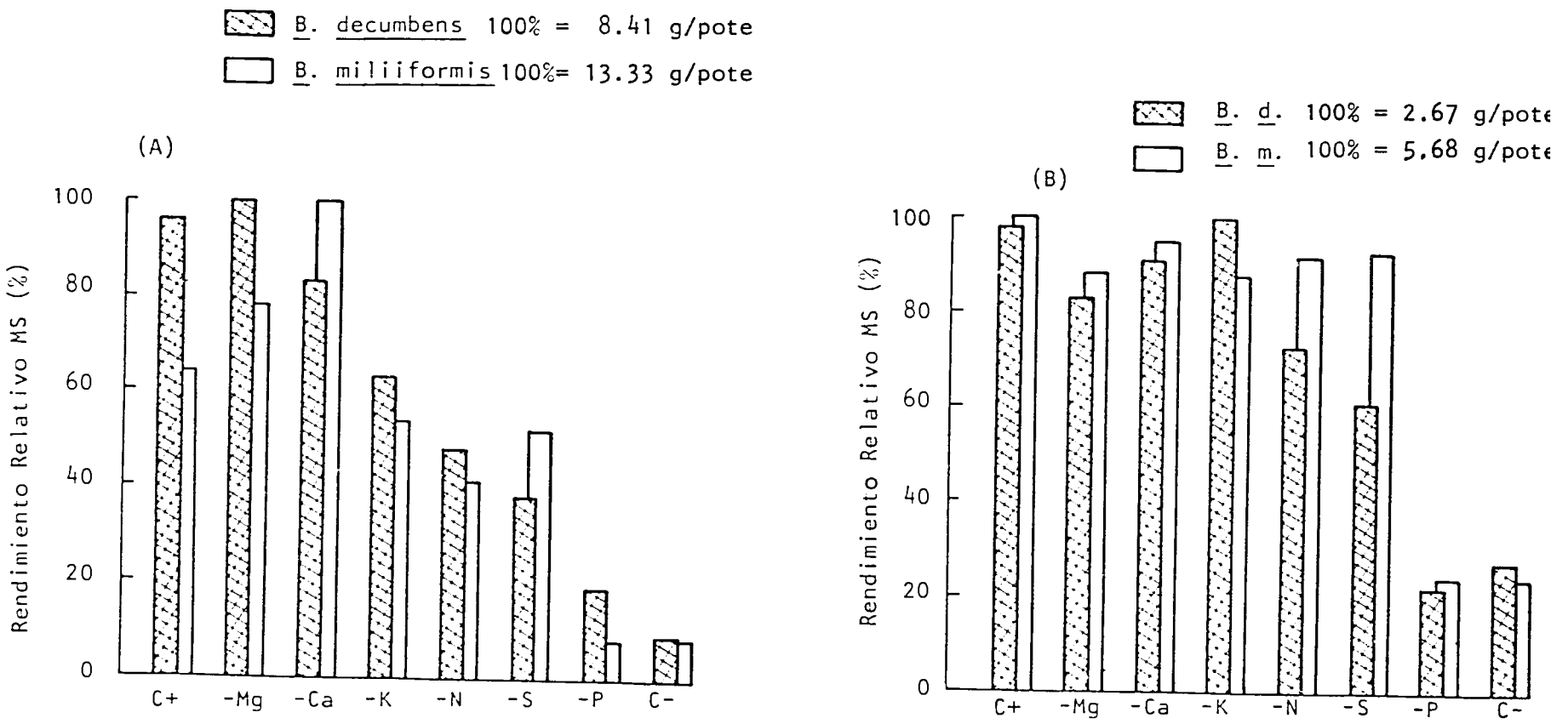


Figura 1. Rendimiento relativo de MS de Brachiaria decumbens 606 y Brachiaria miliiformis, con las técnicas del Elemento Faltante (A) con solución completa de Arnon y Hoagland y (B) dosis recomendada por SNP.

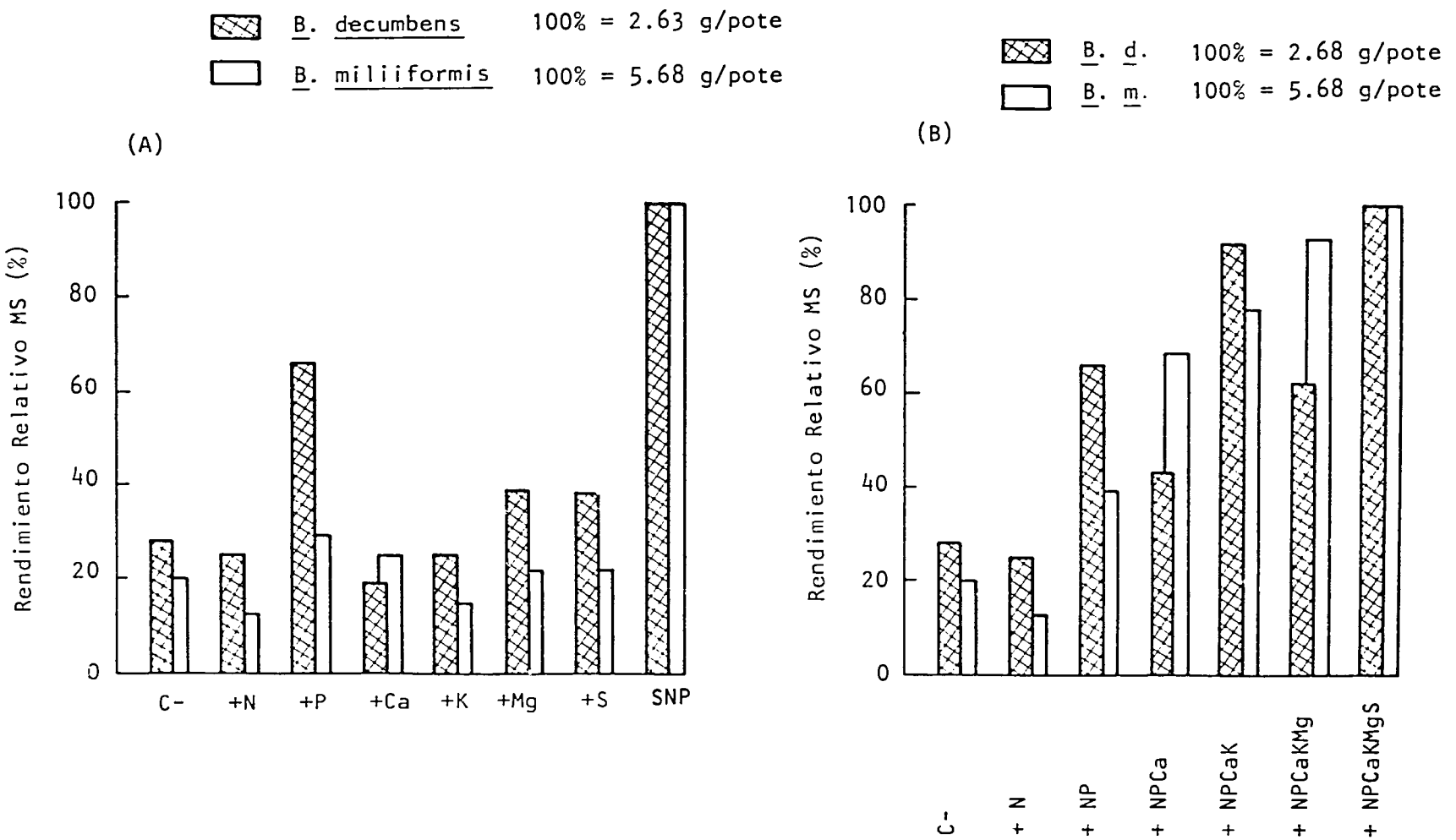


Figura 2. Rendimiento relativo de MS de Brachiaria decumbens 606 y Brachiaria miliiformis con la técnica del Elemento Aditivo Simple (A) y Compuesto (B).

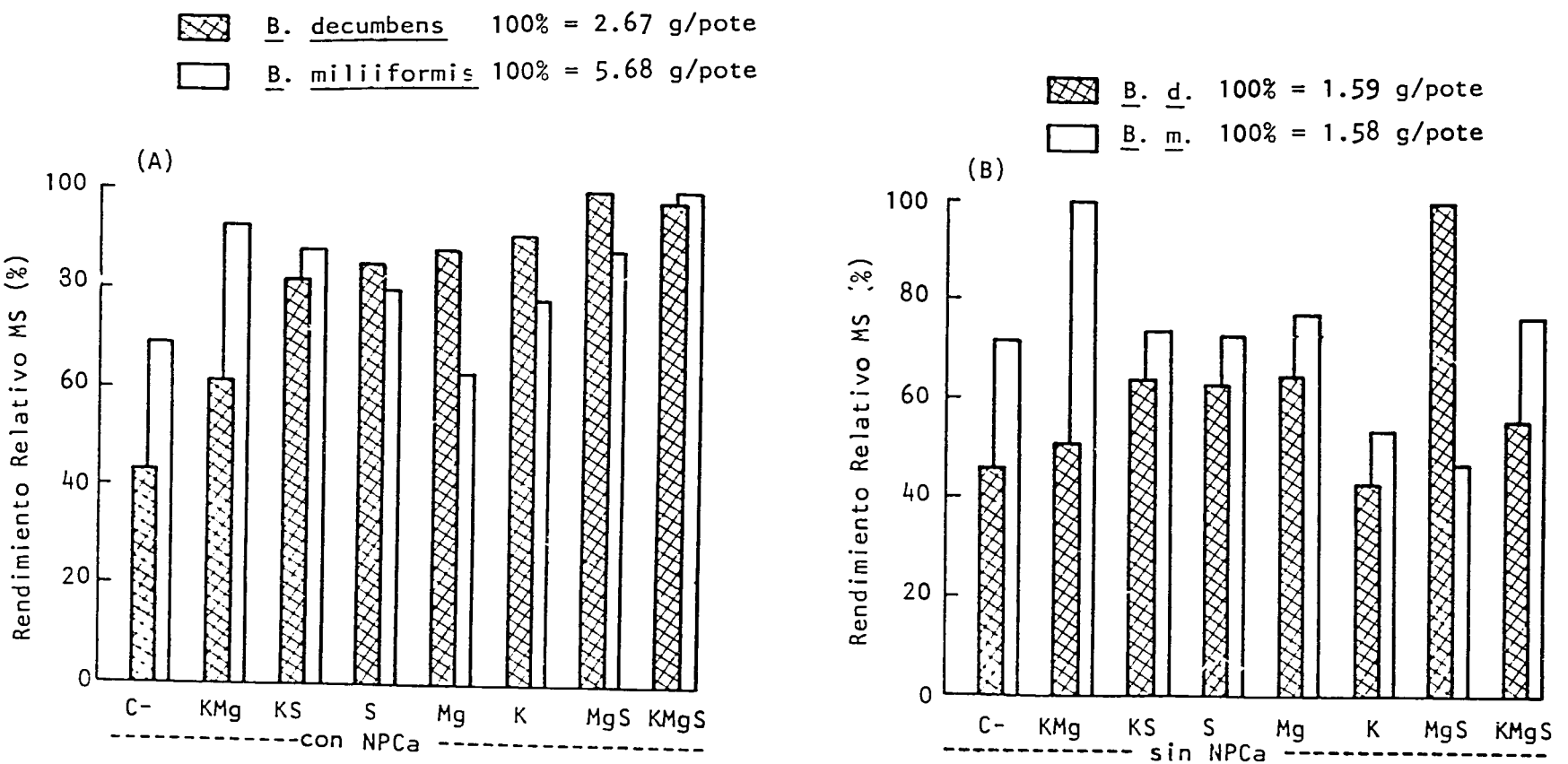


Figura 3. Rendimiento relativo de MS de Brachiaria decumbens 606 y Brachiaria miliiformis, con la técnica del Factorial 2^3 con NPCa (A) y sin NPCa (B).

Con la técnica del Elemento Aditivo Compuesto, el B. milliformis respondió gradualmente a la adición sucesiva de cada uno de los elementos a diferencia del B. decumbens (Figura 2B). Las técnicas del Elemento Faltante y Elemento Aditivo describen únicamente efectos simples, a diferencia de la técnica del factorial (Figura 3A y 3B) que son ensayos más completos, puesto que se observan además las interacciones de los factores en estudio.

La técnica del arreglo factorial 2^3 con N, P y Ca (Figura 3A) es una combinación de tratamientos de las técnicas del Elemento Faltante y Elemento Aditivo. Se fija como elementos de base al N, P y Ca para las combinaciones de dos niveles de K, Mg y S, teniendo en cuenta que en ausencia de P ningún nutrimento responde, que el Ca va unido al P en una aplicación de Calfos o roca fosfórica y que el N será proporcionado por la leguminosa en asociación. La aplicación de Calfos o roca fosfórica es preferencial a la de superfosfatos, ya que el Calfos y las rocas son de producción local.

En el Cuadro 1 se presenta la eficiencia relativa de las técnicas de diagnóstico nutricional, comparada con la técnica del diseño factorial 2^3 con N, P y Ca. Para tal efecto se vio la relación inversa entre las varianzas medias de los diseños. Para la comparación de técnicas no se tuvo en cuenta la técnica del Elemento Faltante con solución nutritiva Arnon y Hoagland, debido a que se produjo un cambio sustancial en la fertilidad del suelo.

Las técnicas con menor eficiencia

Cuadro 1. Eficiencia relativa de las técnicas de diagnóstico nutricional para B. decumbens 606 y B. milliformis bajo condiciones de invernadero.

Técnicas	G.L.	B. decumbens		B. milliformis	
		CME[1]	Eficiencia relativa (%)	CME	Eficiencia relativa (%)
1 Arreglo factorial 2^3 con N P Ca	8	0.3737	100	0.3796	100
2 Elemento aditivo compuesto	7	0.3242	87	0.1296	35
3 Elemento faltante	8	0.3095	83	0.2137	58
4 Arreglo factorial 2^3 sin N P Ca	8	0.2958	79	0.1621	44
5 Elemento aditivo sencillo	8	0.2087	56	0.1429	39

1/ CME = Cuadro Medio del Error.

relativa fueron las del arreglo factorial 2^3 sin N, P y Ca y la del Elemento Aditivo Simple, lo cual se explica por la ausencia del P en los tratamientos.

En otro ensayo de diagnóstico bionutricional se utilizaron cinco leguminosas forrajeras con diferente grado de adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad. Las producciones de materia seca (absoluta y relativa al control positivo +N) obtenidas después de 45 días de la siembra de estas cinco leguminosas, se muestran en el Cuadro 2.

Los resultados con Stylosanthes capitata 10280 (Capica), Zornia glabra 7847 y Desmodium ovalifolium 3782 indican que las cepas nativas de Rhizobium son efectivas para el aporte de N mostrando además bajo requerimiento de P (20 kg ha^{-1}) al no responder a dosis altas de este nutrimento (80 kg P ha^{-1}). En adición a P y Ca, provenientes de la aplicación de Calfos o roca fosfórica, el K y Mg serían los elementos esenciales para el establecimiento de estas tres leguminosas al comparar con los controles positivo y negativo, respectivamente.

En el caso de Pueraria phaseoloides 9900 y Centrosema macrocarpum 5065; ambas leguminosas mostraron un requerimiento específico de Rhizobium. Además estas leguminosas mostraron respuesta a la dosis de 80 kg P ha^{-1}.

En general, C. macrocarpum 5065 mostró tener requerimientos de Ca, K, Mg y S. Los resultados con Pueraria phaseoloides 9900 indican que además de P y Ca, el K y Mg son nutrimentos esenciales para esta leguminosa.

Durante 1986 se montarán varios ensayos utilizando la técnica del factorial 2^3 (K, Mg y S) en presencia de N o Rhizobium, P y Ca con las dosis indicadas en el Cuadro 3. Para este fin se usará un amplio rango de germoplasma y suelos de diferente textura y fertilidad para caracterizar mejor a corto plazo las necesidades bionutricionales. Además, estos ensayos serán componentes de la investigación básica integrada entre fertilidad y microbiología de suelos según se muestra en la Figura 4.

2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS ASOCIADAS

Se reconoce que la estabilidad de una asociación de gramíneas y leguminosas, puede estar en gran parte determinada por las exigencias nutricionales de los componentes de la asociación. De ahí que es importante conocer las necesidades nutricionales de cada componente en monocultivo y en asociación.

Con el fin de determinar la influencia del K y el Mg en diferentes asociaciones promisorias en Carimagua, se realizaron simultáneamente dos experimentos con dosis de 0,10, 20 y 40 kg de K y Mg, respectivamente. En la serie del K se mantuvo constante el Mg a 30 kg ha^{-1}, mientras en la serie de Mg fue el K constante a 30 kg ha^{-1}. Se utilizaron asociaciones de Desmodium ovalifolium 350 con Brachiaria dictyoneura 6133, Brachiaria decumbens 606 y Brachiaria humidicola 679; Pueraria phaseoloides 9900 con Brachiaria decumbens 606 y Andropogon gayanus 621 y Stylosanthes capitata 1693 con Andropogon gayanus 621.

Los experimentos se evaluaron por dos años después del período de establecimiento, con el propósito de observar la estabilidad de las asociaciones en el tiempo.

En general, los resultados obtenidos indican que con la aplicación de K no hubo aumentos significativos en producción de MS en gramíneas puras, con excepción de A. gayanus 621 que respondió a 10 kg K ha^{-1}. A su vez las leguminosas puras respondieron a la aplicación de K y Mg.

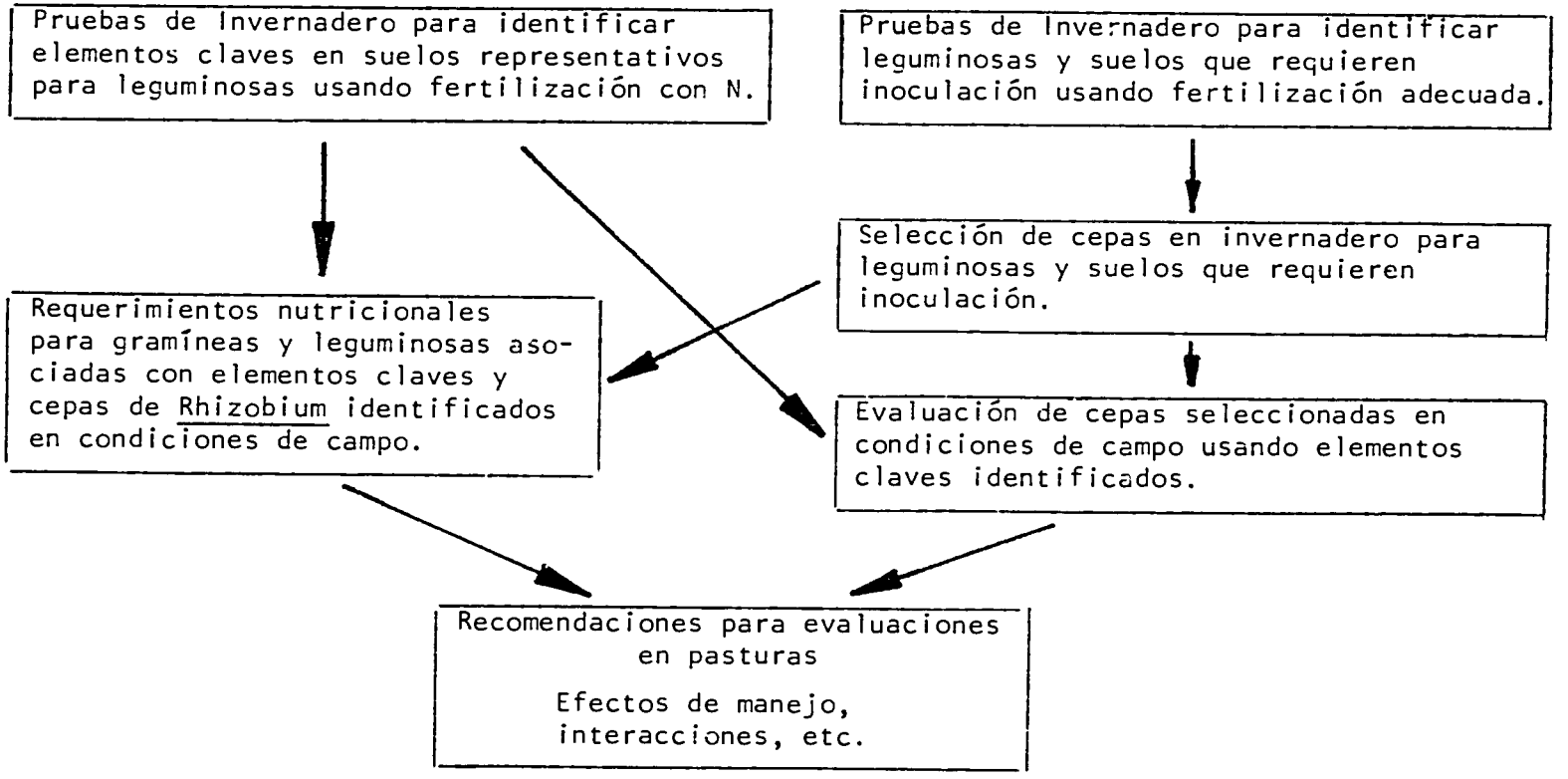


Figura 4. Investigación básica complementaria para el diagnóstico bionutricional de germoplasma forrajero en suelos representativos.

Cuadro 2. Diagnóstico Bio-Nutricional de 5 especies de leguminosas forrajeras. Suelo La Reserva.

Tratamiento	S. c. 10280		Z. g. 7847		D. o. 3782		C. m. 5065		P. p. 9900	
	MS g pote^{-1}	%	MS g pote^{-1}	%	MS g pote^{-1}	%	MS g pote^{-1}	%	MS g pote^{-1}	%
Control pos +N*	6.6	100	7.3	100	6.4	100	5.4	100	7.4	100
Control pos -N	5.9	89	6.9	95	4.7	73	4.9	90	6.1	82
Control pos +Rhiz	5.8	88	-	-	4.9	76	6.5	120	7.2	97
Control pos +Rhiz+80 P	6.7	102	7.5	103	5.9	92	8.0	148	11.3	152
Rhiz, P, Ca	5.6	85	5.6	77	5.0	78	7.3	13	7.7	104
Rhiz, P, Ca +2 Ca	4.0	61	5.2	71	4.4	69	5.6	104	5.8	78
Rhiz, P, Ca +K	5.0	76	5.6	77	4.8	75	5.6	104	5.8	78
Rhiz, P, Ca +Mg	5.1	77	5.6	77	4.2	66	6.2	115	6.2	84
Rhiz, P, Ca +KMg	5.7	86	5.9	81	6.0	94	6.3	117	7.4	100
Rhiz, P, Ca +MgS	4.9	74	5.9	81	4.2	66	6.9	128	6.9	93
Control negativo	2.7	41	3.1	43	1.6	25	3.3	61	2.9	39

* Control pos+N = P-20 y Ca-80 (Calfos), K-30 (KCl), Mg-20 (MgO), S-20 (Flor de S), N-15 (cada 2 semanas como úrea) kg ha^{-1} equivalente.

Cuadro 3. Nutrimentos y dosis utilizados en el diagnóstico bionutricional de germoplasma forrajero.

Tratamiento	N*	P	Ca	K	Mg	S	Zn	Cu	B
	kg ha^{-1}								
Control Negativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control Positivo	15	20	100	30	20	20	31	2	1
NPCa + KMgS	15	20	100	30	20	20			
NPCa + KMg	15	20	100	30	20				
NPCa + KS	15	20	100	30		20			
NPCa + K	15	20	100	30					
NPCa + Mg	15	20	100		20				
NPCa + S	15	20	100			20			
NPCa	15	20	100						
NPCaKMgS + ZnCu	15	20	100	30	20	20	3	2	
NPCaKMgS + ZnB	15	20	100	30	20	20	3		1
NPCaKMgS + CuB	15	20	100	30	20	20		2	1
NPCaKMgS + Zn	15	20	100	30	20	20	3		
NPCaKMgS + Cu	15	20	100	30	20	20		2	
NPCaKMgS + B	15	20	100	30	20	20			1

* Dosis aplicada cada 30 días a gramíneas y leguminosas. Al evaluar leguminosas inoculadas con cepas de Rhizobium recomendadas se eliminará la aplicación de N.

En la Figura 5 se muestra el efecto de la aplicación de K en los componentes de la asociación de A. gayanus 621 con S. capitata y P. phaseoloides. Las asociaciones mostraron una respuesta positiva a las aplicaciones de K durante los dos años, pero el componente gramínea obtuvo mayor beneficio al aumentar las dosis de K. Sin embargo, al aplicarse 10 kg K ha^{-1}, la leguminosa parece competir efectivamente causando inclu·ive una depresión en la producción de gramínea (Figura 5).

La respuesta a las aplicaciones de Mg se muestra en la Figura 6. Se observa que P. phaseoloides 9900 en asociación tiene un mayor requerimiento de Mg confirmando resultados previos. En la asociación de esta leguminosa con A. gayanus, la aplicación de Mg mejoró la producción de la gramínea asociante. Por el contrario, los requerimientos de Mg en la asociación de A. gayanus y S. capitata parecen ser menores (10 kg Mg ha^{-1}). La Figura 7 muestra los efectos de K y Mg en los componentes de la asociación de B. decumbens 606 y P. phaseoloides 9900. En el caso de las aplicaciones de K, los componentes en asociación mostraron una respuesta significativa durante los dos años de evaluación hasta 20 kg K/ha. En contraste, durante el primer año las aplicaciones de Mg no causaron cambios significativos en la producción de ninguno de los componentes estén puros o asociados. En el segundo año, la asociación mostró una respuesta sólo a 10 kg Mg/ha debido a la leguminosa.

Las asociaciones de Desmodium ovalifolium con las especies de Brachiaria no fueron superiores a los monocultivos durante el primer año (Figuras 8 y 9). Durante el segundo

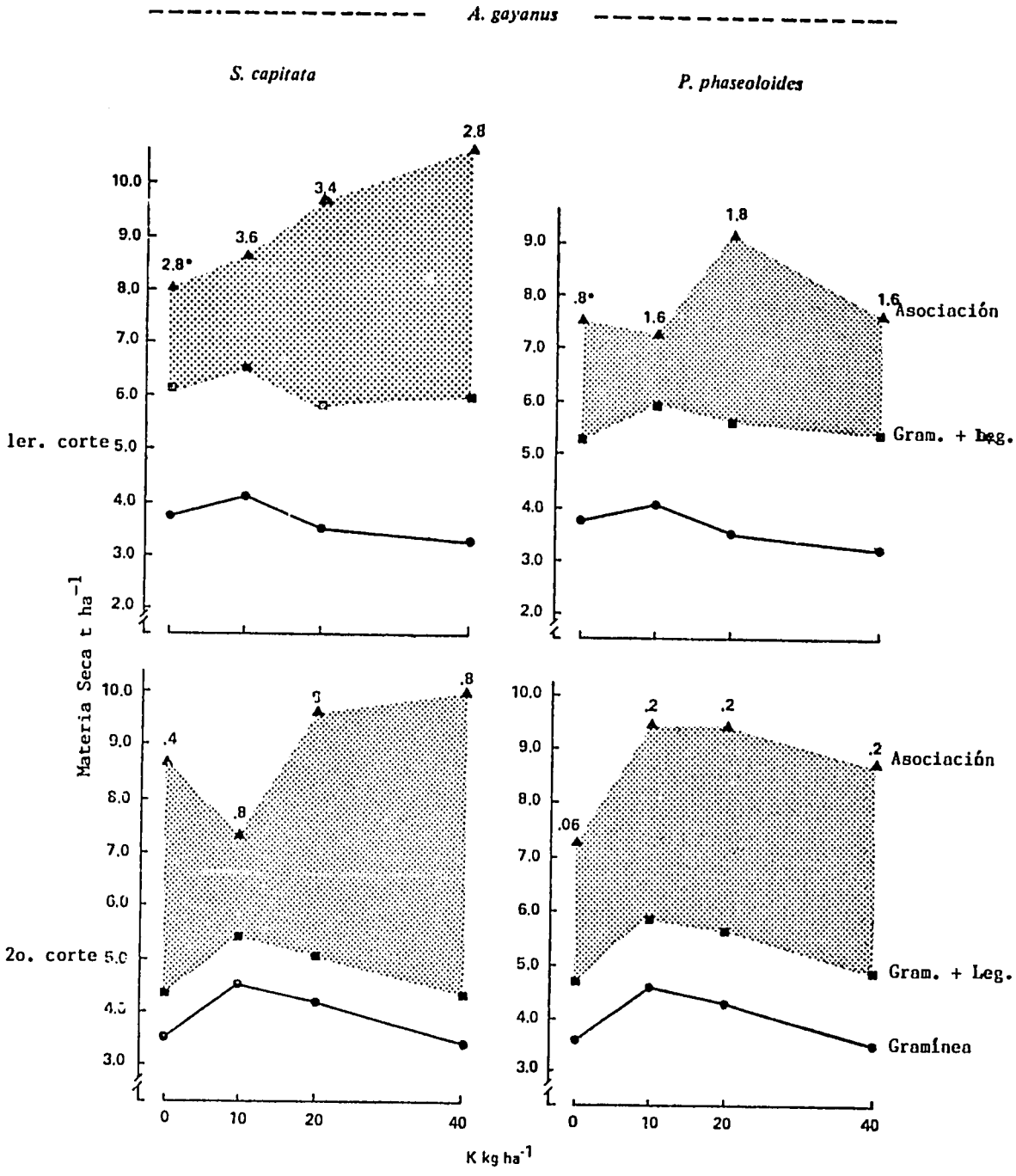


Figura 5. Efecto de K en los componentes de la asociación A. gayanus con S. capitata y P. phaseoloides durante el período de máxima precipitación (suma de 3 cortes/año).

Valores en la gráfica de asociación corresponden a la producción de leguminosa.

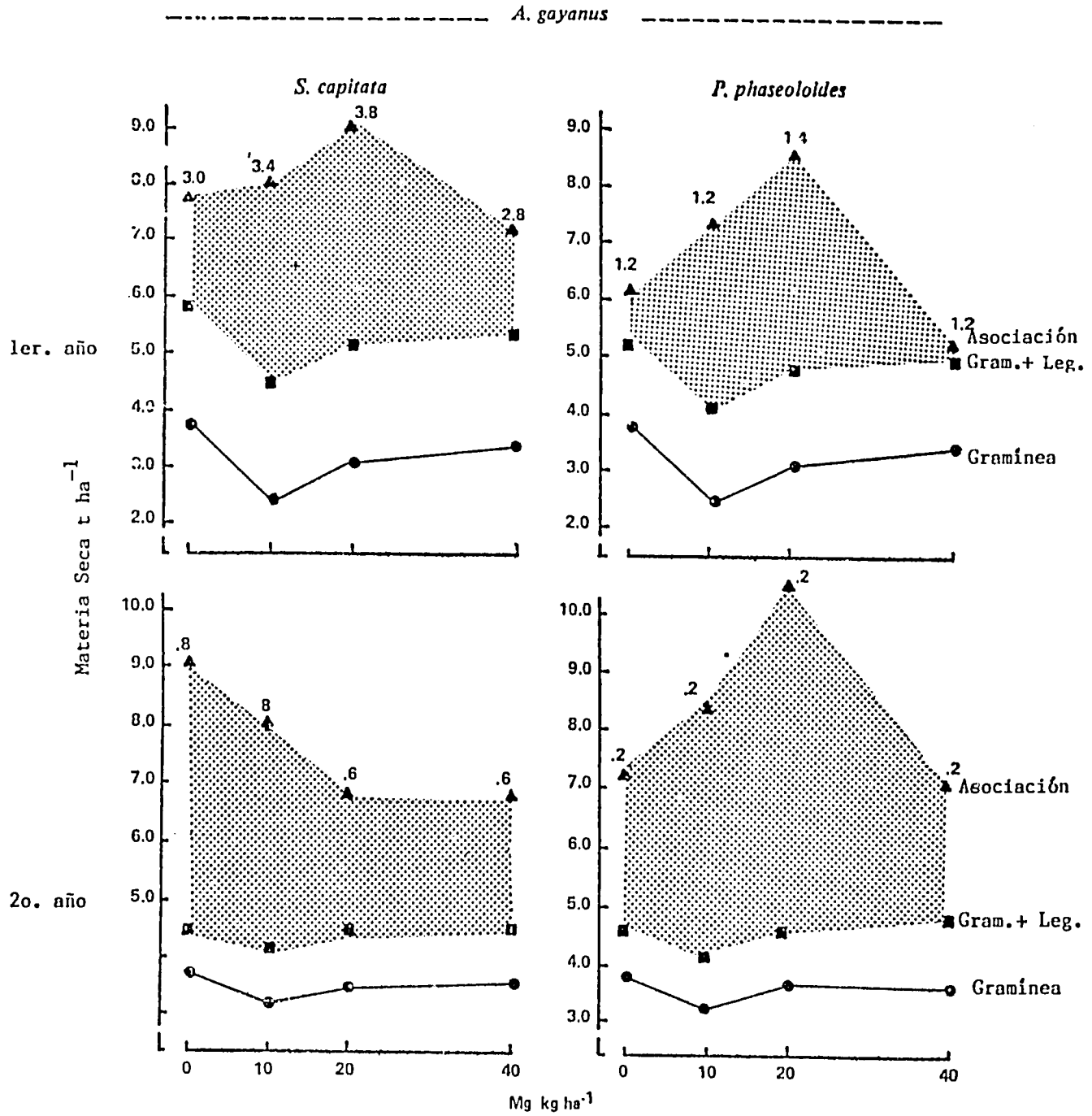


Figura 6. Efecto de Mg en los componentes de la asociación A. gayanus con S. capitata y phaseoloides durante el período de máxima precipitación (suma de 3 cortes/año).

Valores en la gráfica de asociación corresponden a la producción de leguminosas.

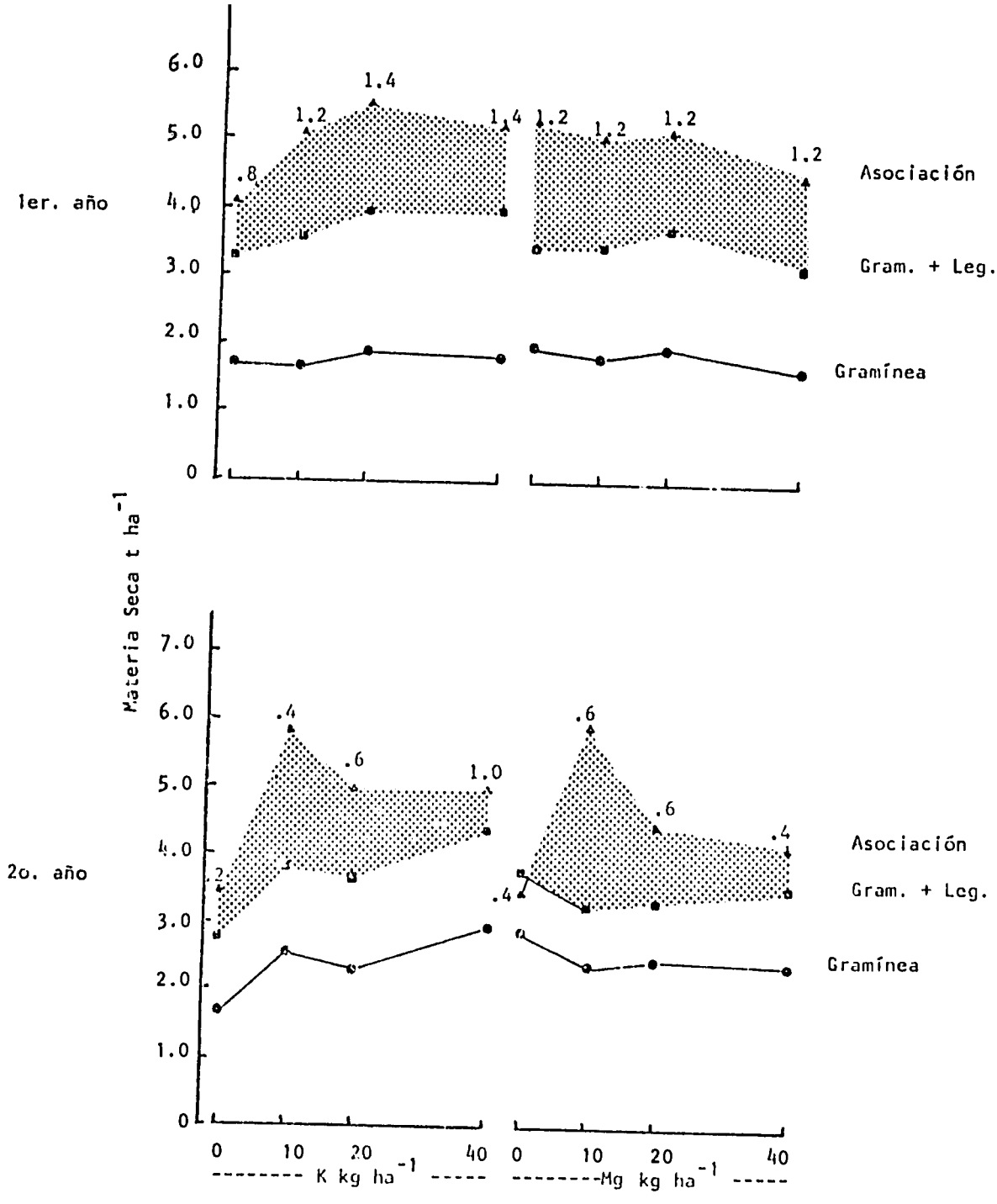


Figura 7. Efecto de K y Mg en los componentes de la asociación B. decumbens + P. phaseoloides durante el período de máxima precipitación (suma de 3 cortes/año).

Valores en la gráfica de asociación corresponden a la producción de leguminosa.

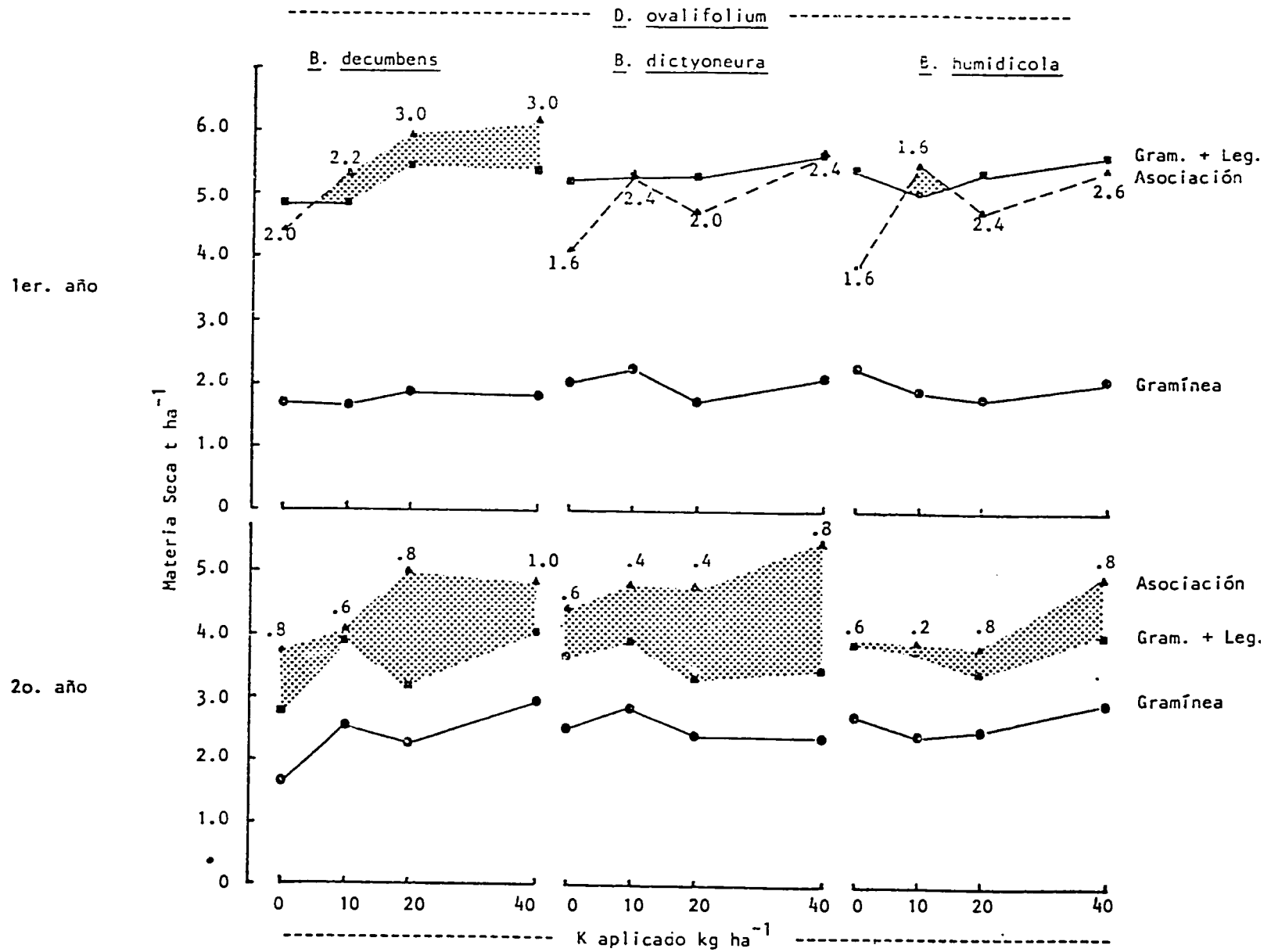


Figura 8. Efecto de la aplicación de K en tres asociaciones de D. ovalifolium con 3 Brachiarias durante el período de máxima precipitación (suma de 3 cortes/año).
Valores en la gráfica de asociación corresponden a la producción de leguminosa.

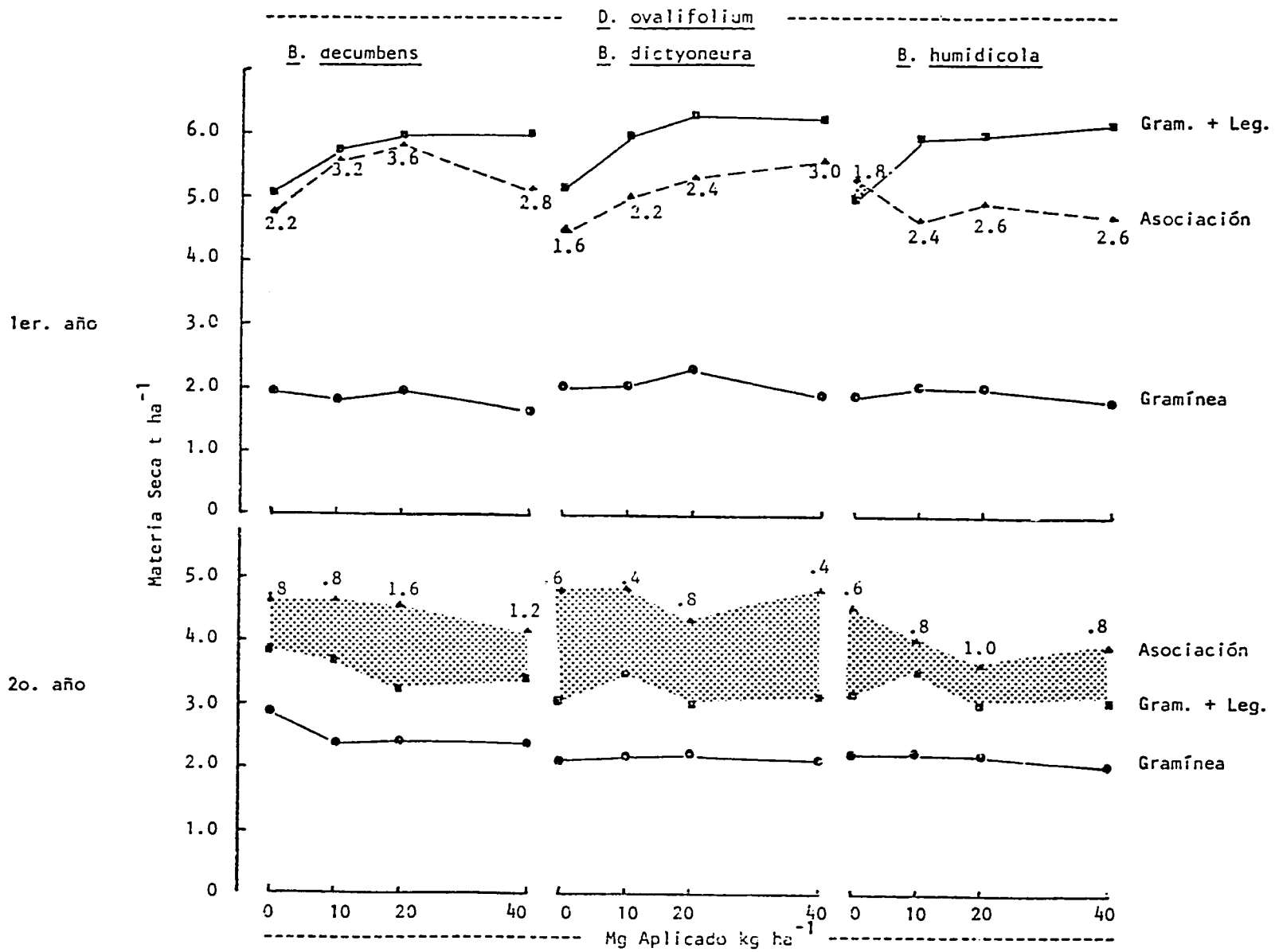


Figura 9. Efecto de la aplicación de Mg en los componentes de 3 asociaciones de D. ovalifolium con 3 Brachiarias durante el período de máxima precipitación (suma de 3 cortes/año). Valores en la gráfica de asociación corresponden a la producción de leguminosa.

año, debido a la reducción de Desmodium ovalifolium, las asociaciones mejoraron, mostrando una respuesta significativa a K (Figura 8), pero sin presentar una respuesta al Mg (Figura 9).

Los datos obtenidos hasta la fecha indican una competencia por K en las asociaciones de A. gayanus y P. phaseoloides, A. gayanus y S. capitata y B. decumbens y P. phaseoloides. Sin embargo, no todas las asociaciones estudiadas fueron más productivas que los monocultivos, especialmente las asociaciones de las especies de Brachiaria spp. con D. ovalifolium. En este caso, la aplicación de Mg favorece a D. ovalifolium, causando una mayor competencia que deprime la producción de la gramínea. Esta competencia parece disminuir, en parte, con una aplicación más alta de K (40 kg K ha^{-1}), lo cual favorece a la gramínea asociante.

3. FERTILIZACION DE MANTENIMIENTO

3.1 Recuperación, Desarrollo y Persistencia de S. capitata Asociada con A. gayanus

A. Evaluación bajo corte

En varios ensayos de A. gayanus y S. capitata manejados bajo pastoreo se ha observado bajo vigor de las plántulas de S. capitata, lo que ha constituído un limitante serio para la persistencia de esta leguminosa. En esta asociación parece existir una competencia nutricional entre A. gayanus y S. capitata. Estudios realizados (Informe Anual 1983) han indicado que el P no es el nutrimento en competencia pero sugieren que K, Mg y/o S podrían ser los posibles nutrimentos bajo competencia. Estudios posteriores han mostrado que el poco vigor de plántulas de S. capitata en asociación con A. gayanus está relacionado con una competencia nutricional por K (Informe Anual 1984). Recientemente surgió la hipótesis de que la fertilización con K y la defoliación de A. gayanus (corte o pastoreo) interactúan provocando la recuperación de las plántulas de S. capitata. Con este propósito se realizaron dos ensayos simultáneos. Uno de los ensayos se realizó en la finca Altagracia, próxima a Carimagua, en una pastura asociada de A. gayanus y S. capitata, donde las plántulas de la leguminosa presentaban poco vigor. El ensayo incluyó dos niveles de defoliación (30 y 60 cm) a dos frecuencias de corte (28 y 42 días) de A. gayanus con y sin fertilización de mantenimiento. Los tratamientos de fertilización fueron 0, 30 y 60 kg K ha^{-1} y un tratamiento adicional de 30 kg K y 10 kg P ha^{-1}, dosis recomendada para mantenimiento cada 2 años. La variable en respuesta medida fue la disponibilidad de S. capitata.

Las evaluaciones de producción de materia seca en S. capitata durante las épocas lluviosa y seca 1984-1985 cubrieron 9 y 6 cortes para las frecuencias de 28 y 42 días, respectivamente. Las Figuras 10 y 11 muestran el efecto de la altura de corte de A. gayanus y de la fertilización en la recuperación y producción de S. capitata en las dos frecuencias de corte.

En general, los efectos de la altura de corte de la gramínea y de la fertilización en la recuperación de S. capitata se empezaron a observar a partir del segundo corte en ambas frecuencias. Esto es debido a que en las primeras evaluaciones, la leguminosa aunque estaba presente no alcanzó la altura de corte (15 cm). En las evaluaciones posteriores se observó la recuperación y producción de la leguminosa en función de la fertilización potásica, así como a la aplicación combinada de K y P.

Los efectos de la fertilización en la leguminosa fueron más acentuados al ser defoliado el A. gayanus a 30 cm que a 60 cm de altura independiente de la frecuencia de corte. En la frecuencia de corte cada 42 días (Figura

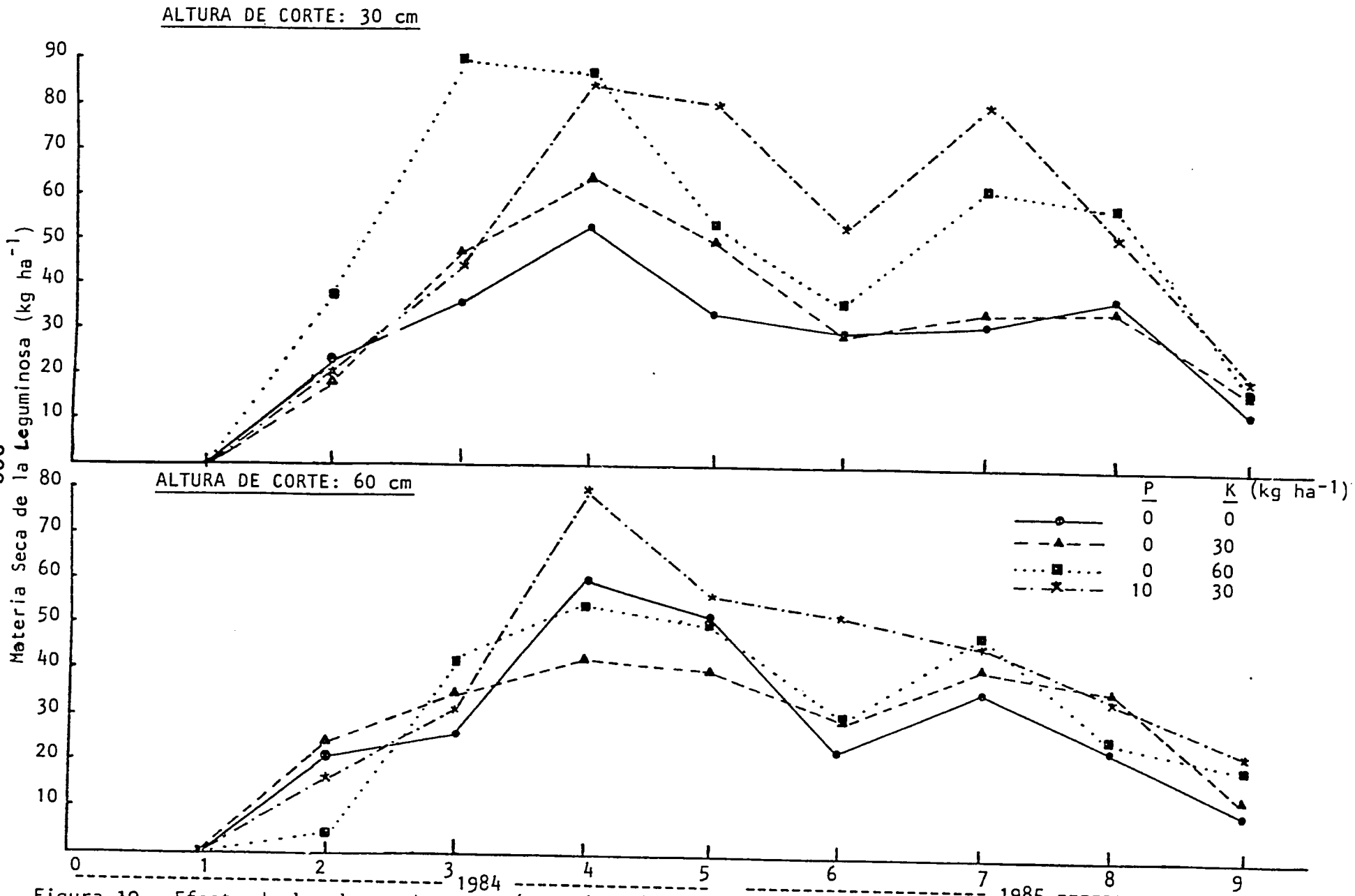


Figura 10 Efecto de la altura de corte (30 y 60 cm) de A. gayanus y fertilización sobre la producción de S. capitata en la frecuencia de corte de 28 días.

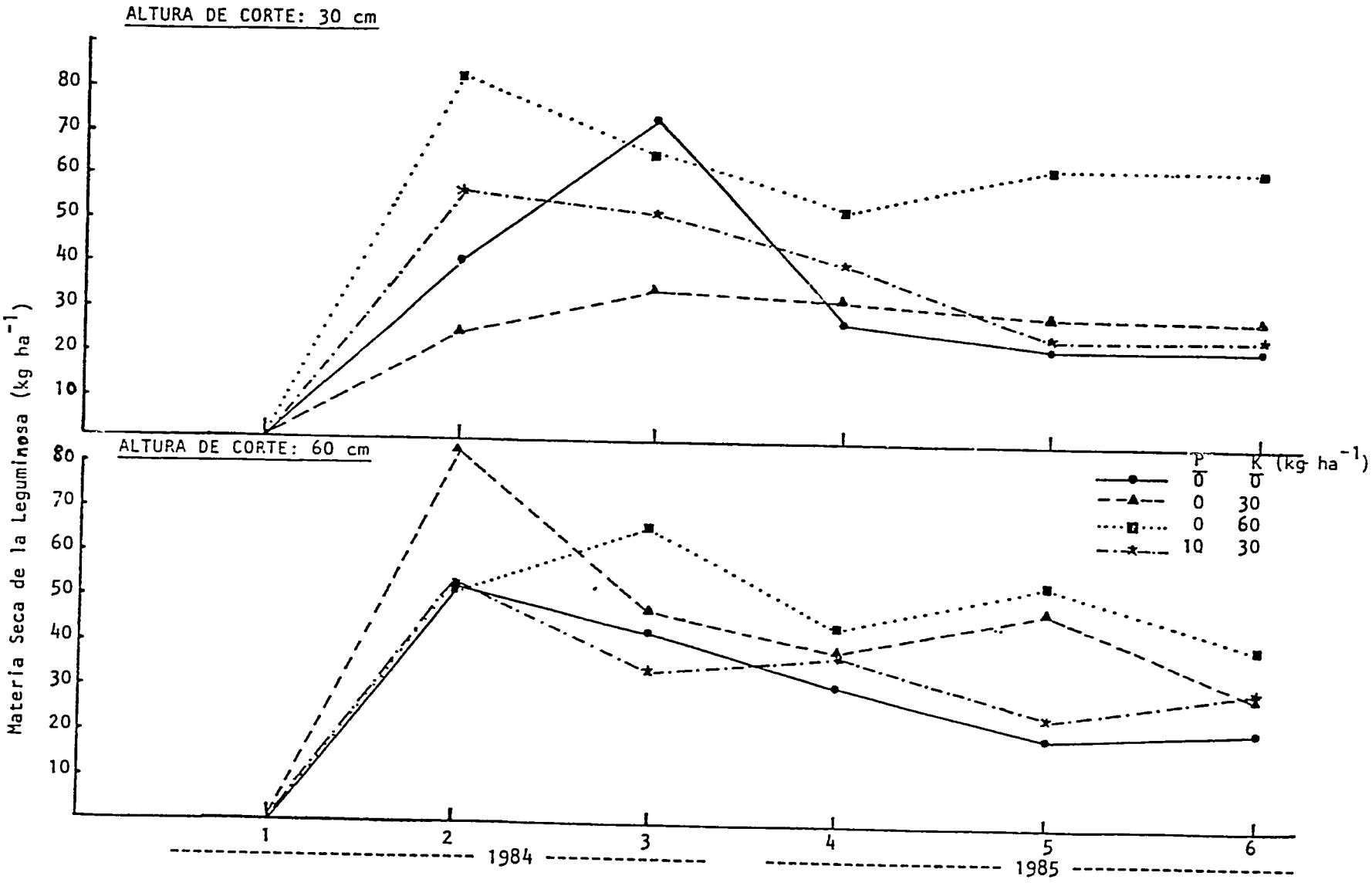


Figura 11. Efecto de la altura de corte de A. cayanus (30 y 60 cm) y de la fertilización sobre la producción de materia seca de S. capitata en la frecuencia de corte de 42 días.

11) la producción de S. capitata con 60 kg K ha^{-1} se mantuvo casi constante en ambas épocas (lluviosa y seca) en contraste con la frecuencia de corte cada 28 días, donde la diferencia entre tratamientos desapareció en época seca. Posiblemente esto se relaciona con el mayor intervalo entre cortes y a la fertilización alta con K, que favoreció el desarrollo de la leguminosa.

Diferencias menos marcadas se observan en la recuperación y producción de S. capitata en respuesta a los tratamientos de fertilización al ser defoliado A. gayanus a 60 cm de altura. Esto indicaría que bajo esta situación aún persiste la competencia nutricional de la gramínea sobre la leguminosa.

En conclusión, la defoliación de A. gayanus mediante cortes a 30 cm de altura e independiente de la frecuencia de corte, disminuyó su vigor y a su vez determinó menor competencia con S. capitata, la cual mostró una recuperación y desarrollo con aplicaciones de K.

B. Evaluación bajo pastoreo

Se realizó otro ensayo en Carimagua con la misma asociación de A. gayanus y S. capitata sometiéndola a tres presiones de pastoreo (alta, media y baja). El objetivo fue determinar si bajo pastoreo existía una interacción entre grado de defoliación de A. gayanus y fertilización potásica, en la recuperación y producción de plántulas de S. capitata. La pastura utilizada tenía 5 años bajo pastoreo, habiendo recibido una fertilización de establecimiento de 20-100 de P y Ca como Calfos y 20-10-20 kg ha^{-1} de K-Mg-S como Sulpomag y una fertilización de mantenimiento bianual de 10-50 kg ha^{-1} de P y Ca como Calfos.

Para el ensayo se aplicaron 10, 40 y 80 kg K ha^{-1} a potreros de 3 diferentes áreas (500, 800 y 1200 m^2) creando así 3 presiones de pastoreo (alta, media y baja) al introducir novillos (± 200 kg PV/animal) en cad potrero, en un sistema rotacional de días de pastoreo y 14 días de descan so, con 2 repeticiones.

Con los tratamientos de presión d pastoreo se generaron diferencia apreciables en la disponibilidad de A gayanus, para así poder determina posibles efectos de competencia sobr la recuperación de S. capitata. E así que la presión de pastoreo tuvo u efecto significativo ($P < 0.05$) sobr la disponibilidad de la leguminos pero en sentidos diferentes (Figur 12). En la presión baja, sinónimo d mayor altura y disponibilidad de A gayanus, la leguminosa fue desapareciendo con el tiempo, sin mostra efecto significativo la fertilizació con K, con excepción del primer cicl de pastoreo. Al contrario, la presió alta, sinónimo de menor altura y disponibilidad de A. gayanus, favoreció con el tiempo la recuperación y desarrollo de S. capitata, per también sin observarse efectos de l fertilización potásica. Finalmente, la presión media si bien mostró inicialmente un disminución apreciable en la leguminosa, tuvo la tendencia de mantener una disponibilida casi constante independiente de la dosis de K.

Los resultados obtenidos en relació a la fertilización potásica, ofrece dos posibles explicaciones. La primera es que el pastoreo con diferente presiones anuló los efectos de la fertilización, situación inversa a l observada con la defoliación de A. gayanus mediante cortes. Esto sugiere que los efectos de la fertilización e pasturas bajo pastoreo deberían observarse necesariamente con y sin el efecto del animal. La otra explicación es que la dosis de 10 kg K ha^{-1} es suficiente para recuperar las plántulas de S. capitata, tal como se encontró en experimentos sometidos a corte (Informe Anual 1984).

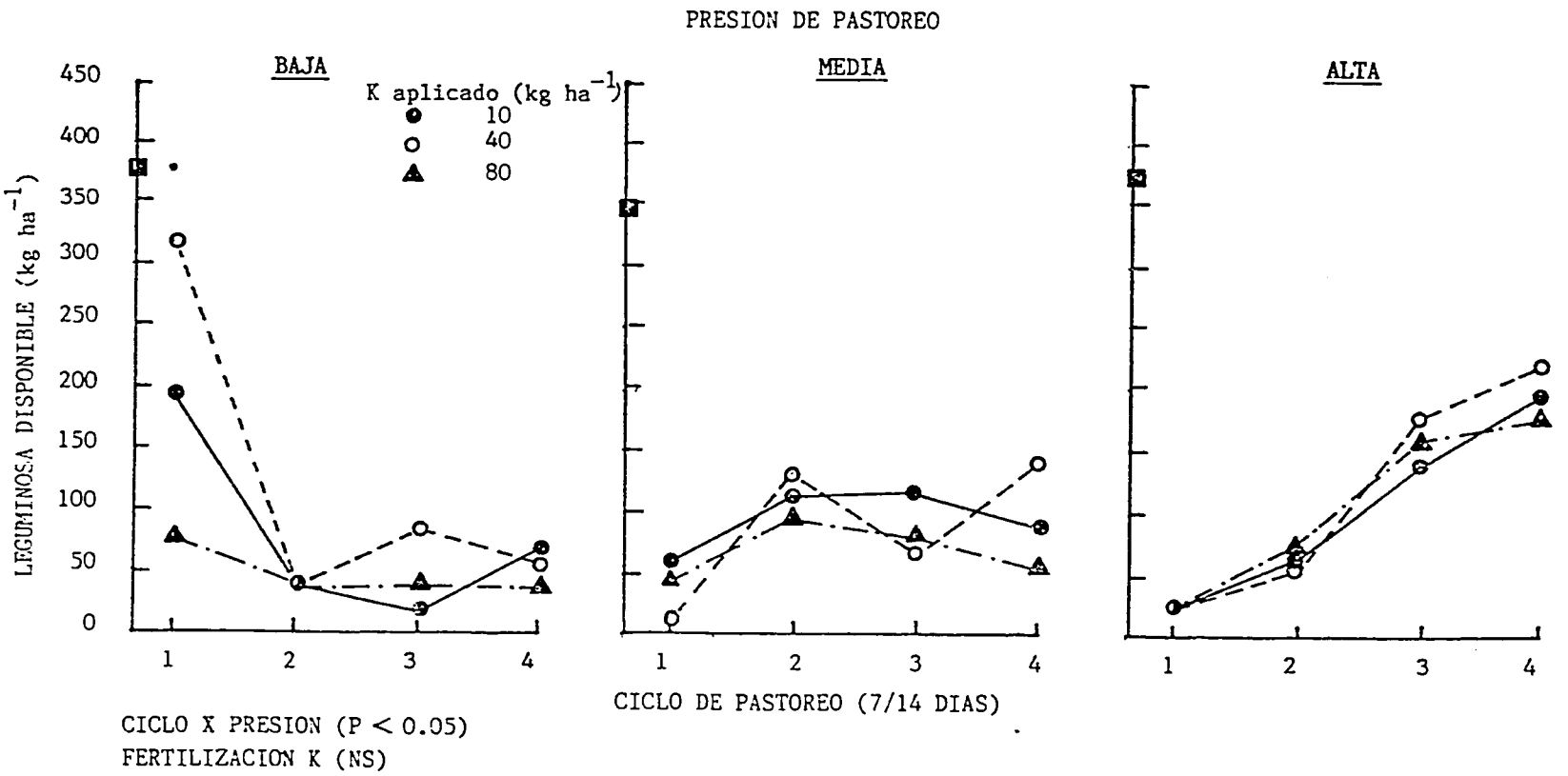


Figura 12. Efectos de ciclo y presión de pastoreo y fertilización potásica en la productividad de S. capitata asociada con A. gayanus. ▣ = Disponibilidad inicial de leguminosa.

Presión de Pastoreo: Baja = 1.4 UA ha^{-1}, Media = 2.1 UA ha^{-1}, Alta = 3.3 UA ha^{-1}

3.2 Evaluación de la Ganancia y Pérdida de Nutrimentos con una Pastura de A. gayanus y S. capitata.- Caso Potasio

Los principios y metodologías sobre la evaluación de la transferencia cíclica de nutrimentos en pasturas tropicales se indicó en el Informe Anual de 1984.

Esta transferencia cíclica de nutrimentos, se evaluó en una pastura de A. gayanus y S. capitata, con 7 años bajo pastoreo utilizándose tres presiones de pastoreo y cuatro tratamientos de fertilización. Para este informe se consideraron sólo los 3 tratamientos de fertilización con K (10, 40 y 80 kg K ha^{-1}). El sistema de pastoreo empleado fue 7 días de ocupación y 35 días de descanso, utilizando en cada ciclo los mismos 2 novillos en cada tratamiento de las 2 repeticiones.

Los parámetros evaluados en cada ciclo de pastoreo fueron: 1) La disponibilidad de forraje antes y después del pastoreo, obteniendo la utilización por diferencia; 2) acumulación de residuos vegetales antes y después de cada ciclo de pastoreo, obteniendo la producción de residuos vegetales por diferencia; 3) cantidad efectiva de K en el forraje utilizado y en el residuo vegetal en cada ciclo de pastoreo, y 4) concentración de nutrimentos en la solución del suelo en varias profundidades del suelo por ciclo de pastoreo. Todos estos parámetros fueron utilizados para obtener relaciones entre ellos de acuerdo al procedimiento indicado por Karlovsky (1982)*.

La Figura 13 muestra: (A) la relación entre el ingreso de K al sistema (residuos vegetales y fertilizante) y la utilización relativa del forraje; (B) la relación entre la utilización absoluta y relativa del forraje; y (C) la relación entre la utilización absoluta del forraje y la extracción de K por el forraje para cada presión de pastoreo. El conjunto de estas relaciones se denomina balance neto nutricional.

A pesar de observar una tendencia casi similar en las relaciones entre parámetros, cada presión de pastoreo manifestó especificidad, lo que permitió tener un rango en la utilización efectiva de K y de retorno de este nutrimento al sistema. Este tipo de balance entre parámetros con transformación logarítmica es de significancia porque permite estimar el balance neto de nutrimentos en cada nivel de producción de biomasa. Es así, que en base a estas relaciones se hizo el balance nutricional de K para diferente utilización del forraje en cada presión de pastoreo (Cuadro 4). Los resultados indican que la pérdida de K aumentó con la presión de pastoreo lo cual indicaría que a corto plazo la pastura con presión alta de pastoreo requerirá de una fertilización potásica de mantenimiento y/o cambio en el manejo de la pastura. La causa principal de lo anterior es una reducción considerable en los residuos vegetales debido a una alta utilización de forraje.

Situación inversa se observó al tener una presión baja de pastoreo donde la pérdida de K fue menor y suficientemente compensada con su retorno en los residuos vegetales, lo que indicaría la necesidad de no aplicar K para mantenimiento.

En general, el requerimiento de una fertilización de mantenimiento con K se debe basar en los porcentajes de retorno y utilización de este elemento, que al ser iguales o existir menor retorno, debería aplicarse en una dosis equivalente a la salida de K.

Dinámica de nutrimentos en la solución del suelo

Con el propósito de observar los cam-

* Karlovsky, J. 1982. The balance sheet approach to determine maintenance requirements. Fertilizer Research 3: 111-125.

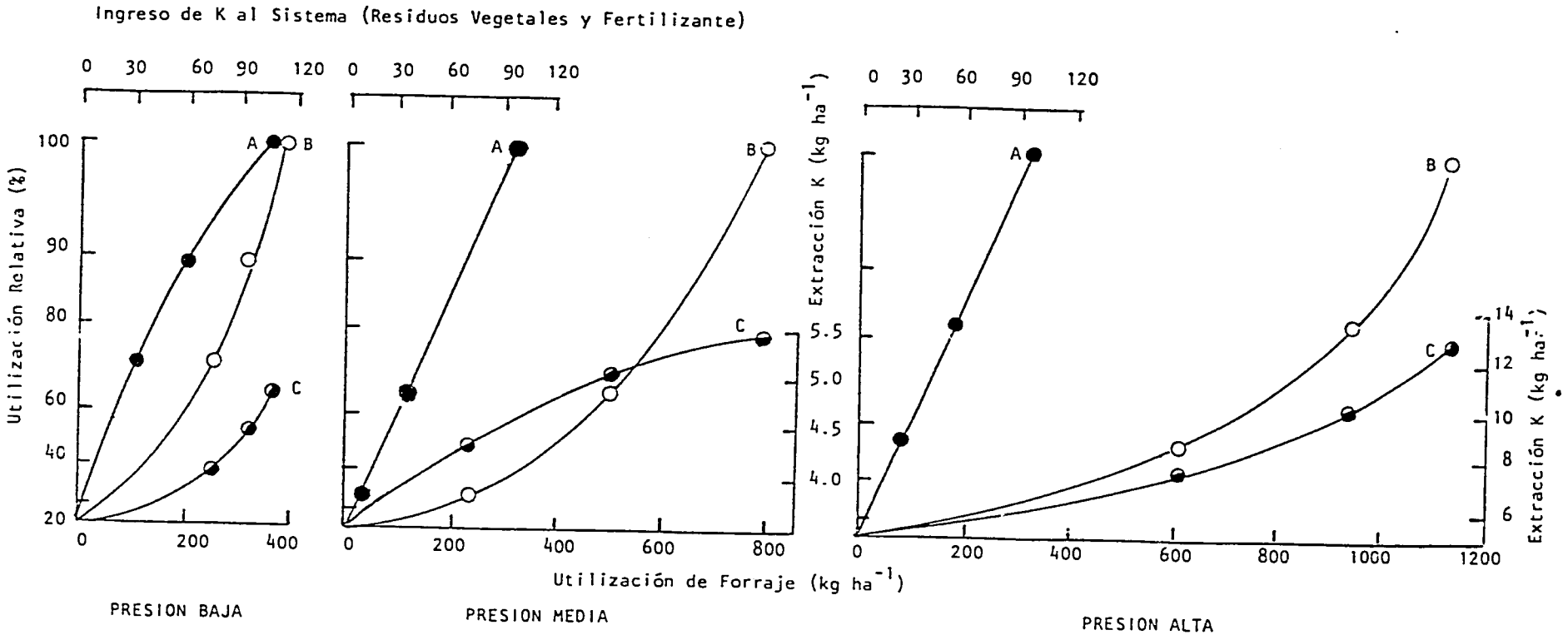


Figura 13. Relaciones entre: (A) Ingreso de K al sistema (Residuos Vegetales y Fertilizante) y utilización relativa de forraje.
(B) Utilización absoluta y relativa de forraje.
(C) Utilización absoluta de forraje y extracción de K por la pastura.

Cuadro 4. Balance del ingreso, salida, utilización y retorno del potasio en una pastura de *A. gayanus* y *S. capitata* bajo tres presiones de pastoreo y tres dosis de fertilización potásica.

Utilización de Forraje		Presión de Pastoreo	Ingreso de K (R.veg.+ Fert.)	Salida de K (Ext.Efectiva de K)	Utilización de K (Salida/Ingr. x 100	Retorno de K en Res.Veg.por nivel de K aplicado (kg ha^{-1})		
Relativa	Absoluta					10	40	80
(%)	(kg ha^{-1})		(kg K ha^{-1})	(kg K ha^{-1})	(%)	------	%	-------
50	180	Baja	18	3.2	18	85	84	89
	240	Media	19	3.8	20	68	76	68
	560	Alta	24	7.2	30	52	45	52
70	250	Baja	30	4.0	13	82	80	86
	510	Media	32	4.8	15	60	70	60
	800	Alta	52	10.0	19	33	23	33
80	280	Baja	42	4.3	10	80	78	85
	600	Media	46	5.2	11	57	67	57
	915	Alta	52	10.0	19	33	23	33
90	320	Baja	66	4.4	7	80	78	85
	700	Media	64	5.4	8	55	66	55
	1020	Alta	66	11.0	17	26	15	26

bios en la concentración de nutrimentos en la solución del suelo, se instalaron cápsulas cerámicas a 5 profundidades del suelo (15, 30, 60, 90 y 150 cm) y se obtuvieron muestras de solución del suelo después de cada ciclo de pastoreo en las tres presiones de pastoreo y en los tratamientos de 10 y 40 kg K ha^{-1}, respectivamente. Para fines comparativos se incluyó muestreo en la sabana nativa. Los resultados obtenidos cubren la época lluviosa.

En la Figura 14 se muestra los cambios ocurridos en la concentración de N, P y K en la solución del suelo bajo las tres situaciones observadas (sabana nativa, presión baja y presión alta) en función de la profundidad del suelo y de la fertilización potásica. En la dosis de 10 kg K ha^{-1}, se observó mayores concentraciones de N, P y K en la presión baja que en la alta, lo cual posiblemente está asociado con la mayor cantidad de residuos vegetales existentes en la presión baja. Sin embargo, a una mayor dosis de K (40 kg ha^{-1}) no existió tal diferencia y por el contrario se observó principalmente una lixiviación de N, al mostrar valores similares en profundidad y mayores al comparar con los de la sabana nativa. Esto puede estar asociado con la mayor concentración de N en los residuos vegetales al aplicar dosis de 40 kg K ha^{-1} que en la de 10 kg K ha^{-1}.

Es interesante observar el aumento considerable de P en la solución del suelo en profundidad en ambas presiones de pastoreo. Esta situación es probablemente debida al hecho de que A. gayanus tiene un sistema radicular fibroso y extensivo que penetra a gran profundidad en el perfil de este Oxisol y en consecuencia, el aumento de P en la solución del suelo parece provenir de la descomposición de las raíces de Andropogon y no de un movimiento de P en profundidad. En relación al K no parece existir una alta lixiviación por el hecho de que el patrón de movimiento es muy similar al de la sabana nativa y por el contrario se interpretaría como una mejora del contenido de K en el perfil de este suelo.

La dinámica de cambio en cuanto a Ca y Mg parecen ser similares al del K (Figura 15). Finalmente, en relación al S (Figura 16), los cambios que se observan son bastante similares al N, mostrando también una lixiviación en la dosis de 40 kg K ha^{-1} en ambas presiones de pastoreo. Evaluaciones similares continúan realizándose en la misma pastura y otras, con el fin de tener una información más detallada sobre la dinámica de nutrimentos en la solución del suelo en profundidad y poder definir con mayor exactitud qué nutrimentos se pierden por lixiviación.

4. INVESTIGACION DE APOYO A LA RIEPT PARA AJUSTE DE FERTILIZACION PARA ESTABLECER PASTURAS

Dentro de las actividades de apoyo a la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), el Programa de Pastos decidió desarrollar una metodología de investigación de apoyo con el fin de ajustar la fertilización para el establecimiento de pasturas.

A pesar de las características predominantes de bajo pH, alta saturación de Al, bajo contenido de P y bases intercambiables (Ca, K y Mg) de los suelos ácidos, existen diferencias físicas y químicas que influyen en la producción y comportamiento aún de plantas adaptadas. Con esto en mente, y reconociendo que las pruebas de adaptación (ERA y ERB) sólo se hacen sobre algunos suelos representativos, surge la necesidad de evaluar la fertilización en diferentes suelos, identificando los requerimientos para un establecimiento exitoso y lograr la persistencia de las pasturas.

El procedimiento conceptual básico para estos ensayos está dado en la

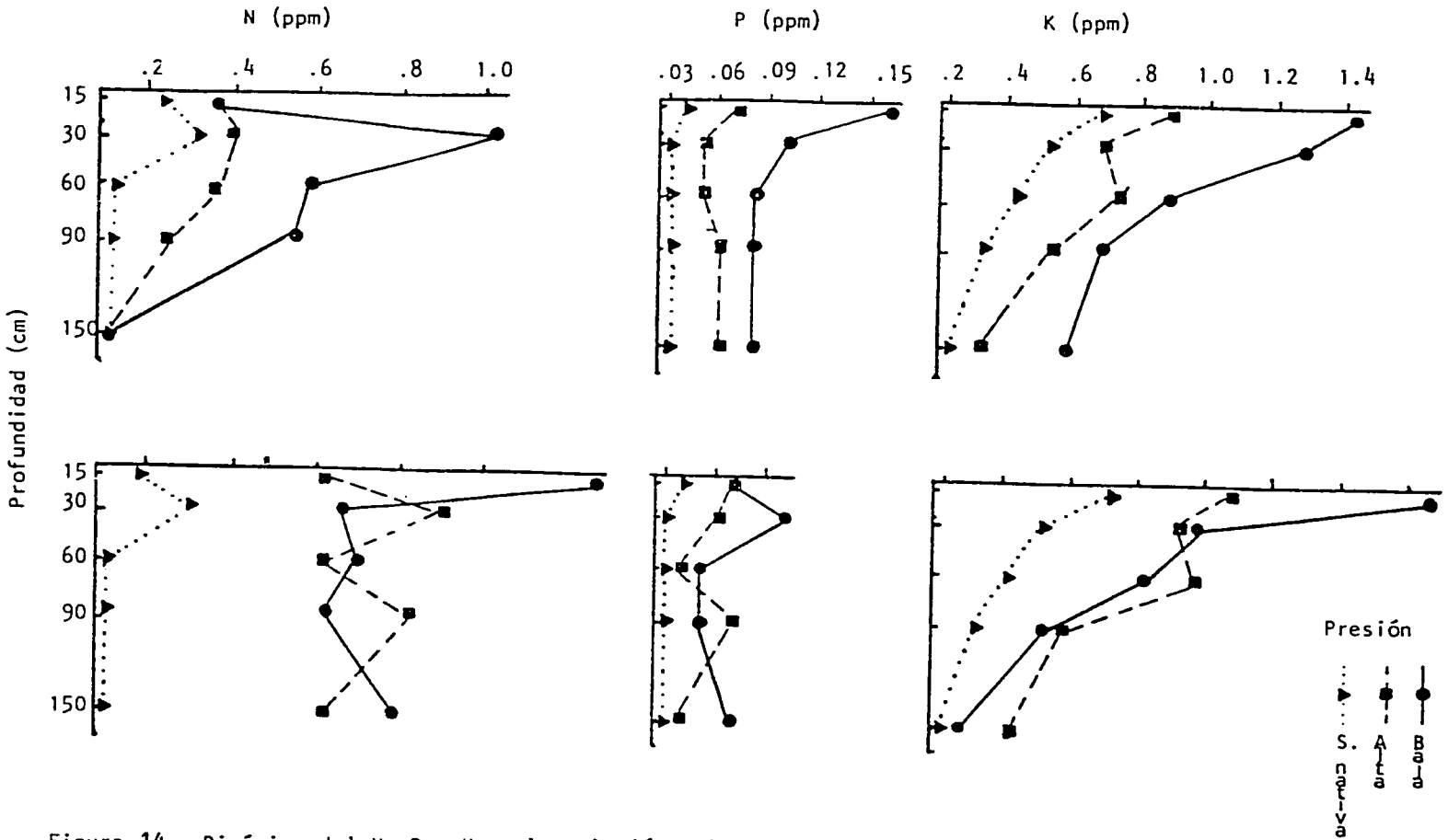


Figura 14. Dinámica del N, P y K en la solución del suelo a diferentes profundidades en función de la presión de pastoreo y la fertilización (A) 10 kg K ha^{-1} y (B) 40 kg K ha^{-1}.

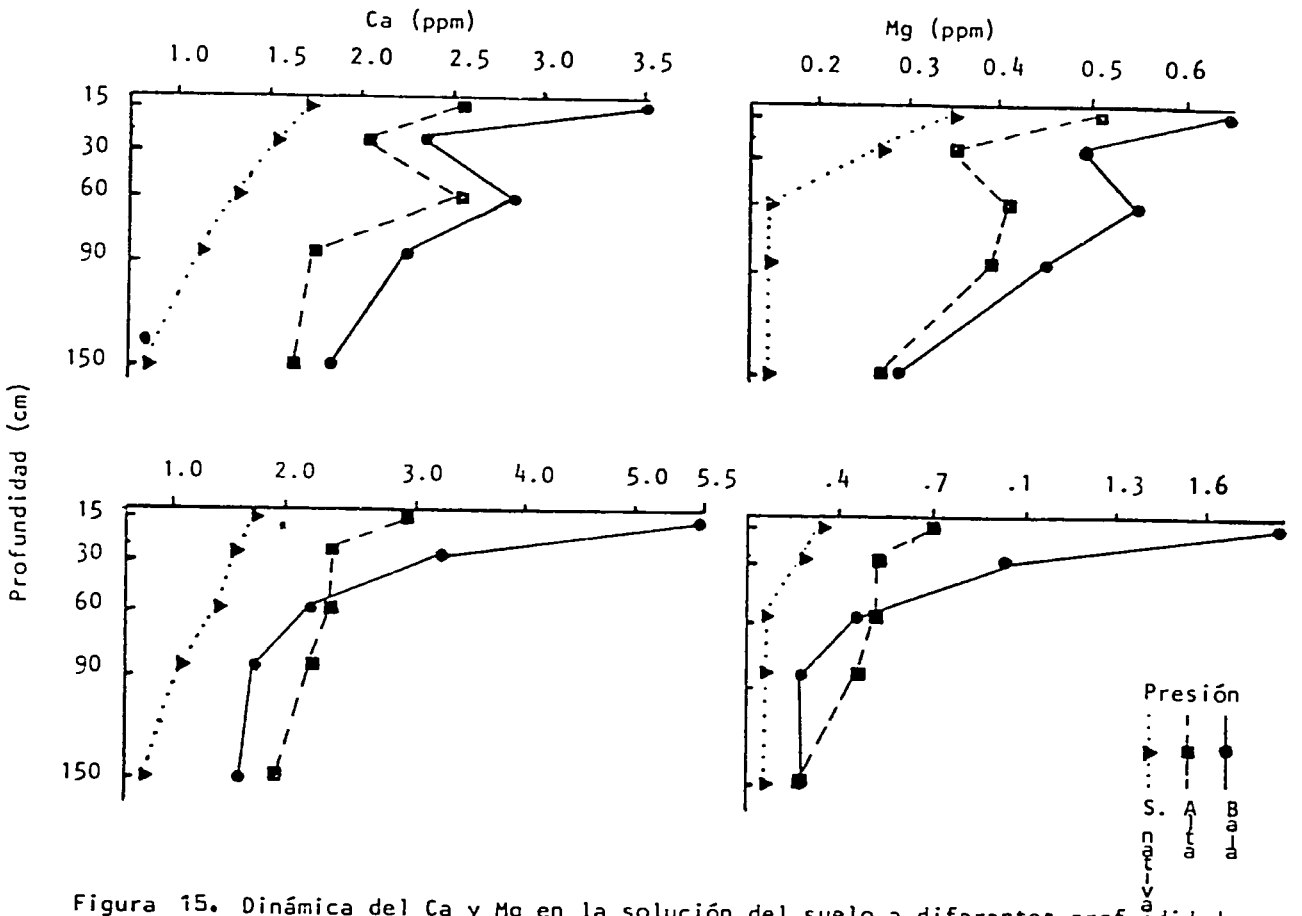


Figura 15. Dinámica del Ca y Mg en la solución del suelo a diferentes profundidades en función de la presión de pastoreo y la fertilización (A): 10 kg K ha^{-1} y (B) 40 kg K ha^{-1}

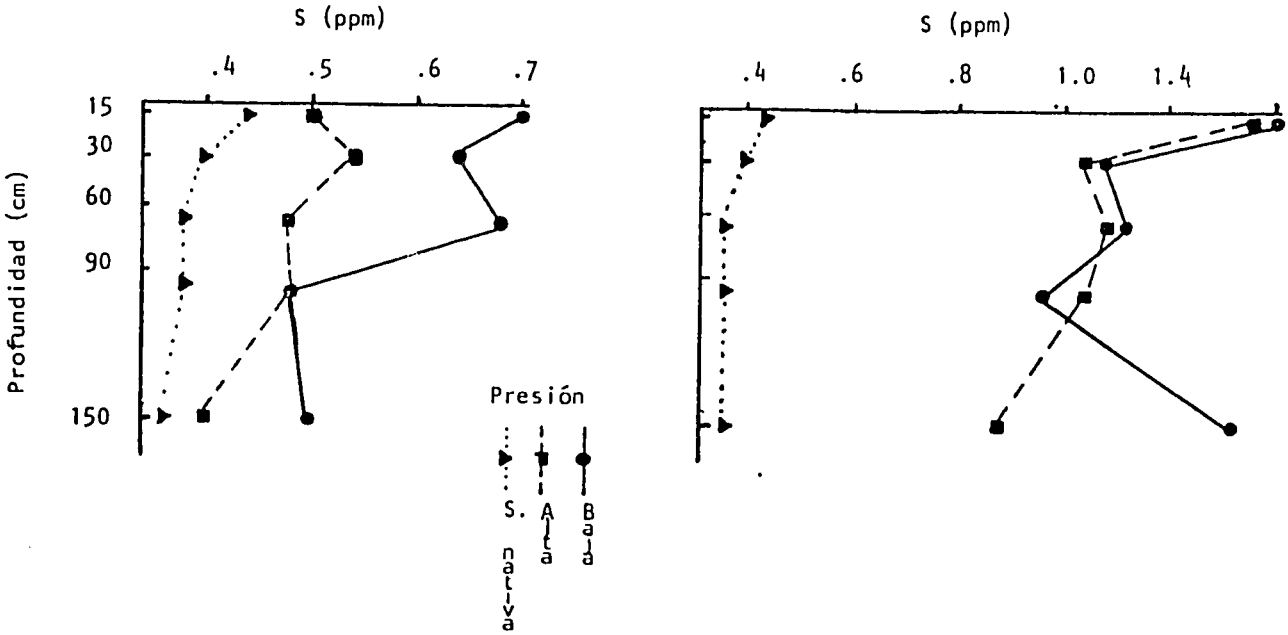


Figura 16. Dinámica del S en la solución del suelo a diferentes profundidades en función de la presión de pastoreo y la fertilización (A) 10 kg K ha^{-1} y (B) 40 kg K ha^{-1}.

Figura 17 que indica la procedencia del germoplasma a ser evaluado, los suelos a ser utilizados y el manejo de la fertilización.

A nivel regional se realizará un levantamiento previo de la información existente, que incluya, ojalá: a) Resultados de ensayos de fertilización con gramíneas y leguminosas; b) caracterización física y química de los suelos; c) datos sobre análisis de tejido de plantas forrajeras existentes en la región; d) mapas, descripción y clasificación de suelos y, finalmente, e) condiciones climáticas de la región. Esta información será utilizada como base para el diseño de los ensayos de ajuste de fertilización.

Para facilitar la interpretación de los datos obtenidos en los análisis de suelos ácidos de la RIEPT con destino a la producción de pasturas, se han determinado algunos parámetros edáficos que pueden definir la existencia de problemas nutricionales. Así, mediante numerosos ensayos de calibración, se han determinado las concentraciones mínimas o máximas de elementos (Cuadro 5) que implican condiciones de deficiencia o toxicidad. Usando estos datos como pautas, es posible determinar las limitaciones químicas del suelo y su posible control, como también determinar el tipo de especie forrajera que se puede establecer en él.

En base a esta información, se realizan los ensayos de ajuste de fertilización, identificando los 2 ó 3 nutrimentos más limitantes. Para definir los tratamientos se utilizaron diseños experimentales sencillos y con pocos tra tamientos (San Cristóbal, 12 tratamientos; cuadrado doble modificado, 13 tratamientos). Estos diseños permiten observar el rango completo de respuesta de la planta para el ajuste de fertilización.

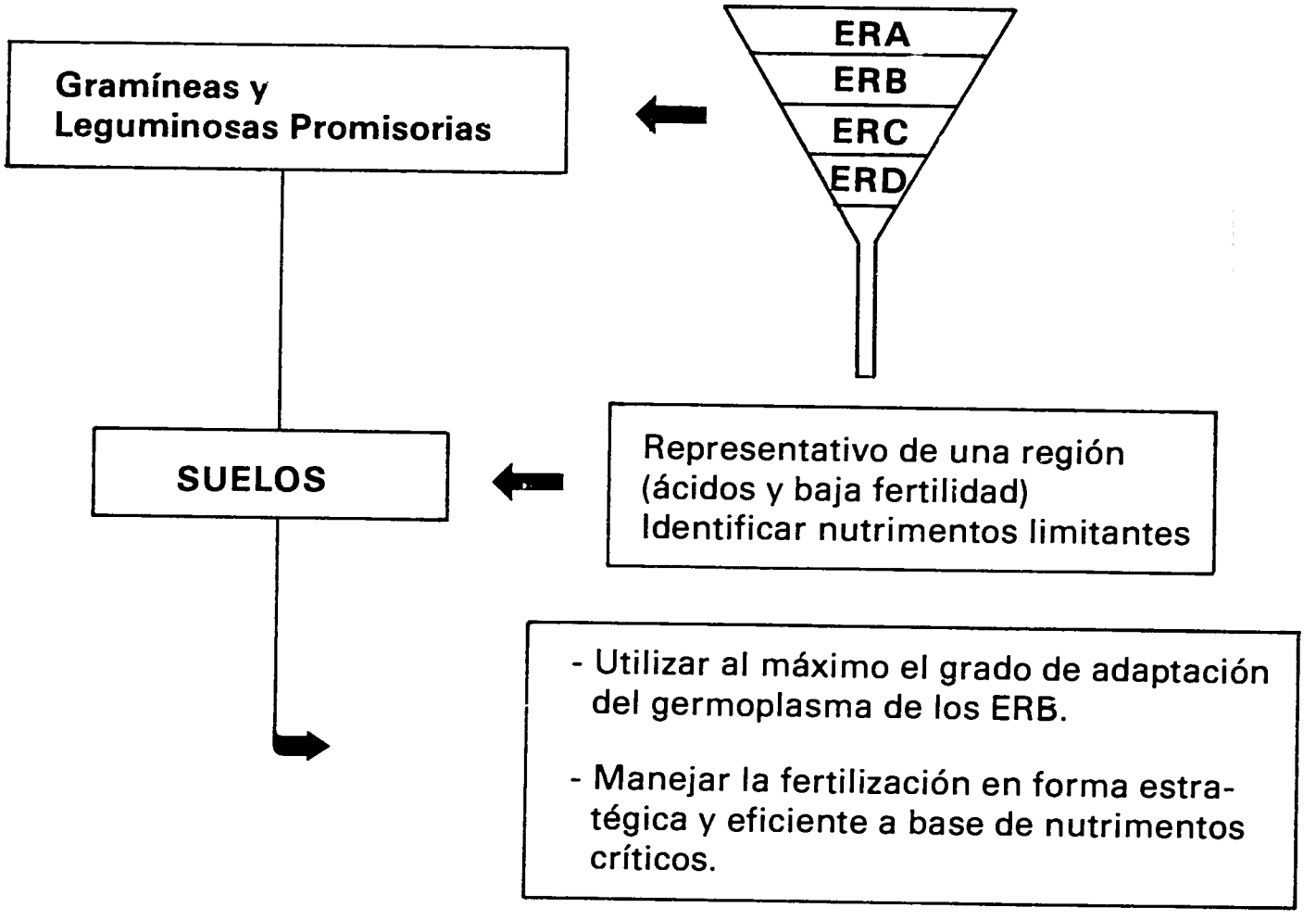


Figura 17. Concepto básico para los ensayos de apoyo a la RIEPT para el ajuste de fertilización.

Cuadro 5. Características químicas de suelos de diferente nivel de acidez y fertilidad natural para establecer pasturas tropicales.

Parámetro del suelo		Nivel de acidez (A) y fertilidad (F)			
	(A)	Muy ácido	Acido	Lig.ácido	Neutro
	(F)	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
pH	<	4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	> 6,5
P (ppm)[1]	<	2	2-5	5-10	> 10
K (meq/100 g)[1]	<	0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	> 0,15
Mg (meq/100 g)[2]	<	0,08	0,08-0,12	0,12-0,20	> 0,20
Saturación Al (%)[2]	>	80	60-80	30-60	< 30
Saturación Ca (%)[2]	<	20	20-40	40-60	> 60
Saturación Mg (%)[2]	<	5	5-15	15-30	> 30
S (ppm)	<	10	10-15	15-20	> 20
Zn (ppm)[3]	<	0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	> 1,5
Cu (ppm)[3]	<	0,5	0,5-1,0	1-3	> 3
B (ppm)[3]	<	0,3	0,3-0,5	0,5-1	> 1
Mn (ppm)[3])	<	1	1-5	5-10	10
Mn (ppm)[4]	>	80	50-80	20-50	< 20

1/ Extractante solución Bray-II.

2/ Extractante con KCl 1N y calculados individualmente en base porcentual en relación a Al, Ca y Mg.

3/ Extractante ácido doble 1:4.

4/ Extractante KCl 1N. Los contenidos de Mn se refieren al grado de toxicidad del elemento y no a requerimiento nutricional.

Desarrollo de pasturas (Carimagua)

INTRODUCCION

En la Sección de Desarrollo de Pastos se concentra la investigación sobre (1) establecimiento y (2) el mantenimiento de los pastos una vez establecidos. El establecimiento está dividido en dos etapas: labranza y siembra.

En la práctica es a veces difícil separar estos dos componentes por su interacción y dependencia. Al escoger un sistema de siembra, frecuentemente se define el sistema de labranza y por lo tanto, existe cierta superposición entre los dos capítulos que siguen.
El mantenimiento de pastos tiene dos componentes principales que son el manejo del pastoreo o utilización de la pastura y la fertilización cuando sea necesaria.

ESTABLECIMIENTO

Labranza o control de competencia

A través de los años trabajados en Carimagua se han definido cuatro tipos básicos de labranza que son: labranza tradicional basado en el uso de un arado de discos y/o rastrillo de discos; labranza reducida basada en el uso de un arado de cinceles más el rastrillo de discos; labranza mínima, consistente en un pase con escardillos o palas montadas en el arado de cinceles y finalmente labranza cero con o sin control químico de vegetación.

El efecto de labranza en el establecimiento de cuatro especies en un suelo arenoso

Se compararon cuatro tipos de labranza con y sin control químico de vegetación nativa, con excepción del tratamiento labranza tradicional que no dejó vegetación por controlar. En la Figura 1 se muestra el efecto de los diferentes tratamientos y especies sembradas en la presencia de especies nativas en el primer corte, realizado en Junio de 1985. Con una sola excepción, hay un efecto consistente del grado de labranza y del uso de herbicida en el control de las especies nativas. La falta de control en el caso de P. phaseoloides podría deberse al poco vigor inicial de la leguminosa, posiblemente por la siembra tardía en Septiembre de 1984. En la Figura 2 se observa el efecto de los tratamientos en el rendimiento de las cuatro especies, en el mismo corte. Se destaca el comportamiento de S. macrocephala en todos los niveles de labranza y control químico. Por el otro lado, P. phaseoloides mostró un comportamiento muy deficiente hasta llegar a labranza reducida con herbicida. Las gramíneas mostraron un comportamiento muy deficiente en el tratamiento de cero labranza sin herbicida; con sólo aplicar herbicida o una labranza mínima alcanzaron un buen desarrollo durante la etapa de establecimiento.

En la Figura 3 se muestran las regresiones y correlaciones entre la producción de las especies sembradas

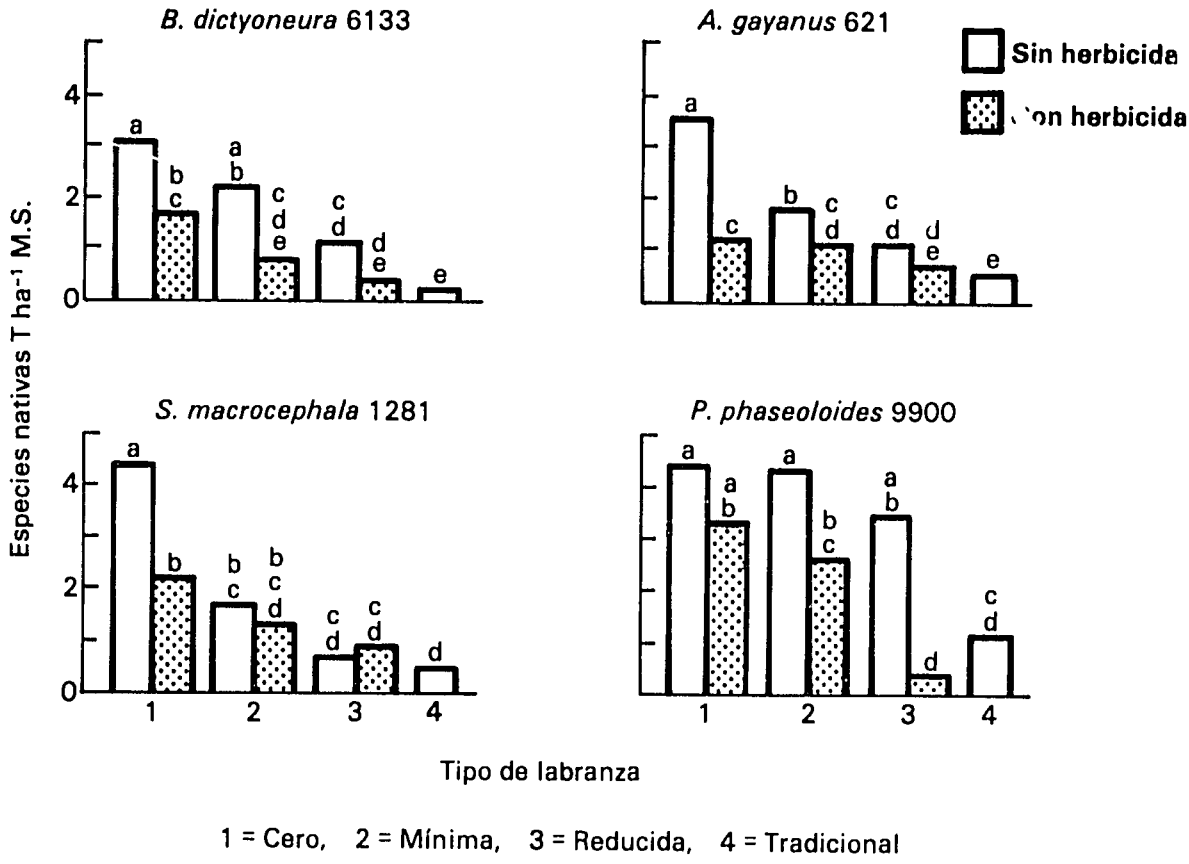


Figura 1. El efecto de especie sembrada, labranza y herbicida en la presencia de especies nativas, primer corte, suelo arenoso, Carimagua.

versus la producción de las especies nativas. Las correlaciones son altamente significativas para todas las especies, pero los valores son más altos para las gramíneas y Stylosanthes macrocephala que para P. phaseoloides. Las gramíneas son mucho más afectadas por competencia de la sabana que las leguminosas de acuerdo a las pendientes de las regresiones. Es lógico esperar que la gramínea sufra más por deficiencia de N compitiendo con otras gramíneas nativas que las leguminosas.

El establecimiento de especies forrajeras con cero labranza o labranza mínima ha sido mucho más exitoso en el suelo arenoso, que en suelos de textura mediana a fina basado en experiencia previa. Se especula que eso se debe al suelo más liviano y suelto permitiendo la penetración más fácil de raíces de especies sembradas superficialmente y a la menor competencia, dada la naturaleza de la vegetación que se encuentra en las sabanas más arenosas. El establecimiento de S. macrocephala fué excepcional aun sin labranza y sin herbicida. Esta especie podría ser promisoria como "leguminosa sabanera" al menos en su facilidad de establecimiento. El peligro de sobrepreparar el suelo reflejado en el grado de escorrentía y erosión observado es grande en suelos de este tipo, aun con pendientes mínimas (se estimó entre 2 y 3% en el sitio del experimento). Lo que se define como

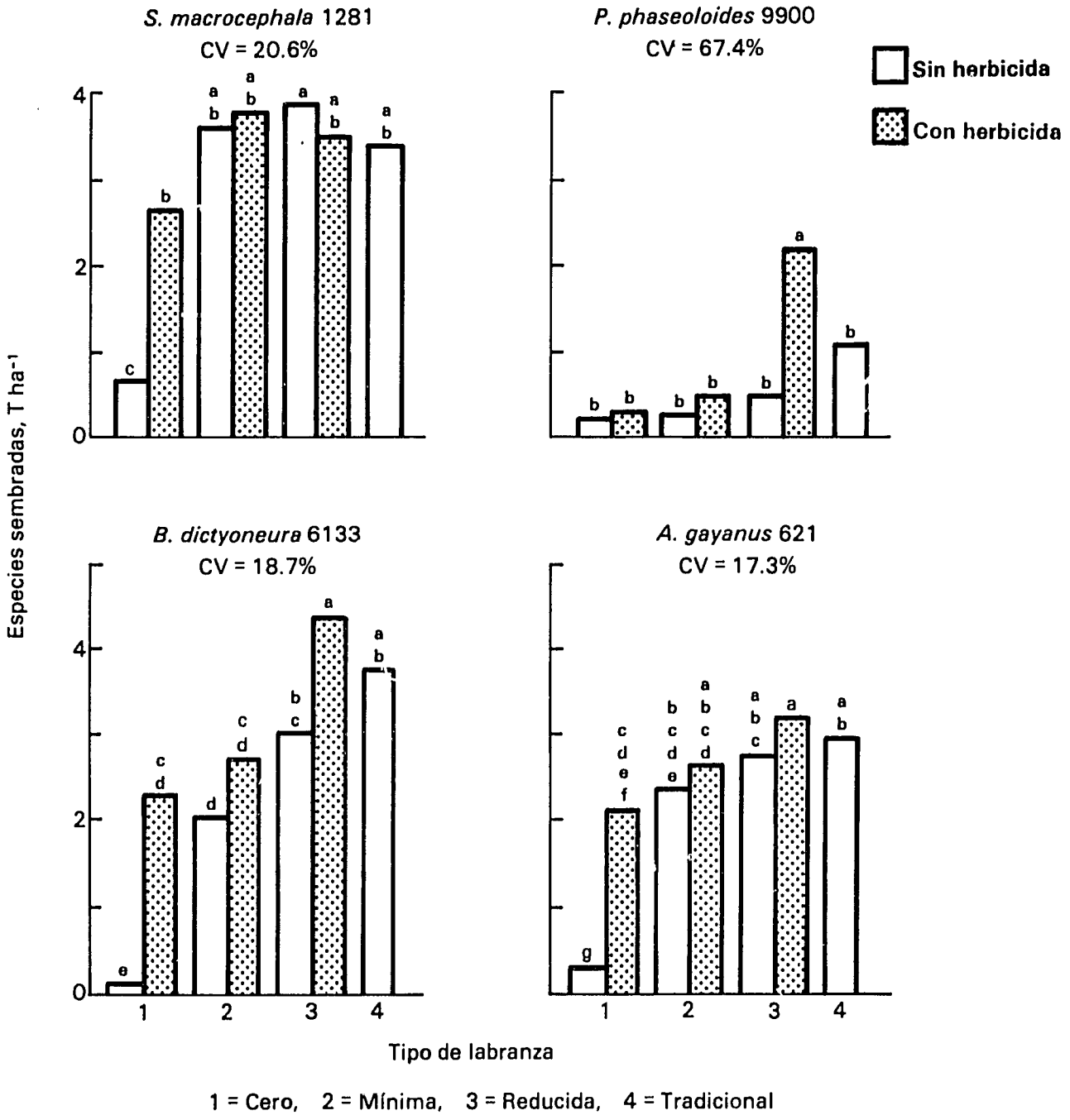


Figura 2. El efecto de labranza y herbicida en el rendimiento de especies sembradas, primer corte. Suelo arenoso, Carimagua.

labranza reducida en un suelo franco arcilloso resulta ser una labranza muy completa en el suelo arenoso y la labranza tradicional se vuelve excesiva en el suelo arenoso. La labranza mínima para suelo franco arcilloso califica fácilmente como labranza reducida en el suelo arenoso. En resumen los tipos de labranza son relativos y habrá que definirlos en relación al tipo de suelo en donde se aplican. En base a la experiencia pareciera que la siembra directa con una labranza mínima sería factible y recomendable para muchos suelos arenosos, a menor costo y con menos riesgo de escorrentía y erosión durante la etapa de establecimiento.

Se ha avanzado en el uso de labranza

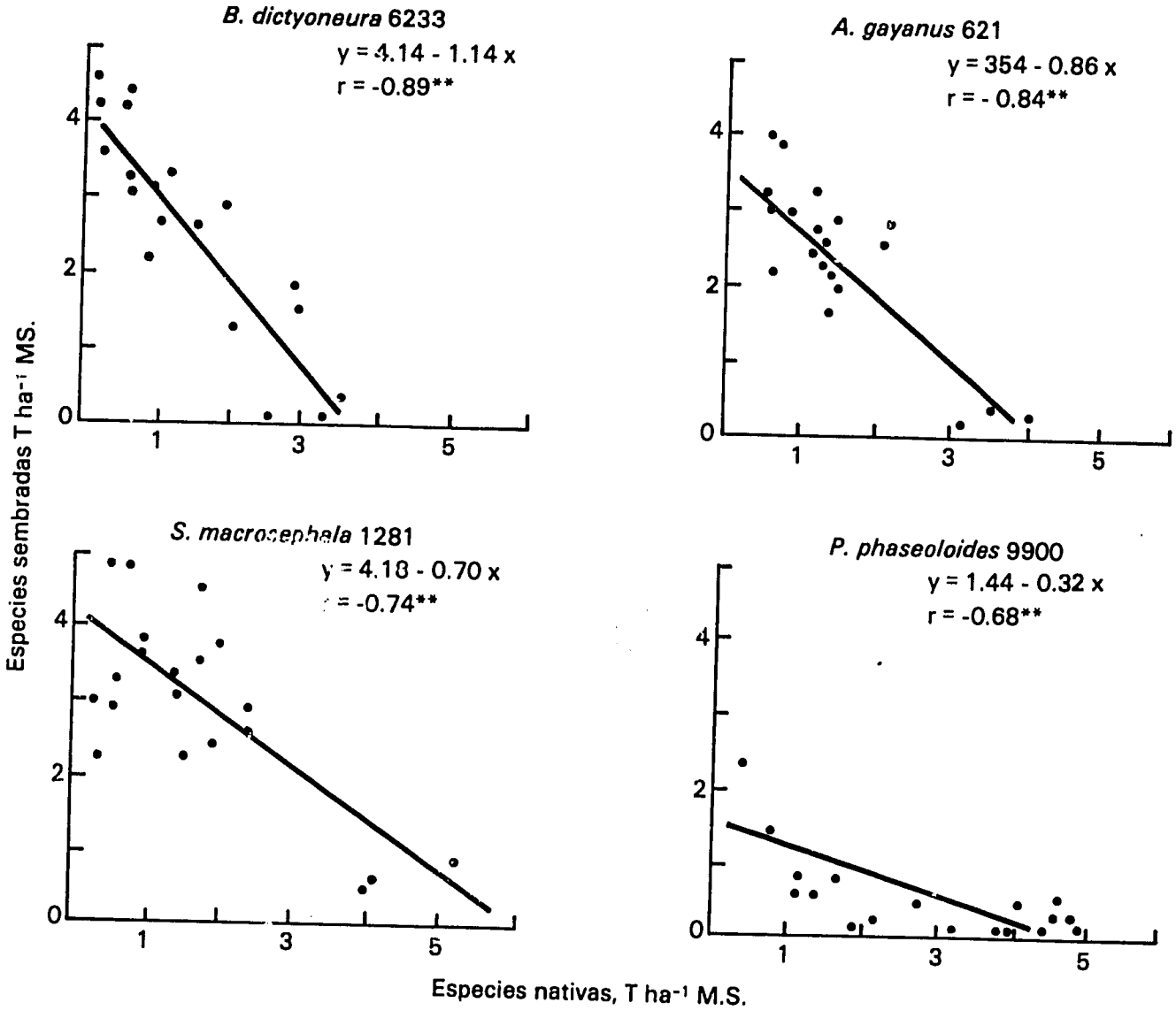


Figura 3. Rendimiento de especies sembradas vs. especies nativas, primer corte. Suelo arenoso, Carimagua.

mínima y en sistemas de cero labranza; ambos temas serán tratados en relación a sistemas de siembra.

SIEMBRAS

Se han empleado varios sistemas de siembra en Carimagua. Inicialmente se utilizó un sistema tradicional en que se sembró y se aplicó también el fertilizante al voleo en tierra preparada en forma tradicional. Luego de experimentar con siembras en hilera y aplicación de fertilizante en banda se adaptó este sistema para la gran mayoría de las siembras realizadas en el Centro. Se ha estudiado una serie de sistemas de siembra basados en poblaciones ralas, dejando que la población original se encargue de cubrir el resto del área mediante semilla y/o estolones. Los resultados se

han presentado en los informes anuales. A partir del año 1978 se concentró la investigación en sistemas de labranza y siembra no tradicionales por el alto costo del establecimiento mediante sistemas tradicionales.

Patrón de Siembra

En el experimento que fué establecido en 1982 se ha seguido las poblaciones de plantas originales de los 5 componentes de Stylosanthes capitata cv. Capica. En la Figura 4 se observa que para Julio de 1985 la población origiginal había desaparecido, pero aún se mantiene una buena reserva de semilla en el suelo, especialmente entre hileras de leguminosa y aun entre hileras de leguminosa y gramínea como se muestra en los Cuadros 1 y 2. En el Cuadro 1 se observa que las reservas de semilla en los sitios leguminosa/gramínea se han reducido notablemente pero no en el caso de los sitios leguminosa/leguminosa y graminea/gramínea. En el Cuadro 2 se nota una reducción entre año 2 y año 3, en las reservas de semilla para todos los tres patrones de siembra y en forma especial para el patrón 1:1 leguminosa/gramínea. Es posible que esto se deba a una menor estabilidad en la composición botánica para este patrón que para los otros dos; sin embargo, la reserva de entre 3/4 y 1 kg de semilla/ha de la leguminosa Stylosanthes capitata sería suficiente para un mantenimiento de población adecuada habiendo condiciones favorables para el desarrollo de las plántulas potenciales.

Cuadro 1. Sitios de recolección y cantidades de semilla en el suelo (0-5 cm) de S. capitata asociada con A. gayanus, dos y tres años después del establecimiento.

Sitio*	Cantidad Semilla (kg ha^{-1})	
	Año 2	Año 3
Leguminosa-leguminosa	2,508a	2,239a
Leguminosa-gramínea	1,739b	0,663b
Gramínea -gramínea	0,157c	0,131c

* Equivalente al área entre surcos correspondiente a cada especie al momento de la siembra (Julio 1982).

a,b,c medias en la misma columna con letras distintas son diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Cantidad de semilla en el suelo (0-5 cm) de S. capitata asociada con A. gayanus en diferentes patrones de siembra, dos y tres años después del establecimiento.

Patrón de siembra (surcos)	Cantidad Semilla (kg ha^{-1})	
	Año 2	Año 3
1 leguminosa x 1 gramínea	2,143a	0,728b
2 leguminosa x 2 gramínea	1,365a	0,985a
3 leguminosa x 3 gramínea	1,437a	1,016a

* Siembra efectuada en Julio 14 de 1982.

a,b medias en la misma columna con letras distintas son diferentes ($P < 0.05$).

Reemplazo de sabana

El experimento fue establecido en el año 1980. Se ha seguido una estrategia de ampliar el área fertilizada en un 20% cada año. Para mayores detalles se recomiendan los informes anuales del 81 hasta el 84. El Cuadro 3 presenta en forma resumida las cargas utilizadas y ganancias de peso/animal/día en épocas seca y húmeda durante 5 años. Ambas asociaciones con B. humidicola han alcanzado a cubrir el área con excepción de las franjas anchas de 5 m sembradas y 20 m de sabana nativa. Durante los primeros 3

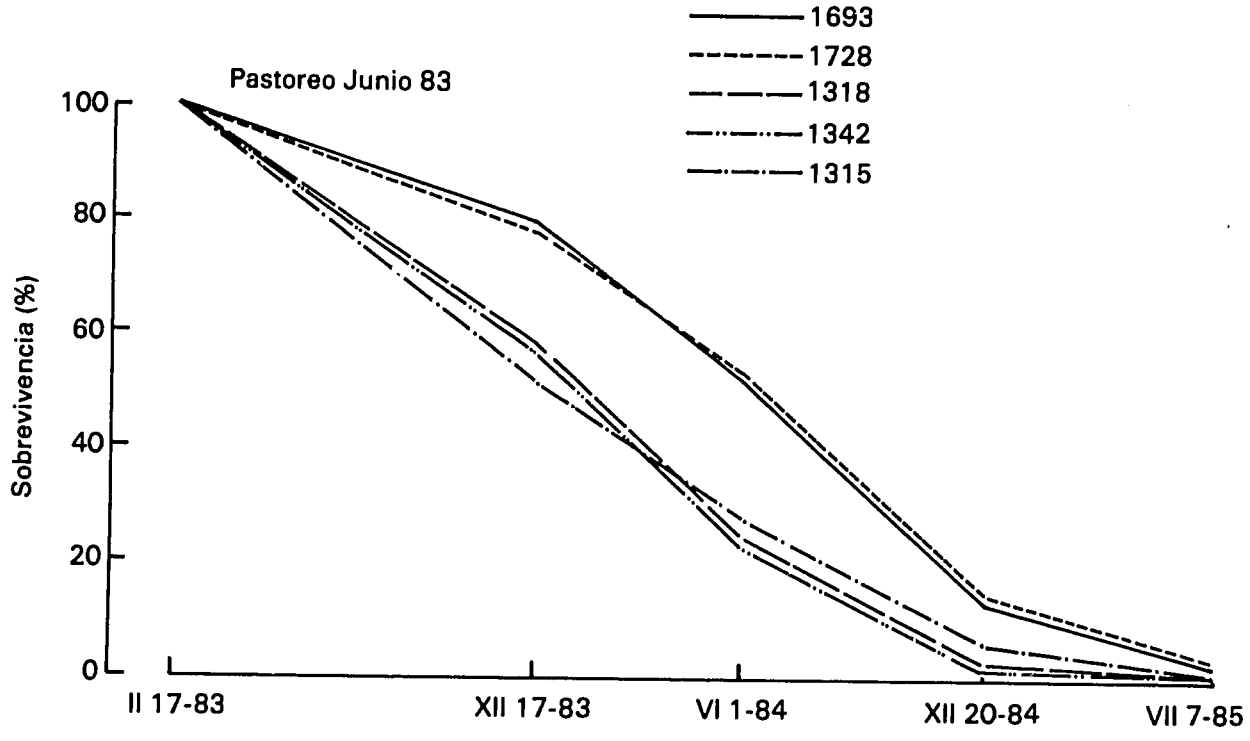


Figura 4. Sobrevivencia de plantas marcadas de S. capitata en asociación con A. gayanus. Datos correspondientes . los cinco ecotipos componentes de la variedad sintética "Capica".

Cuadro 3. Efecto de asociación y año en la ganancia de peso de novillos pastoreando en el ensayo de reemplazo de sabana. Carimagua, 1981-1985.

Tratamiento	Año	Carga seca/húmeda (a/ha)	Estación	
			Seca 150 días (g/a/día)	Húmeda 210 días (g/a/día)
	1981	-/1.0	-	384
B. humidicola	1982	1.5/1.5	87	474
+	1983	1.0/1.0	298	510
D. ovalifolium	1984	1.0/1.0	-29	340
	1985	2.0/2.0	112	276**
	1981	-/1.0	-	481
B. humidicola	1982	1.5/1.5	274	518
+	1983	1.0/2.0	443	455
P. phaseoloides	1984	2.0/2.0	129	222
	1985	2.5/3.5	13	211**
Complejo*	1985	1.0/1.0	-50	288**

* Incluye sabana nativa, D. ovalifolium y P. phaseoloides.

** 120 días.

años las ganancias por animal en estas dos asociaciones fueron satisfactorias, pero, en los últimos dos años, han caído marcadamente. El cambio podría estar relacionado con años (factores climáticos) pero es probable que sea también efecto de maduración de la gramínea y, en el caso de la aso- ciación B. humidicola/P. phaseoloides, una reducción en la participación de la leguminosa, especialmente en los últimos dos años en que la leguminosa ha sufrido por la sequía del 84/85 y por competencia de una gramínea con la cual básicamente no es compatible.

El resultado del experimento de reemplazo de sabana ha sido altamente positivo en cuanto a la estrategia seguida y sugiere la necesidad de diferentes opciones en cuanto a germoplasma. En efecto, se requiere una gramínea igual de agresiva a B. humidicola pero de mejor calidad, o una leguminosa más agresiva para que sea compatible con dicha gramínea.

Siembras directas (escala comercial)

Para permitir la prueba de la estrategia seguida en el experimento de reemplazo de sabana a escala comercial se diseñó una máquina que permite la siembra directa de franjas de gramínea y leguminosa en un sólo pase. La maquina está descrita en el informe anual 1984. El establecimiento inicial fué exitoso, como se observa en el Cuadro 4 por la densidad de plantas presentes 2 meses post-siembra; sin embargo, el desarrollo en el último año no ha sido satisfactorio. La gramínea alcanzó a crecer y cubrir toda el área de la franja de 2.4 m mediante estolones. Desafortunadamente, el anclaje de los estolones es muy débil y al someterse a un pastoreo se pierde gran parte de las plántulas potenciales formadas en los nudos. Se ha aumentado pero muy poco la densidad en el período de un año y en el caso de P. phaseoloides, la densidad se ha reducido a la quinta parte de lo que había 2 meses después de la siembra.

Cuadro 4. Densidad de plantas en franjas 2 y 14 meses después de una siembra directa en un lote comercial. Tomo, Carimagua 1984-1985.

Especies		Densidad (plantas/m^2)*	
		2 meses	14 meses
P. phaseoloides	9900	7.9	1.7
B. dictyoneura	6133	3.2	5.3

* Media de 30 observaciones.

La reducción se debe en parte a ataques de una serie de plagas y también a un verano excepcionalmente severo.

En resumen la estrategia parece válida pero el germoplasma utilizado no parece ser el adecuado. Parecería que se necesita una leguminosa más rústica y tolerante a la sequía y una gramínea más agresiva.

Suplementación de sabana mediante franjas de leguminosa

El experimento ha sido descrito en los informes de 1983 y 1984. Durante la época seca del año 85 se perdió casi toda la población de P. phaseoloides en tanto que S. capitata se mantuvo con buenas poblaciones. Sin embargo, la presión sobre la leguminosa parece demasiado alta frente a su comportamiento en producción de materia seca. El Cuadro 5 muestra el efecto de proporción de leguminosa sembrada y fertilizada por animal y de la carga en la disponibilidad de materia seca total en los potreros, promediando dos muestreos de Junio y Agosto durante la época de lluvias de 1985. El Cuadro 6 muestra el efecto de los mismos factores en la disponibilidad de leguminosa que varía entre 19 y 51 kg de materia seca/animal. Parece que la leguminosa es demasiado palatable y perseguida por el animal o no tiene vigor suficiente para mantener una tasa de crecimiento adecuada en

Cuadro 5. Disponibilidad de materia seca total durante la época húmeda de 1985 en ensayo de suplementación de sabana nativa con siembra de leguminosas en franjas (S. capitata).*

Area de leguminosa sembrada y fertilizada por animal (m^2)	Carga (an ha^{-1})			
	0.33	0.67	1.00	1.33
	MS kg ha^{-1}			
0	2082	-	-	-
1500	2480	2118	2033	1598
2250	-	2543	2068	-

* Media de 2 fechas (Junio - Agosto) mediante sistema Botanal-2.

asociación con 1 sabana nativa y bajo las presiones impuestas.

Parece que el factor germoplasma es el más limitante de nuevo y que las especies escogidas para iniciar el experimento no son adecuadas frente a las condiciones climáticas y edáficas enfrentadas. En base a la experiencia de este experimento se ha tratado de describir una leguminosa sabanera ideal:

- Debería ser rústica, de fácil establecimiento, agresiva, persistente.
- No debe ser demasiado palatable ni adecuada como el único componente de la dieta del animal.
- Su consumo debía estimular el consumo de sabana nativa de relativamente baja calidad; su contenido y calidad de proteína debe ser suficiente para estimular el consumo de la sabana y permitir su uso eficiente por el animal.
- Debido al peligro constante de quemas en la sabana, la leguminosa debía tener cierta tolerancia al fuego accidental o a fuegos pocos frecuentes de manejo.

La siembra mediante 'pellets'

En el informe del 84 se introdujo la idea de siembras mediante el uso de 'pellets' de fertilizante de baja solubilidad a los cuales serían adheridos semillas de especies forrajeras a ser sembradas directamente en sabana nativa o en praderas establecidas. Nuevos 'pellets' han sido fabricados cuyas características se presentan en el Cuadro 7. Los 'pellets' para leguminosas no incluían N. Las mismas mezclas sirvieron como base para la preparación de fertilizantes en forma granulada para permitir la comparación entre el sistema basado en 'pellets' y un sistema más tradicional pero con el mismo fertilizante.

En el Cuadro 8 se muestran los efectos de labranza y control de vegetación en el establecimiento y persistencia de 6 especies forrajeras en un suelo arenoso. La siembra se realizó en Septiembre 1984. El establecimiento fué exitoso con todas las especies y a través de todos los niveles de control de vegetación. La persistencia registrada en las observaciones de Abril y Julio 1985 muestran grandes diferencias entre especies y grados de control de vegetación. Además de la

Cuadro 6. Disponibilidad de leguminosa en la época húmeda de 1985 en ensayo de suplementación de sabana nativa con siembra de leguminosas en franjas.*

Area de leguminosa sembrada fertilizada por animal (m^2)	Repetición	Carga (an ha^{-1}) 0.33	0.67	1.00	1.33
		MS $kg.ha^{-1}$			
1500	I	9	13	21	36
2250		-	34	49	-
1500	II	26	19	21	27
2250		-	51	49	-

* Media de 2 fechas (Junio - Agosto).

Cuadro 7. Fuentes y composición química de fertilizantes usados en 'pellets' de lenta liberación.

Ingrediente	Composición (%) N	P	K	Ca	Mg	S
IBDU (Isobutylidene Diurea)	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Multifosfato	0.0	13.0	0.0	10.7	4.8	0.0
Silicato de potasio	0.0	0.0	8.6	5.7	2.4	0.0
Yeso	0.0	0.0	0.0	23.2	0.0	18.6
Composición de los 'pellets':						
Para leguminosas	0.0	5.2	5.0	9.6	3.0	2.5
Para asociaciones	2.5	4.3	4.2	8.6	2.8	1.8

Cuadro 8. El efecto de labranza y control de vegetación en el establecimiento y persistencia de seis especies forrajeras en un suelo arenoso. Alegría, Carimagua 1984 - 1985.

Especies	Tipo de labranza - Control de vegetación								
	Labranza cero			Control químico			Arado de cinceles		
	11/84	4/85	7/85	11/84	4/85	7/85	11/84	4/85	7/85
	Sitios con plantas vivas								
S. capitata	92	89	82(6)*	86	94	97(33)	89	89	95(32)
S. macrocephala	100	94	86(3)	100	100	100(23)	100	100	100(23)
D. ovalifolium	86	33	42(4)	89	67	81(17)	100	78	83(23)
Centrosema sp.	89	22	22(2)	78	50	50(5)	100	72	72(11)
*P. phaseoloides***	86	17	17(1)	78	31	25(2)	97	39	42(2)
*B. dictyoneura***	42	33	53(2)	56	50	67(10)	92	97	97(18)

* Números entre paréntesis representan el porcentaje de cobertura de 1 m^2 alrededor del sitio de siembra.

** Combinados en el mismo 'pellet'.

persistencia se midió la cobertura lograda en el primer año después del establecimiento del m^2 alrededor de cada sitio de siembra. El efecto del control de la vegetación nativa fue grande para todas las especies, sin embargo, hubo poca diferencia entre control químico y control mediante el uso de cinceles.

Dos experimentos nuevos fueron establecidos en 1985 utilizando los materiales cuyas características se muestran en el Cuadro 7. Cinco especies fueron sembradas con dos sistemas de siembra y tres niveles de control de vegetación y/o labranza. Los experimentos fueron realizados en dos suelos distintos, un suelo franco arenoso de Alegría y otro franco arcilloso en La Reserva, ambos en Carimagua. Se observa en el Cuadro 9 que el establecimiento fue mucho más éxitoso en el suelo franco arcilloso y superior cuando se realizó una labranza con el cincel en la hilera de siembra. El efecto de labranza está relacionado con lluvias excesivamente fuertes durante y después de la siembra produciendo mucha escorrentía y llevando mucha semilla lejos de su sitio de siembra. Este efecto también se nota en el contraste entre establecimiento con pellets y siembra tradicional con fertilizante granulado o en polvo. La semilla pegada a los pellets quedó en su sitio mientras semillas sueltas fueron arrastradas por la fuerte escorrentía. Esto fue especialmente notable en el caso del suelo de Alegría que tiene mayor pendiente y mucho menos estabilidad estructural. El establecimiento fue satisfactorio con la mayoría de las especies cuando se usó el sistema de pellets en todos los niveles de control y labranza y fue éxitoso con todos los sistemas de siembra cuando hubo alguna labranza en la hilera. El sistema sigue siendo promisorio y muy interesante para el establecimiento de especies forrajeras en praderas de especies nativas o pasturas de sólo gramíneas.

Consideraciones económicas

La importancia de sistemas de labranza y/o siembra se destaca en los datos presentados en la Figura 5. Se muestra la participación de los tres principales componentes en el establecimiento (preparación, siembra y fertilizante) en el costo total de acuerdo al sistema de labranza y en el caso de franjas, sistema de siembra. El costo total en dolares se muestra entre paréntesis. La estrategia de sembrar en franjas no se puede comparar directamente con las otras por la demora en la formación de la pastura.

MANTENIMIENTO

En los últimos cinco años se han observado efectos grandes del sistema de pastoreo y de cargas e interacciones entre los dos factores, en asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales. Se ha llegado a la conclusión de que el mantenimiento consiste principalmente en el buen manejo y que la pastura bien manejada, requiere poco fertilizante. En tal caso, las pasturas tropicales pueden servir como barbechos manejados, altamente productivos mientras inducen acumulación de nutrimentos en formas más aprovechables y mejoran las condiciones físicas del suelo. En el Informe Anual 1984 se presentaron datos sobre el efecto de cargas y sistemas de pastoreo en una asociación de P. phaseoloides/A. gayanus; los efectos siguen siendo muy grandes en el presente año, especialmente en cuanto a cargas. Parece que asociaciones con A. gayanus son especialmente susceptibles a pequeñas diferencias en carga como ha sido observado en varios experimentos. La Figura 6 postula algunas relaciones entre tasa de crecimiento, volúmen de forraje y la estabilidad de una pastura. Es obvio que una carga baja conduce a una utilización poco eficiente de la pastura pero de alta estabilidad. La carga óptima trata de

Cuadro 9. El efecto de labranza y control de vegetación en la producción de plántulas vivas un mes después de la siembra en dos tipos de suelo en Carimagua.

Especies	Sistema de siembra	Labranza - control de vegetación - tipos de suelos							
		Labranza cero		Control químico				Arado de cinceles	
				Sitios		Bandas			
		Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arcilloso
		%							
S. macrocephala	Sitio-1**	-	-	37	85	47	82	100	97
	Sitio-2**	-	-	52	80	-	-	93	98
	Pellet	95	95	95	85	90	98	93	100
Centrosema sp.	Sitio-1	-	-	5	53	7	62	83	90
	Sitio-2	-	-	2	48	-	62	90	100
	Pellet	90	100	77	95	78	96	99	100
P. phaseoloides	Sitio-1	-	-	10	42	2	45	83	82
	Sitio-2	-	-	10	35	-	-	97	95
	Pellet	72	90	75	90	68	95	100	98
P. phaseoloides*	Sitio-1	-	-	2	38	3	40	92	78
	Sitio-2	-	-	3	40	-	-	93	95
	Pellet	70	83	48	82	53	95	93	98
B. dictyoneura*	Sitio-1	-	-	5	36	0	25	97	61
	Sitio-2	-	-	2	23	-	-	95	88
	Pellet	78	92	62	92	68	85	95	97

* Combinados en el mismo sitio o pellet.

** El fertilizante del sistema de sitio-2 es granular y tiene la misma composición mineral que el pellet. El fertilizante del sistema de sitio-1 corresponde a una mezcla de fertilizantes convencionales.

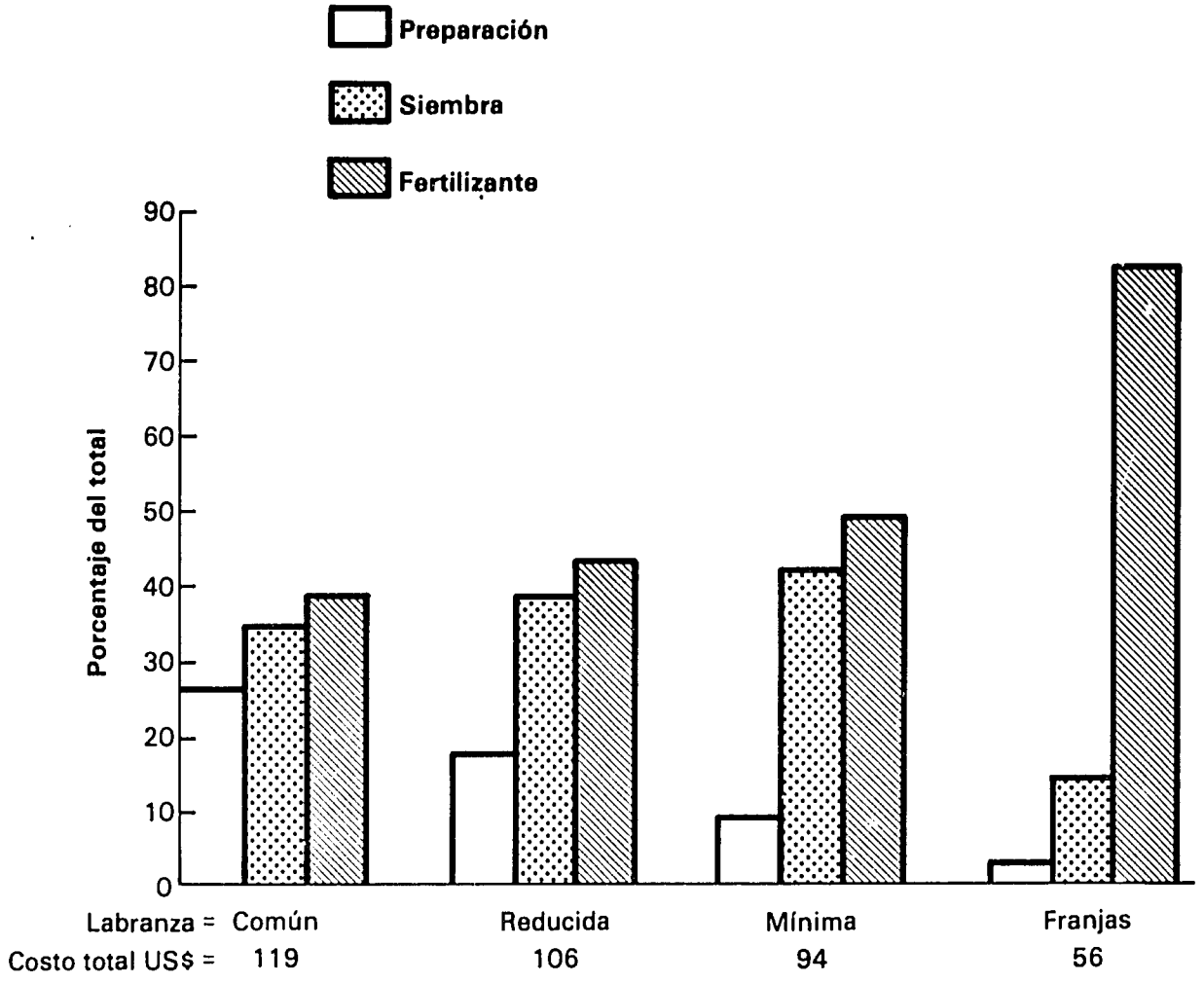


Figura 5. Costos comerciales de establecimiento de una asociación en Carimagua y la participación de los 3 componentes en el costo total.

aprovechar al máximo el potencial de la pastura, manteniéndola en el rango de mayor tasa de crecimiento. Su estabilidad aumenta de izquierda a derecha como se muestra por el ancho de la flecha. La carga alta es especialmente inestable excepto en el extremo izquierdo cuando la pastura se encuentra totalmente degradada y en su mínima tasa de crecimiento.

Manejo flexible

En 1984 se informó de una metodología para la evaluación de germoplasma bajo pastoreo basado en una filosofía de manejo flexible. El primer experimento fue establecido en Barrolandia en el extremo sur de Bahía por la División de Ciencias Animales de CEPLAC con sede en Itabuna, Bahía. Después de 18 meses de pastoreo la asociación de P. phaseoloides/B. humidicola se encuentra estable y altamente productiva, soportando 3.75 animales/ha con ganancias de aproximadamente 600 g/cabeza promedio de todo el año. Ha sido necesario sólo

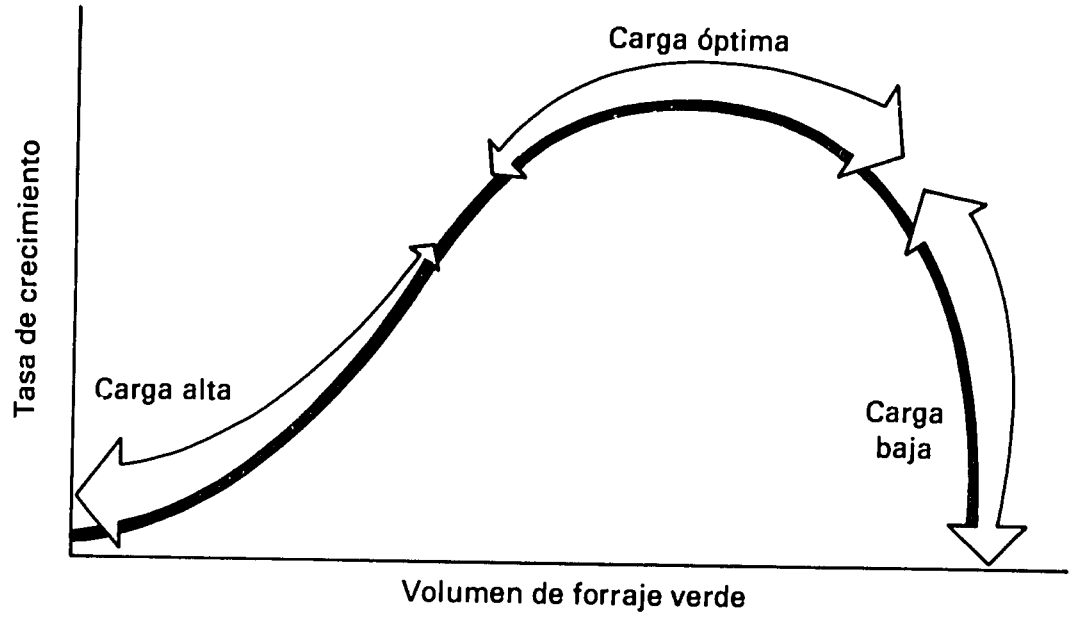


Figura 6. El efecto de cargas en el volumen de forraje, la tasa de crecimiento del pasto y su estabilidad.

ajustar el sistema de pastoreo dos veces para mantener los parámetros críticos dentro del sobre de buen manejo descrito en el último informe anual.

Se instaló un nuevo experimento en Carimagua en 1984 incluyendo cinco asociaciones cuyo desarrollo se muestra en la Figura 7 y el Cuadro 10. El manejo está dividido en dos componentes: carga y sistema de pastoreo y está definido en términos de dos parámetros de la pastura: porcentaje de leguminosa y forraje en oferta. Cuando la pastura se acerca a los límites de los dos parámetros se realizan ajustes en la carga o el sistema de pastoreo para que la asociación se mantenga dentro del rango deseado.

En el desarrollo del experimento de manejo flexible en Carimagua han habido algunos problemas de germoplasma y ha sido necesario reemplazar una de los Centrosema y es posible que sea necesario reemplazar el Stylosanthes macrocephala 1281 por susceptibilidad a la Rhizoctonia. Además, Arachis pintoi se ha mostrado poco vigoroso durante la etapa de desarrollo, posiblemente por la falta de inoculación, debido a la siembra con material vegetativo, factor que actualmente se está estudiando junto con otros factores nutricionales. La flexibilidad del manejo permite ajustar a nivel de asociación y de repetición para compensar deficiencias en el establecimiento de las pasturas. Como ejemplo, vemos en la Figura 7 el contraste entre las dos repeticiones de A. gayanus x Centrosema sp. con respecto a porcentaje de leguminosa y forraje en oferta. La repetición II se inició con un porcentaje de 5% leguminosa vs. 25% en la repetición I. La repetición I ha sido manejada con un sistema de pastoreo de 21/21 días de pastoreo/días de descanso mientras la repetición II se ha manejado con un sistema de 7/7, dando lugar a una evolución en la población de leguminosa que al final del período estuvo en 32%

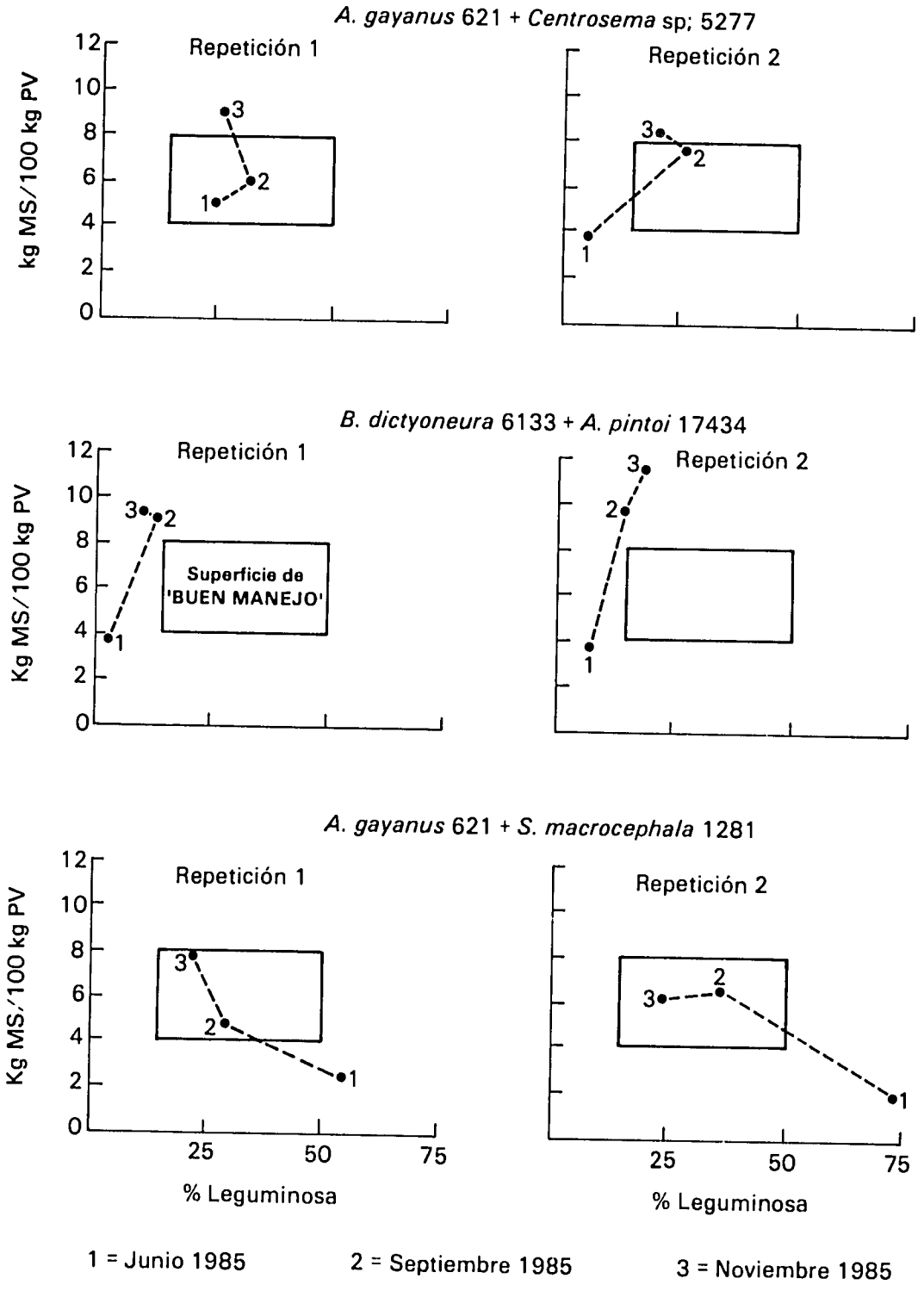


Figura 7. **Oferta de forraje en base seca y composición botánica de tres asociaciones de gramíneas y leguminosas durante 1985 en ensayo de pastoreo flexible en Carimagua.**

y 26%, respectivamente (Cuadro 10). Es casi imposible evitar ese tipo de diferencia entre asociaciones y repeticiones en la etapa de establecimiento y resultaría muy difícil corregir y compensar las diferencias, utilizando sistemas de manejo fijo por razones obvias.

Cuadro 10. Efectos de carga animal y sistema de pastoreo sobre la composición botánica de tres asociaciones durante el período de uniformización en el experimento de manejo flexible en Carimagua (105 días).

Asociación	Rep.	Carga media	Sistema de pastoreo (ocupación/descanso)		Composición botánica	
			Inicial 54 días	Final 51 días	Inicial**	Final
		UA*ha^{-1}	-------- Días ------		-- % leguminosa --	
A. gayanus 621 +	1	1.7	14-14	21-21	25	32
Centrosema sp. 5277	2	1.6	14-14	7-7	5	26
A. gayanus 621 +	1	1.9	28-28	21-21	54	29
S. macrocephala 1281	2	1.7	28-28	21-21	73	36
B. dictyoneura 6133	1	1.9	14-14	7-7	3	13
A. pintoi 17434	2	2.1	14-14	7-7	7	15

* UA = 400 kg peso vivo.
** = Junio 1 de 1985

Calidad y productividad de pasturas

A partir de 1985 las actividades de investigación de la Sección de Productividad y Manejo de Pasturas fueron transferidas a la Sección de Calidad de Pasturas y Nutrición. Este cambio determinó la formación de la Sección de Calidad y Productividad de Pasturas, la cual tiene los siguientes objetivos de investigación:

1. Caracterizar germoplasma promisorio en términos de calidad nutritiva.
2. Evaluar manejos del pastoreo en pasturas ensambladas con germoplasma en categorías IV y V en términos de persistencia y productividad animal.
3. Determinar factores nutricionales asociados con productividad animal en pasturas nativas y mejoradas.

Se resumen a continuación los resultados de proyectos de investigación ya finalizados y se da un informe de progreso de estudios en marcha, incluyendo un trabajo metodológico que se viene realizando en Carimagua.

CARACTERIZACION DE GERMOPLASMA

Los trabajos de caracterización de factores de calidad de germoplasma se continuan realizando en la Subestación CIAT Quilichao. Se reportan resultados de dos proyectos: 1) Palatabilidad relativa de 8 leguminosas y 2) Productividad animal en tres genotipos de Andropogon gayanus.

Palatabilidad relativa de leguminosas

En colaboración con la Sección de Germoplasma se evaluó la palatabilidad relativa de 8 leguminosas en un período de máxima y un período de mínima precipitación, empleando un sistema de "cafetería" bajo pastoreo. En el Informe de 1984 se presentaron los primeros resultados de este proyecto, obtenidos durante un período de máxima precipitación. En la Figura 1 se resumen los resultados de las tres evaluaciones realizadas. Consistentemente, el Centrosema sp 5568 aparece como la leguminosa mas palatable en los dias 1-3, que son los mas sensibles para detectar diferencias en palatabilidad. Por otro lado, la palatabilidad relativa de Tadehagi sp. 13276, S. viscosa 1353 + 1538 + 2405 y S. guianensis var. pauciflora 2812 fue baja en las tres evaluaciones. Llama la atención, que en las evaluaciones realizadas durante 1985 la Flemingia sp. 17403 fue mucho más consumida que en la evaluacion de 1984, donde prácticamente fue rechazada. Esta diferencia pudo deberse a plantas menos maduras durante 1985 como consecuencia de cortes de uniformización antes de iniciar la prueba de "cafetería".

En general, se puede decir que los resultados de palatabilidad obtenidos a través de las 3 evaluaciones han sido bastante consistentes, aun cuando llaman la atención sobre la necesidad de realizar pruebas de "cafetería" con rebrotes de diferente madurez.

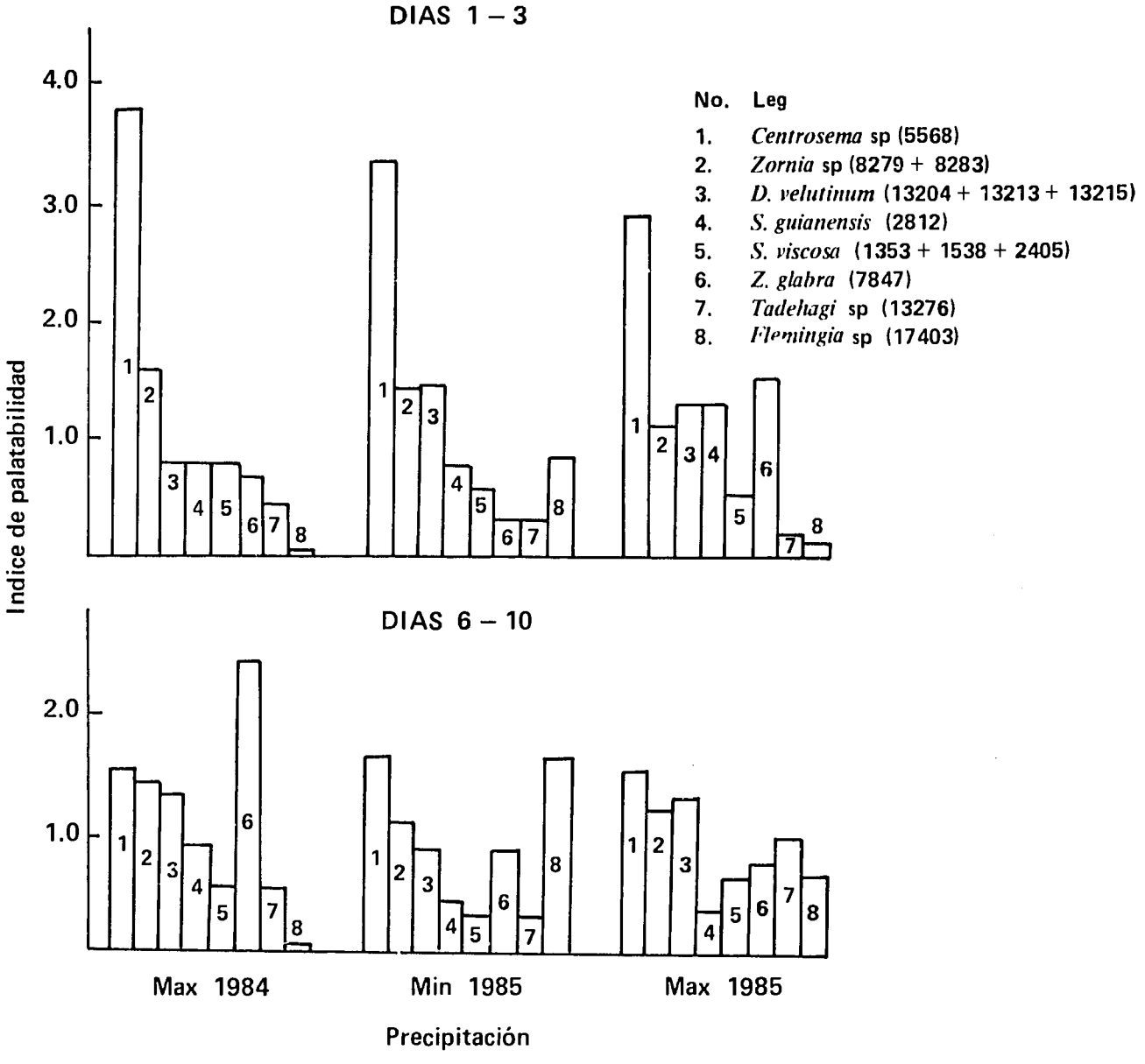


Figura 1. Indice de palatabilidad de 8 leguminosas en tres diferentes épocas del año, (Quilichao).

Productividad animal en genotipos de A. gayanus

Como antecedente de este proyecto se menciona que genotipos de A. gayanus seleccionados en base a hojosidad por la Sección de Fitomejoramiento fueron inicialmente evaluados con carneros en jaula metabólica (Informe 1982) y luego bajo pastoreo (Informe 1984). En la prueba con carneros en jaula se vio que hubo mas consumo de los genotipos con mayor proporción de hojas, lo cual estuvo relacionado con un menor tiempo de retención de los residuos no digeridos en el tracto digestivo. Sin embargo, cuando estos genotipos se evaluaron bajo pastoreo no se encontraron diferencias de consumo entre accesiones, incluyendo CIAT 621 como control.

El proyecto fue replanteado con el objetivo de evaluar ganancia de peso. Para tal fin se utilizó la misma área (1.2 ha) del ensayo donde se midió consumo bajo pastoreo. Se incluyó en la prueba los tres genotipos de A. gayanus (hojoso, talloso y 621 como control) cada uno con 4 potreros de 0.21 ha. El pastoreo es rotacional con 7 días de ocupación y 21 días de descanso, utilizando 2 animales fijos por genotipo y uno volante esporádicamente. Los animales se pesan cada 35 días (1 rotación completa + 1 potrero) y se realizan las siguientes mediciones en las pasturas: 1) Forraje disponible y proporción de partes de la planta antes y después del pastoreo; 2) Selectividad animal con fistulados del esófago; y 3) Calidad del forraje disponible y seleccionado.

Las ganancias de peso obtenidas después de 420 días de evaluación han sido en promedio similares para los tres genotipos (Cuadro 1). Sin embargo, en la tercera evaluación, que correspondió en parte a una época de mínima precipitación, las ganancias de peso fueron mayores (P .05) en los genotipos tallosos y 621 en comparación con el genotipo hojoso. Esto se debe al comportamiento pobre del genotipo hojoso bajo condiciones de estrés de agua. En términos de producción de biomasa (Cuadro 2) tampoco se han encontrado diferencias significativas entre genotipos y en consecuencia las presiones de pastoreo aplicadas en las tres entradas han sido similares (rango 9.7 a 11.1 Kg MSV/100 Kg PV/día).

Contrario a lo esperado, la proporción de hojas en relación a tallos ha sido similar en el forraje en oferta antes y después del pastoreo (Figura 2). Por otro lado, la proporción de hojas en el forraje seleccionado al inicio del pastoreo ha sido similar en los tres genotipos, aun cuando existe una tendencia a mayor selección de hojas en el genotipo hojoso, particularmente hacia el final de la ocupación de los potreros (Figura 3). No se han encontrado diferencias en calidad (proteina cruda y digestibilidad in vitro) entre genotipos de A. gayanus, tanto en forraje en oferta como seleccionado.

Los resultados obtenidos hasta la fecha muestran que las mayores diferencias entre genotipos de A. gayanus evaluados son en morfología (Figura 4) y no en relación hoja:tallo o valor nutritivo. Las diferencias en arquitectura entre genotipos no se han reflejado en ganancias de peso.

Se plantea que las ventajas comparativas de un genotipo como el hojoso, de porte bajo en pastoreo, podrían ser en términos de facilidad de manejo y compatibilidad con leguminosas. Estas hipotesis tendrían que probarse antes de proseguir con un programa de selección de genotipos de A. gayanus de porte bajo.

MANEJO Y PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS

Los trabajos de manejo y productividad animal en pasturas constituyen la actividad central de la sección. Estos trabajos se vienen desarrollando en la

Cuadro 1. Ganancia de peso en tres genotipos de A. gayanus (Quilichao).

Período de Evaluación[1]	Carga (UA ha^{-1})[2]	Genotipos Hojoso	Talloso	621
		($g\ A^{-1} día^{-1}$)		
I	3.6	482	457	629
II	3.4	500	439	507
III	3.5	296[a]	400[b]	468[b]
Promedio		426	432	535

1/ 140 días por período de evaluación: (Rotación completa + 1 potrero).

2/ UA = 400 Kg PV.

a,b, medias diferentes ($P < .05$).

Cuadro 2. Disponibilidad inicial de forraje en genotipos de A. gayanus (Quilichao).

Período de Evaluación[1]	Carga (UA ha^{1})[2]	Genotipos Hojoso	Talloso	621
		(kg MSV ha^{1})		
I	3.6	4852	4584	4530
II	3.4	3331	4873	3656
III	3.5	2932	2845	3796
Promedio		3705	4101	3994

Análisis: Genotipos (NS).

1/ 140 días por período de evaluación: (Rotación completa + 1 potrero).

2/ UA = 400 Kg PV.

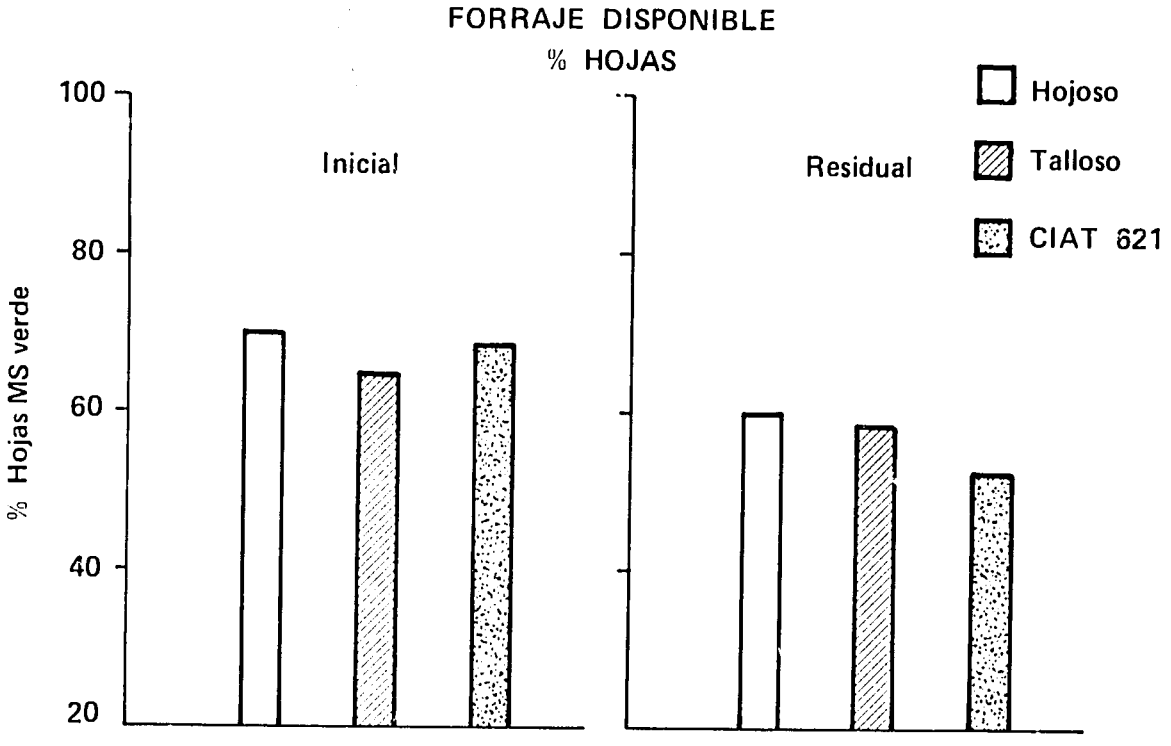


Figura 2. Proporción de hojas en el forraje disponible en genotipos de *A. gayanus* (Quilichao).

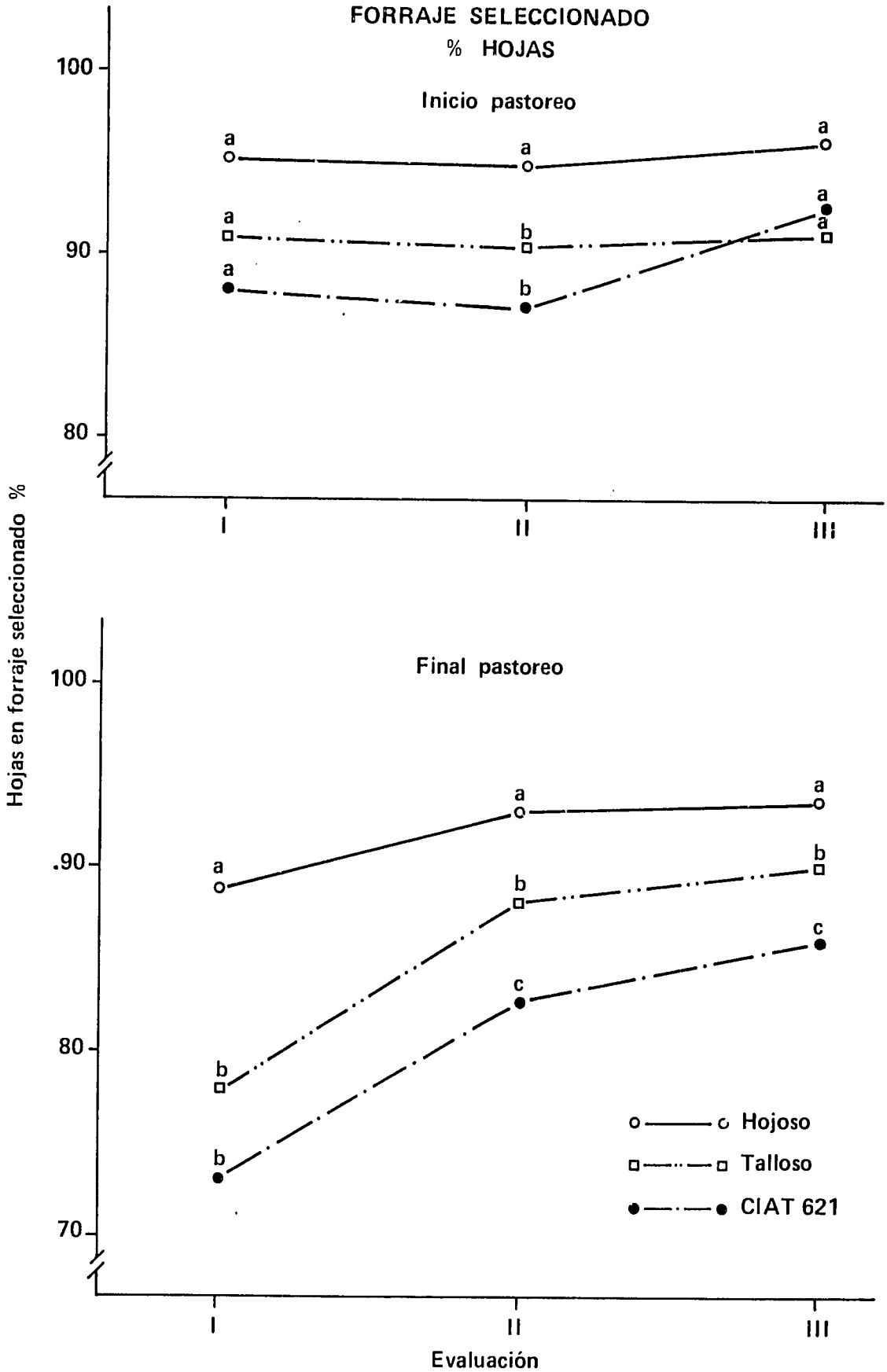


Figura 3. Proporción de hojas en el forraje seleccionado en genotipos de *A. gayanus* (Quilichao).

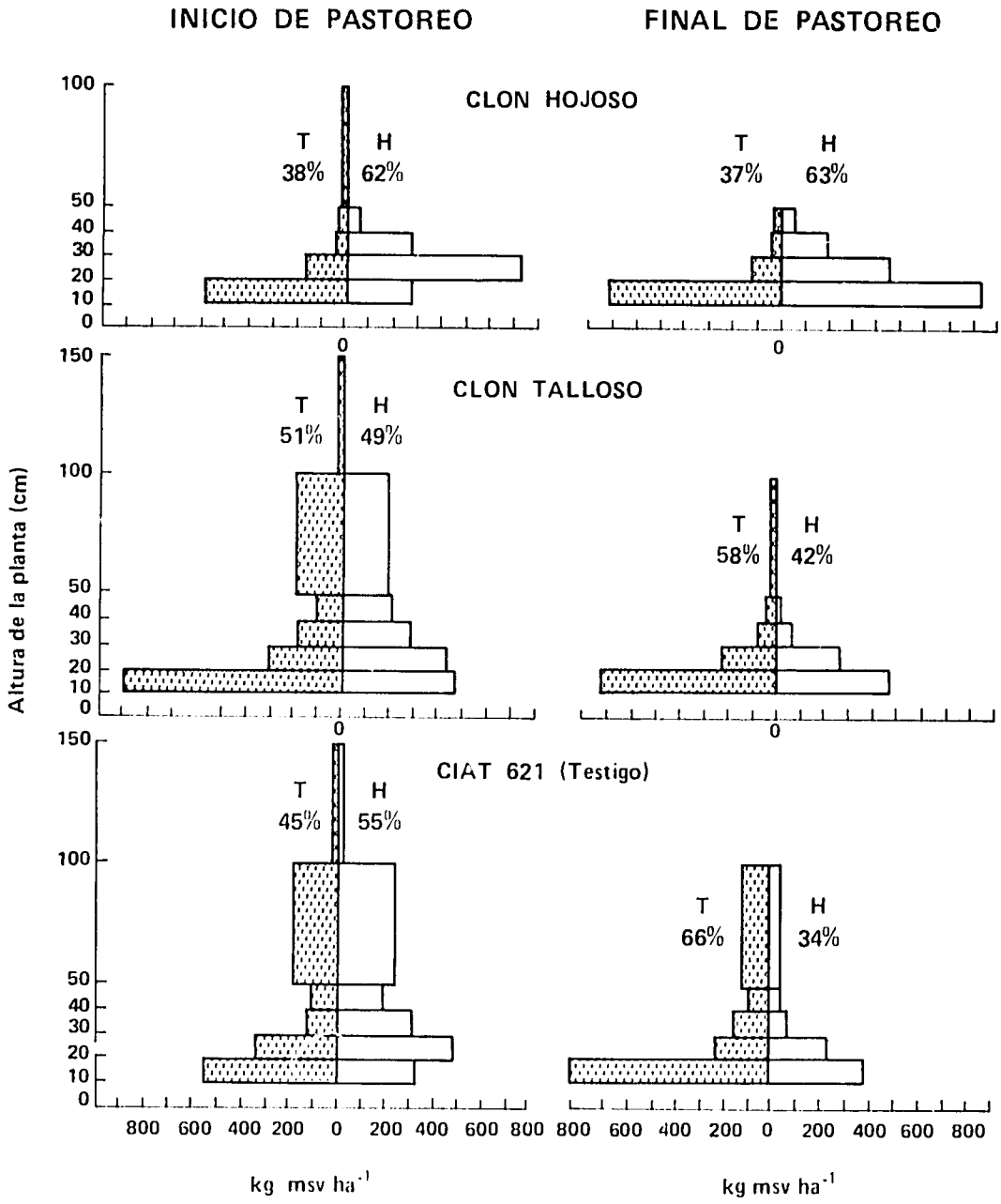


Figura 4. Cantidad de hojas y tallos al inicio y final de pastoreo de 2 clones de *A. gayanus* (Hojoso y Talloso) en comparación con *A. gayanus* 621.

Subestación CIAT Quilichao y en la Estación Carimagua en los Llanos de Colombia. Existen en la actualidad cuatro pruebas de pastoreo, sobre las cuales se da un informe de progreso.

Pastoreo de B. dictyoneura + D. ovalifolium

En el año de 1983 se estableció en la Subestación CIAT Quilichao un experimento de pastoreo con B. dictyoneura 6133 en asociación con D. ovalifolium 350. El objetivo del trabajo es el de establecer relaciones entre atributos de la pastura y producción animal. Con esto en mente se incluyeron como tratamientos 3 cargas contrastantes en pastoreo rotacional de 7 días de ocupación y 21 dias de descanso. El área total del experimento es de 1.1 ha, lo cual determina que las áreas para carga alta, media y baja sean de 2482, 3723 y 4964 m^2, respectivamente. Con el fin de obtener una buena estimación de atributos de la pastura, se realizan cada 28 dias mediciones de: 1) forraje en oferta, 2) composición botánica, 3) selectividad animal y 4) Calidad del forraje en oferta y forraje seleccionado por fistulados del esófago. Los animales (2 por tratamiento de carga) se pesan cada 35 días.

En este informe se reportan resultados de 420 días de pastoreo, que corresponden a 15 ciclos de rotación completa. Durante el tiempo de evaluación se han creado diferencias grandes entre cargas en disponibilidad de forraje total expresado en materia seca verde (Figura 5) y en disponibilidad de leguminosa (Figura 6). Debido a la baja palatabilidad del D. ovalifolium se pensó que en la carga alta la leguminosa dominaría a la gramínea, cosa que no ha sucedido. En el Cuadro 3 se puede observar que en la carga alta es donde se presenta la menor ($P < .05$) proporción de leguminosa. A pesar de las grandes diferencias en carga animal y por ende en presión de pastoreo la proporción de leguminosa seleccionada ha sido relativamente constante en los tres tratamientos.

En términos de calidad del forraje en oferta, las mayores diferencias debidas a tratamiento de carga han sido en digestibilidad in vitro de la materia seca (Cuadro 4). La mayor digestibilidad del forraje en oferta en la carga alta esta asociada a una mejor calidad del rebrote de la gramínea y a una menor proporción de D. ovalifolium, el cual tiene una digestibilidad in vitro más baja que la gramínea. Aún así, las diferencias en calidad del forraje en oferta no se han reflejado mayormente en la calidad de la dieta seleccionada (Cuadro 4).

A pesar de los cambios que se han generado en las pasturas, las ganancias de peso han sido similares en las tres cargas (Cuadro 5). Esta falta de diferencias en ganancias de peso ha imposibilitado el establecer regresiones entre lo medido en la pastura y el comportamiento animal.

En base a los resultados obtenidos hasta la fecha es evidente que bajo las condiciones de Quilichao la asociación de B. dictyoneura 6133 + D. ovalifolium 350 es muy productiva y con una alta capacidad de carga. Con el fin de poder generar mayores diferencias en ganancia de peso se tomó la decisión de aumentar un animal por tratamiento.

Pastura de B. decumbens con y sin leguminosa

El ensayo de pastoreo donde se compara la productividad animal en B. decumbens solo y en asociacion con P. phaseoloides bajo pastoreo continuo y con una misma carga variable por época del año es el más antiguo de Carimagua. El experimento entró en su séptimo año y en el Cuadro 6 se presentan los resultados de ganancia de peso correspondientes a 1985. Las ganancias de peso durante la época seca y

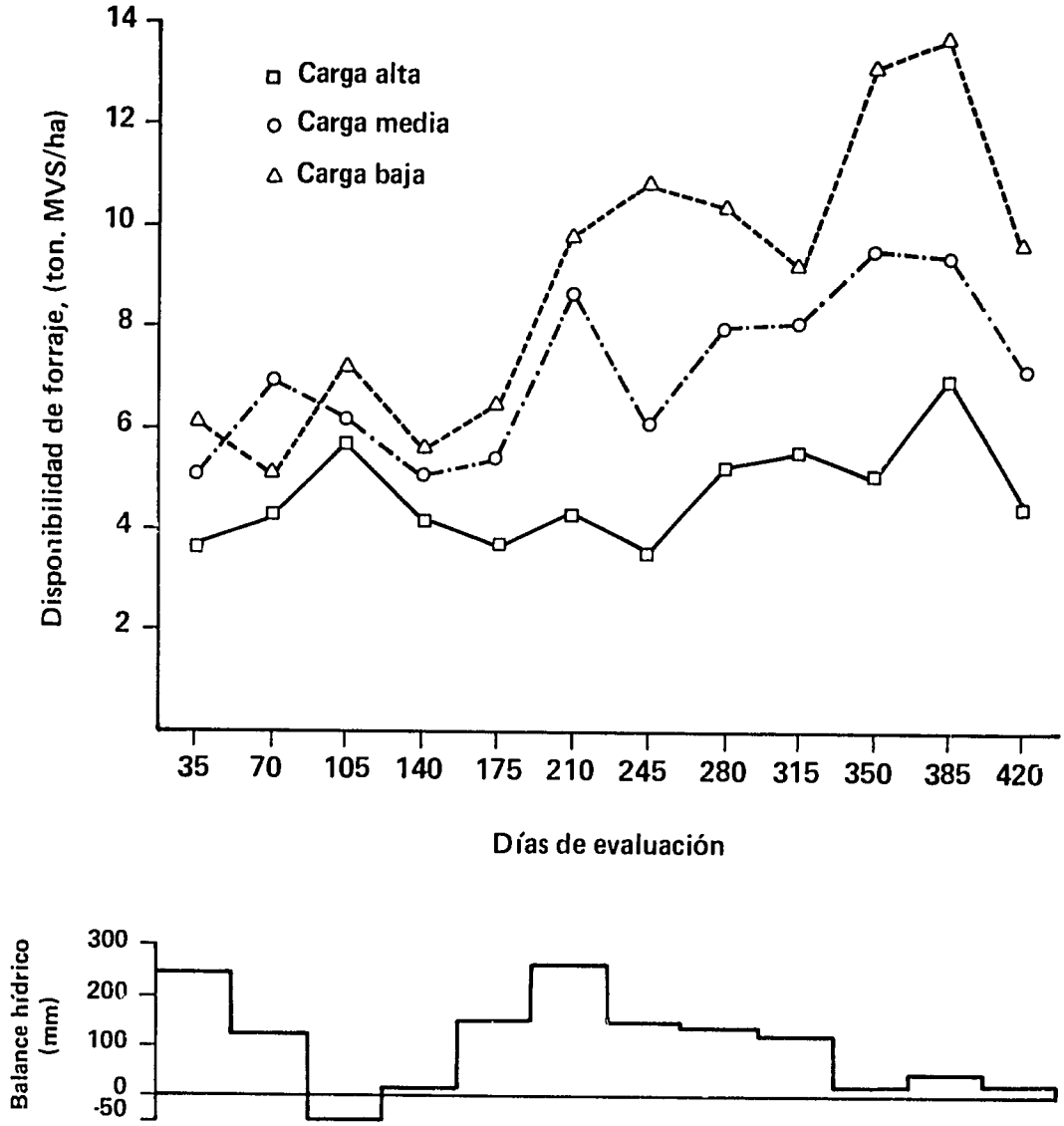


Figura 5. Dinámica de la disponibilidad de forraje en la asociación *B. dictyoneura* - *D. ovalifolium*. (Quilichao).

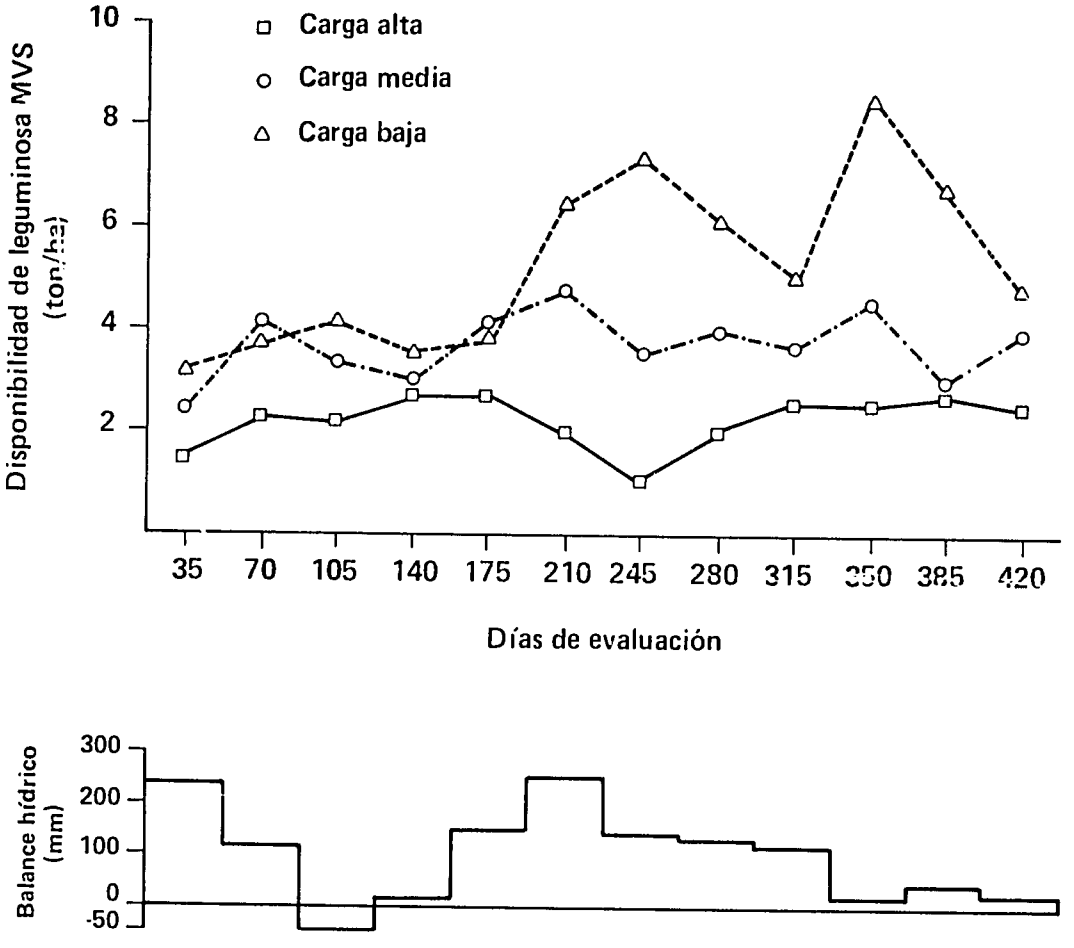


Figura 6. Dinámica de la disponibilidad de leguminosa en una asociación de *B. dictyoneura* - *D. ovalifolium*. (Quilichao).

Cuadro 3. Efecto de carga en la composición botánica del forraje disponible y seleccionado en una pastura de B. dictyoneura + D. ovalifolium 350 (Quilichao).

Carga (UA ha^{-1}) 1	Leguminosa		Indice de selección
	Disponible (%)	Seleccionada (%)	
Alta (4.8)	48.0[a]	30.5	0.64
Media (3.7)	53.2[a,b]	30.5	0.57
Baja (2.8)	59.7[b]	32.5	0.57

a,b, medias diferentes (P < .05).
1/ UA = 400 Kg PV

Cuadro 4. Efecto de carga en la calidad del forraje en oferta y seleccionado en una pastura de B. dictyoneura + D. ovalifolium 350 (Quilichao).

Carga (UA ha^{-1}) 1	Forraje			
	Disponible		Seleccionado	
	PC	DIVMS	PC	DIVMS
Alta (4.8)	9.9	47.5[a]	11.0[a]	49.2
Media (3.7)	9.6	45.5[b]	11.0[a]	49.2
Baja (2.8)	9.5	43.8[b]	10.6[b]	49.0

a,b, medias diferentes (P < .05).
1/ UA = 400 kg PV

lluviosa fueron mayores en la asociación que en la graminea pura. Estos resultados traducidos a ganancia anual son consistentes con los obtenidos en años anteriores (Figura 7), donde la gramínea asociada ha producido de 40 a 50 Kg más de ganancia de peso por animal por año que la gramínea pura.

En este ensayo la presencia de la leguminosa en la pastura no sólo ha contribuído a aumentar el consumo de proteína y calidad de la gramínea (ver Informe 1984) sino también ha resultado en mayor cantidad de forraje en oferta (Cuadro 7). Para aprovechar esta mayor producción de forraje en la asociación se planea aumentar la carga

Cuadro 5. Efecto de carga animal en la ganancia de peso de novillos pastoreando B. dictyoneura + D. ovalifolium 350 (Quilichao).

Carga (UA ha^{-1}) 1	Ganancias de Peso	
	Sin Ayuno	Con Ayuno
	(g A^{-1} $día^{-1}$)	
Alta (4.8)	400	392
Media (3.7)	498	447
Baja (2.8)	463	435

1/ UA = 400 Kg PV

Cuadro 6. Ganancias de peso en B. decumbens solo y asociado con Kudzu (1985)[1] (Carimagua).

Pastura	Carga[2] (A ha^{-1})	Ganancia diaria Sequía (g A^{-1} $día^{-1}$)	Ganancia diaria Lluvia (g A^{-1} $día^{-1}$)	Ganancia anual (kg A^{-1})
B. decumbens	2/1	222[a]	367[a]	116
B. decumbens + Kudzu	2/1	322[b]	489[b]	158

1/ Séptimo año de pastoreo.

2/ Lluvia/sequía

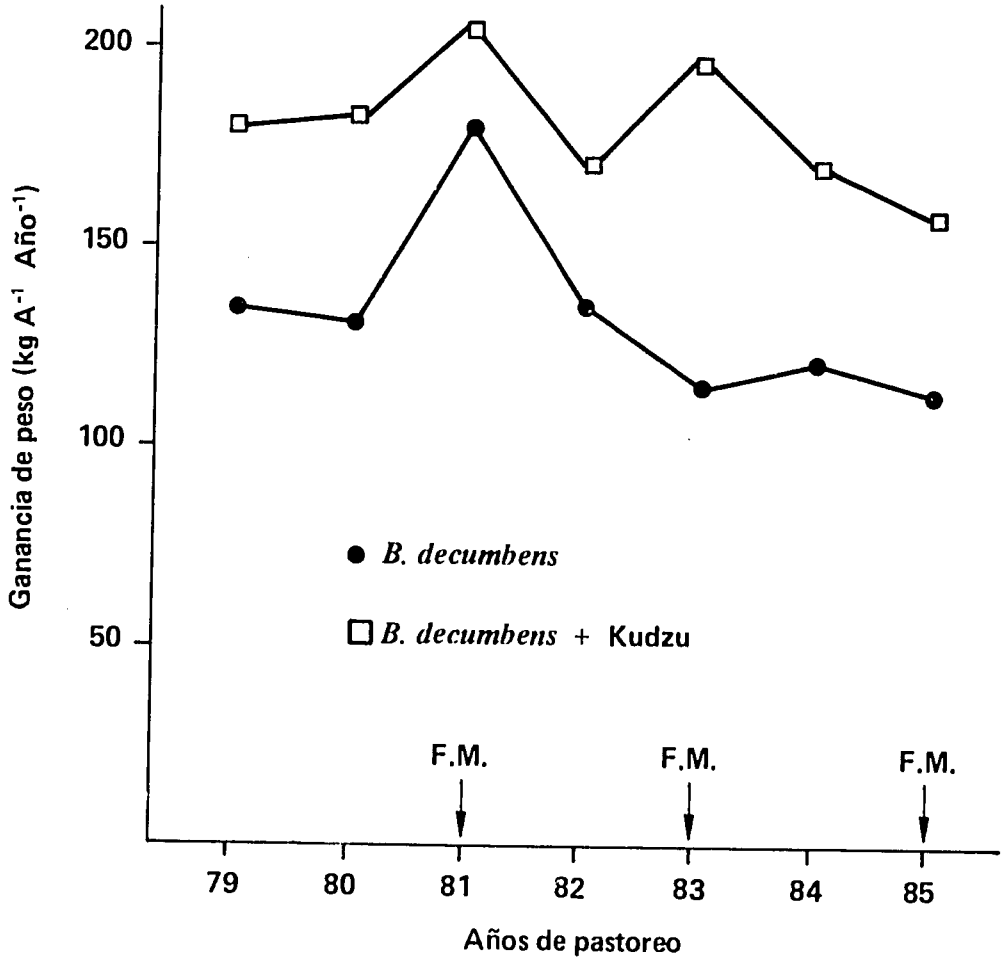


Figura 7. Productividad animal en *B. decumbens* solo y asociado con Kudzu con fertilización de mantenimiento (FM) cada 2 años (Carimagua).

Cuadro 7. Disponibilidad de forraje y composición botánica en B. decumbens solo y asociado con Kudzu. (Carimagua).

Pastura	Epoca	Gramínea Disponible (kg MS ha^{-1})	% Leg
B. decumbens	Transición[1]	1545	-
B. decumbens + Kudzu		2269	38.0
B. decumbens	Seca[2]	859	-
B. decumbens + Kudzu		1594	1.5
B. decumbens	Lluviosa[3]	1892	-
B. decumbens + Kudzu		2805	9.0

1/ Muestreo Nov.-Dic. 1984.
2/ Muestreo Feb.1985.
3/ Muestreo Jun.1985.

de 1 a 1.5 A ha^{-1} en época seca y de 2 a 2.5 A ha^{-1} en época lluviosa. Es posible que con este nuevo manejo se amplíen aún más las diferencias en productividad entre el B. decumbens con y sin leguminosa.

Pastura de A. gayanus con y sin leguminosa

Durante 1985 se continuó evaluando en Carimagua al A. gayanus solo y en asociación con leguminosas (S. capitata + C. brasilianum 5234 y S. capitata + C. macrocarpum 5065), bajo dos sistemas de pastoreo y una misma carga. Los resultados de ganancia de peso (Cuadro 8) muestran fuertes pérdidas de peso en A. gayanus sin leguminosa durante la época seca al punto de que en pastoreo continuo hubo necesidad de retirar los animales. En contraste, durante esta misma época los animales mantuvieron su peso en las asociaciones tanto en pastoreo continuo como rotacional. Fue sorprendente observar el excelente comportamiento de C. brasilianum 5234 durante la época seca, lo cual contrasta con el pobre comportamiento de C. macrocarpum 5065, el cual desapareció prácticamente de los potreros.

Durante la época lluviosa las ganancias de peso han sido mayores en las asociaciones que en la gramínea sola, no existiendo diferencias entre sistemas de pastoreo. Debe reconocerse sinembargo, que el potencial de producción de las pasturas de A. gayanus bajo pastoreo rotacional se está subestimando en este ensayo debido a la rigidez del diseño. Esto se confirma al verificar que la disponibilidad de hojas de gramínea en base seca es casi dos veces mayor en pastoreo rotacional que en pastoreo

continuo durante la época de lluvia (Cuadro 9).

Dado que en este experimento se tiene en un mismo potrero S. capitata y C. brasilianum 5234 ha sido de interés seguir su dinámica por separado a través del tiempo (Figura 8). Mientras que el C. brasilianum 5234 existía en buena proporción durante la época seca (Enero-Marzo), la disponibilidad de S. capitata era muy baja. En contraste, con el inicio de lluvias la disponibilidad de C. brasilianum bajó considerablemente por fuerte ataque de rhizoctonia mientras que el S. capitata aumentó. Estos resultados sugieren que la mezcla de leguminosas con diferentes comportamientos estacionales sería una práctica recomendable a nivel de productor.

De los resultados obtenidos hasta la fecha resulta evidente que la productividad y persistencia del A. gayanus sin leguminosas y bajo pastoreo continuo es muy baja en los Llanos de Colombia. Es claro también que el A. gayanus con o sin leguminosas responde en forma muy significativa a sistemas de pastoreo que involucren descanso, lo cual se debe traducir en mayores ganancias de peso por hectárea si se hacen los ajustes correspondientes de carga. Las ventajas de incluir leguminosas en asociación con A. gayanus no sólo se manifiestan en mayor producción animal sino también en productividad de biomasa comestible, como se ha reportado para otras gramíneas.

Pastoreo de A. gayanus con leguminosas en Categoría IV

En Mayo de 1985 se inició en Carimagua el pastoreo de un nuevo ensayo con germoplasma en categoría IV. Durante 1984 se establecieron pasturas de A. gayanus en asociación con Centrosema sp. 5277 + 5568 y S. macrocephala 1643 en dos sitios de Carimagua (Yopare y la L). Como variables de manejo del pastoreo se incluyeron tres cargas en pastoreo continuo, incluyendo la carga alta también en pastoreo rotacional de 7 días de ocupación y 21 días de descanso, para un total de 4 tratamientos de manejo.

La caracterización de los suelos de los dos sitios indicó que la única diferencia entre locales era en textura. Los suelos de Yopare tienen más arena (29%) que los suelos de La L (4%). Los aumentos de peso obtenidos hasta la fecha son excepcionalmente altos (Cuadro 10), principalmente debido a ganancias compensatorias de animales grandes (250 kg) pero flacos al iniciar el pastoreo.

En lo poco que va corrido del ensayo, se observa una tendencia a ganancias de peso mas altas en La L que en Yopare, lo cual se explica por mayor disponibilidad de gramínea en este sitio. En la Figura 9 se presenta la disponibilidad de gramíneas en los dos sitios antes de iniciar el pastoreo y 5 meses despues. Como se ve desde el inicio del pastoreo la disponibilidad de A. gayanus fué mayor en La L que en Yopare, magnificándose estas diferencias con el tiempo. Como resultado de la menor disponibilidad de gramínea en Yopare ha sido necesario inicialmente bajar cargas y posteriormente someter a descanso los tratamientos de cargas alta y media en pastoreo continuo.

En términos de comportamiento de la leguminosa es interesante anotar que se ha presentado una interacción con sitio. Mientras que el Centrosema sp. 5277 se está comportando extremadamente bien en Yopare su disponibilidad en La L es más baja particularmente en cargas altas (Figura 10). Estas diferencias vienen desde la fase de establecimiento, ya que en La L hubo gran infestacion de Panicum rudgii en el surco de la leguminosa. El S. macrocephala se ha reducido en ambos sitios, independientemente del manejo del pastoreo.

Cuadro 8. Producción animal en A. gayanus solo y asociado con leguminosas bajo pastoreo continuo (PC) y pastoreo rotacional (PR) (Carimagua, 1985).

Pastura A. gayanus	Carga A/ha	Epoca Seca[1] PC (g A^{-1} día^{-1})	Epoca Seca[1] PR (g A^{-1} día^{-1})	Epoca Lluviosa[2] PC (g A^{-1} día^{-1})	Epoca Lluviosa[2] PR (g A^{-1} día^{-1})
Solo	2	-	-165[a]	495[a]	490[a]
+ C. macrocarpum + S. capitata	2	39	- 40[b]	708[b]	569[b]
+ C. brasilianum + S. capitata	2	34	45[b]	661[b]	677[b]
Promedio				621	579

1/ Diciembre a Abril (141 días).
2/ Mayo - Noviembre (209 días).
a, b medias diferentes (P <.05)

Cuadro 9. Efecto de época del año y sistema de pastoreo en la disponibilidad de hoja de A. gayanus (HG) solo y asociado (Carimagua).

Pastura	Epoca	Sistema de Pastoreo Continuo (kgMS HG ha^{-1})	Sistema de Pastoreo Rotacional (kgMS HG ha^{-1})
A. gayanus	Seca[1]	163	166
	Lluviosa[2]	790	1325
A. gayanus + Leguminosa[3]	Seca	248	179
	Lluviosa	970	1971

1/ Muestreo Enero y Marzo, 1985
2/ Muestreo Mayo - Julio, 1985
3/ S. capitata + C. brasilianum 5234

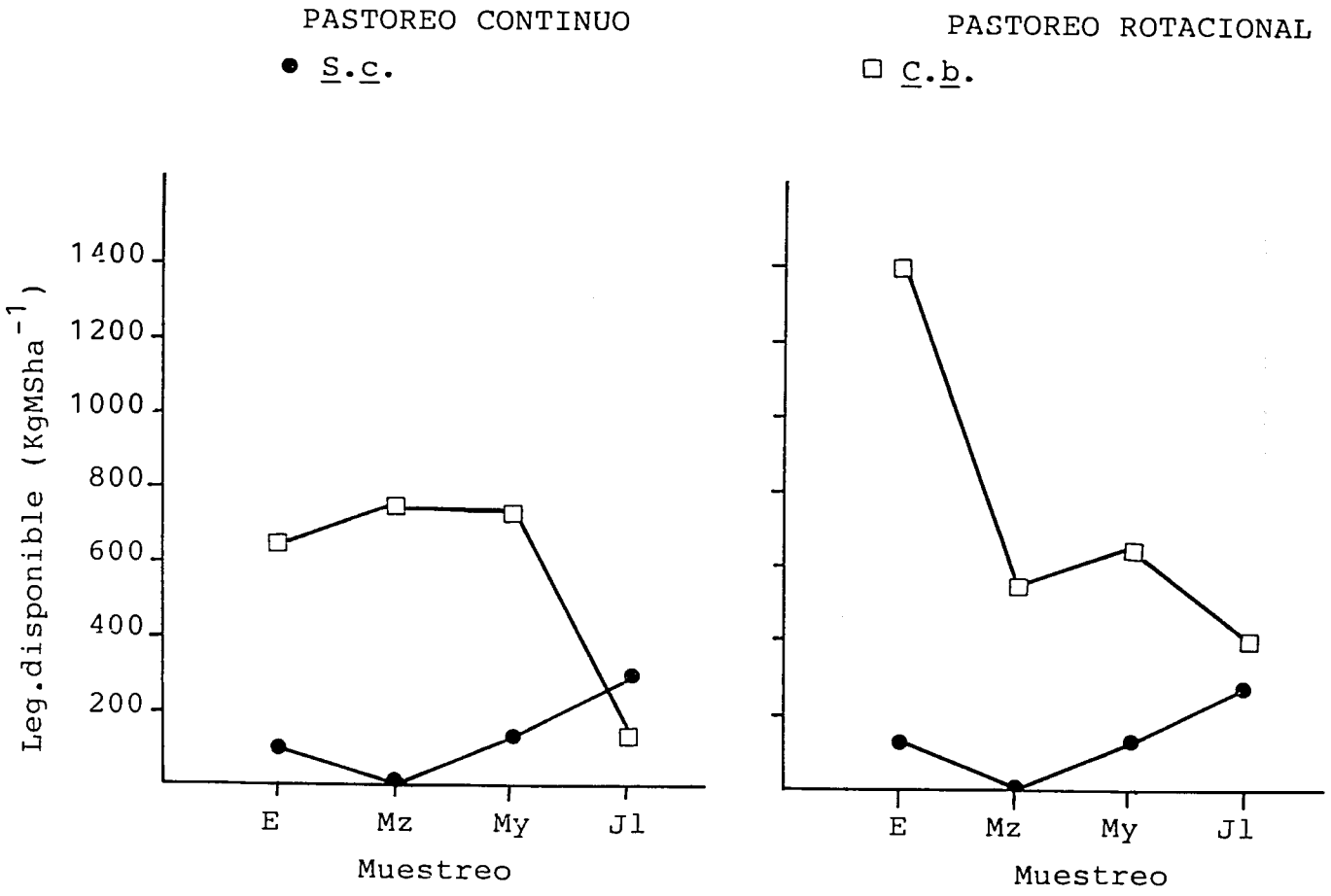


Figura 8. Disponibilidad de S. capitata (S.c.) y C. brasilianum (C.b.) en diferentes épocas del año (1985) (Carimagua).

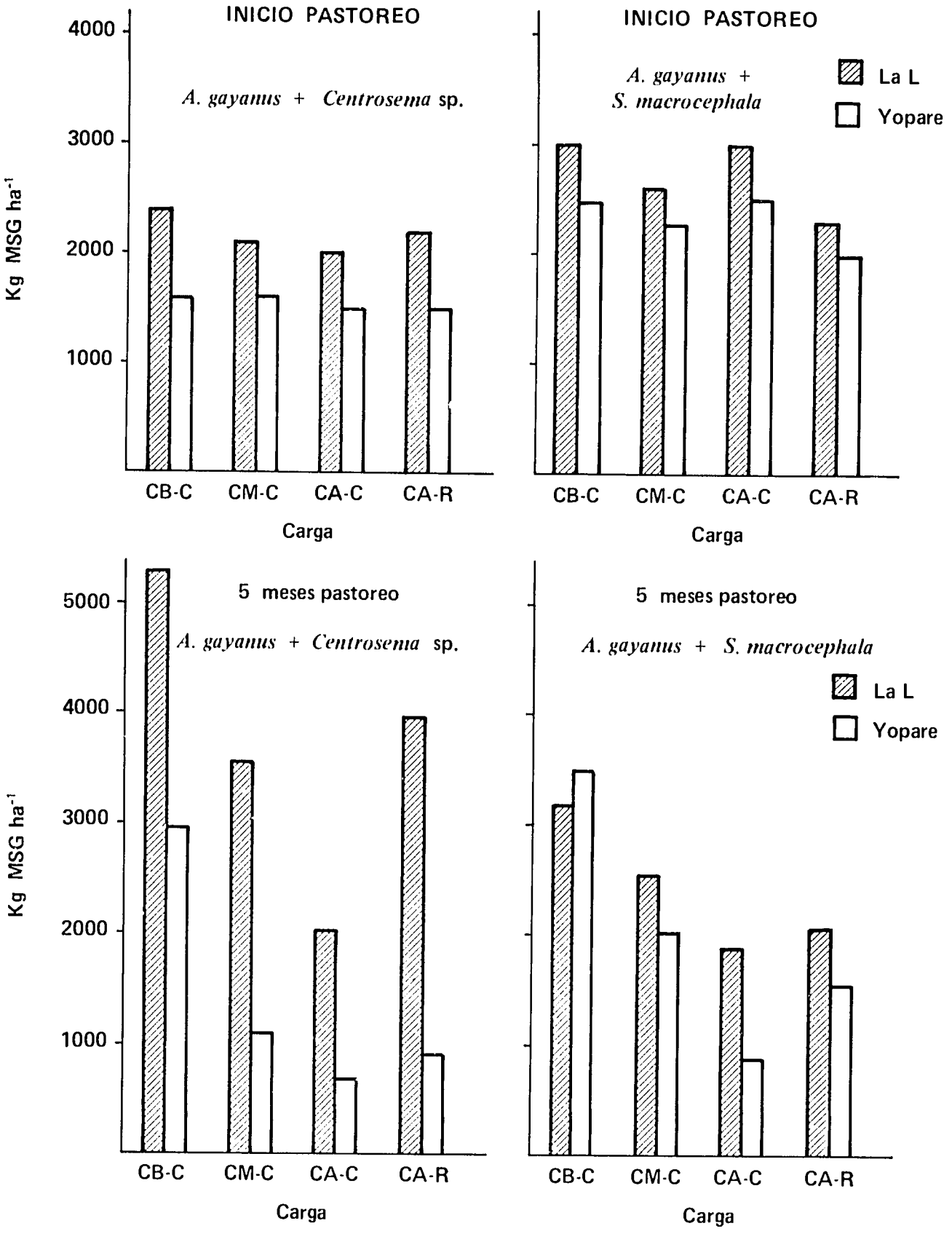


Figura 9. Disponibilidad de gramínea antes de iniciar pastoreo y 150 días después de pastoreo en *A. gayanus* + leguminosa en dos sitios (Carimagua).

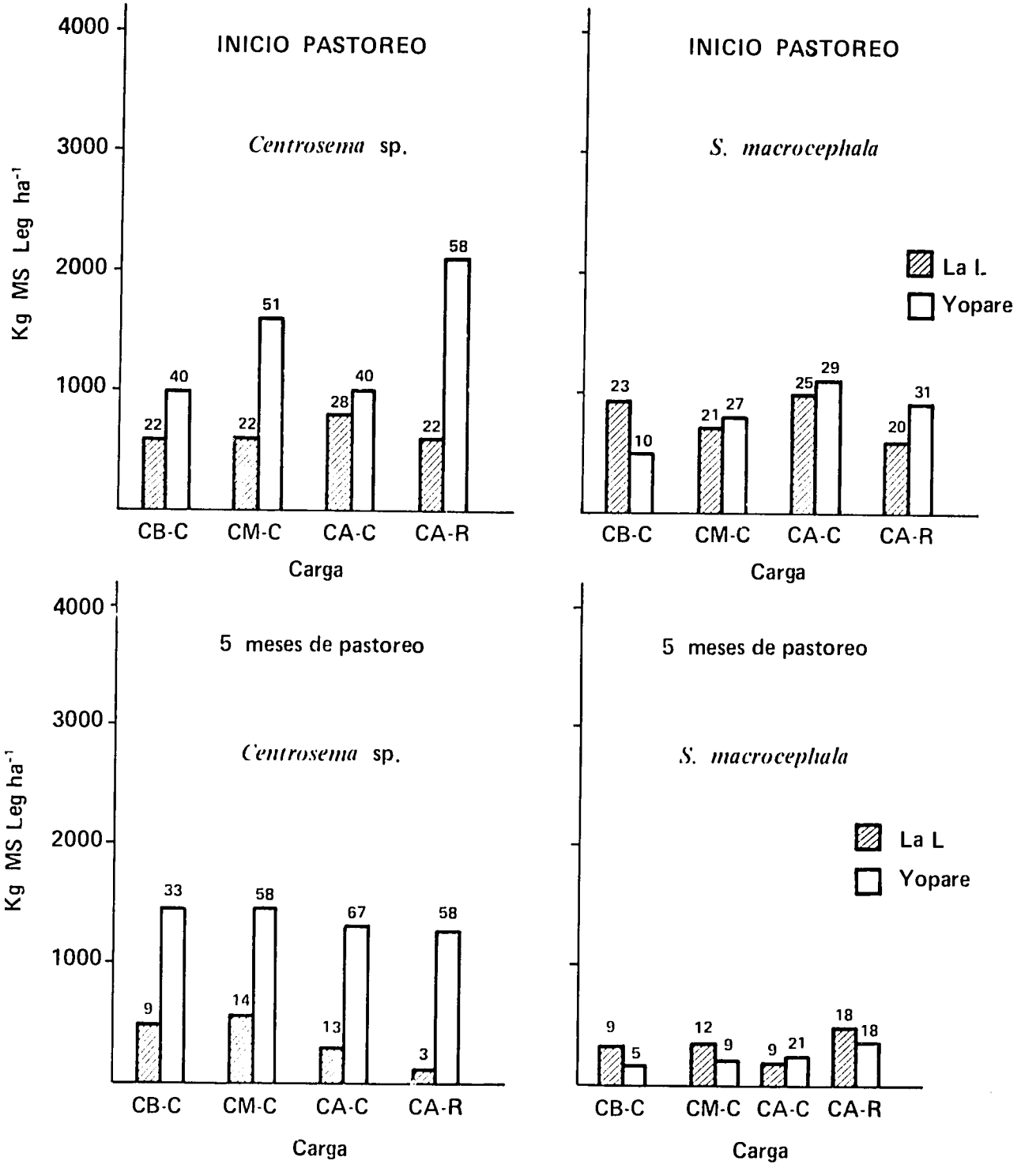


Figura 10. Disponibilidad de leguminosa antes de iniciar pastoreo y 150 días después de pastoreo en *A. gayanus* + leguminosa (Carimagua).

Cuadro 10. Ganancia de peso en A. gayanus con leguminosas bajo diferentes cargas y sistemas de pastoreo (110 días de lluvia) (Carimagua).

Pastura	Sitio	Continuo Cargas (UA ha^{-1})[1]			Rotacional Carga (UA ha^{-1})
		1.1	1.5	2.2	2.2
		g $A^{-1}día^{-1}$			
A. gayanus + Centrosema spp. (5277 + 5568)	La L	1246	1177	1123	892
	Yopare	981	913	909	1054
A. gayanus + S. macrocephala (1643)	La L	1360	1396	948	930
	Yopare	932	978	890	875

1/UA = 350 kg PV.

Nuevos ensayos de pastoreo

Como parte del flujo de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales, durante 1985 se sembraron en Carimagua nuevas pasturas que incluyen dos gramíneas (A. gayanus y B. dictyoneura 6133 + B. brizantha cv. Marandú) en asociación con tres Centrosemas (sp. 5277, macrocarpum 5452 y brasilianum 5234). El manejo del pastoreo será flexible, procurando maximizar la productividad de la pastura tanto en términos de persistencia de las especies sembradas como en producción animal.

ESTUDIOS NUTRICIONALES EN SABANA

Para poder integrar pasturas mejoradas en sistemas extensivos de producción, como el de los Llanos de Colombia, es necesario conocer las limitaciones nutricionales de los pastos nativos. Con este objetivo se han venido realizando una serie de estudios detallados en sabana bien drenada, manejada con quema e inicialmente suplementada con un banco de leguminosa (ver Informe Anual 1984) y más recientemente sin ningún suplemento. De los estudios realizados con sabana + bancos de proteína, básicamente se concluyó que existía un exceso de consumo de proteína en relación a energía, lo cual podría limitar producción animal. Esto hizo plantear la hipótesis que en sabana bien drenada manejada con quema tradicional la energía podría ser tan limitante como la proteína para la producción animal.

Para probar la hipótesis planteada se inició durante 1985 un estudio en el cual se está midiendo en sabana manejada con quema y con dos cargas contrastantes (0.37 y 0.75 A ha^{-1}), la cantidad y calidad del forraje en

oferta, selectividad animal, consumo voluntario y ganancia de peso de animales intactos. Los resultados obtenidos durante la época seca e inicio de lluvias (Cuadro 11) muestran que

Cuadro 11. Caracterización nutritiva en época seca e inicio de lluvias de sabana bien drenada manejada con quema. (Carimagua).

Variable	Epoca Seca[1]	
	Carga Baja (0.37A ha^{-1})	Carga Alta (0.75A ha^{-1})
Digestibilidad MO (%)	39.8	37.7
Consumo MS (kg/100 kg PV/día)[2]	1.5	1.3
Consumo E. Met. (MCal/día)	2.0[a]	1.6[b]
Consumo proteína (g/día)	128.0[a]	93.0[b]
Cambio de peso (g/A/día)	+17	-58

1/ Febrero-Abril, 1985.
a,b, Medias diferentes ($P < .05$).

los animales en carga baja mantuvieron su peso, pero perdieron peso en la carga alta. Estas diferencias se explican por un mayor consumo de energía y proteína en la carga baja en relación a la carga alta. Al comparar los consumos calculados de energía y proteína con los requerimientos del ARC (1980) para novillos de 200 Kg de peso vivo, resulta evidente que tanto energía como proteína son limitantes en la sabana alta manejada con quema durante la época seca e inicio de lluvias. Es poco probable que los consumos medidos estuvieran influenciados por una deficiencia per se de proteína, pues la dieta seleccionada contenía 6.4% y 7.7% de proteína en la carga alta y baja, respectivamente.

Es más probable que los factores limitantes de consumo fueran poca disponibilidad del forraje en las areas quemadas al final de la época de lluvias y época seca y, por otra parte, baja digestibilidad del forraje consumido. Dado que en este estudio se está midiendo el consumo diario de suplemento mineral, ha sido posible realizar un balance de la nutrición mineral de los animales en pastoreo durante el verano e inicio de lluvias. El consumo de sal mineralizada con un 8% de P fue de 42 y 44 g en carga baja y alta, respectivamente. Al considerar los aportes de minerales de la porción de la planta más consumida (hoja) y/o del suplemento mineral (Cuadro 12) es evidente que para los elementos evaluados se esta cerca o por encima de los requerimientos bastante altos del NRC (1976) para animales en crecimiento. Se deduce de este análisis que la suplementación mineral es necesaria durante la época evaluada, pues el solo aporte del forraje es insuficiente para llenar requerimientos de los principales elementos como P y S. Sin embargo, aún con la suplementación mineral los animales únicamente mantuvieron peso en el mejor de los casos, debido a que el factor limitante fue consumo de energía y proteína.

ESTUDIOS METODOLOGICOS

Una actividad complementaria de la Sección de Calidad y Productividad de Pasturas está relacionada con la conducción de ensayos de pastoreo tendientes a desarrollar metodologías de evaluación de germoplasma. En el Informe de 1984 se reportaron los primeros resultados de un ensayo metodológico, apoyado por el IDRC de Canadá, que se viene conduciendo en Carimagua para evaluar el efecto de pastoreo individual y común en la productividad y persistencia de leguminosas asociadas con gramíneas. El ensayo entró en su segundo año de pastoreo y a continuación se presentan los resultados obtenidos a la fecha.

Cuadro 12. Elementos minerales provistos para novillos en crecimiento en sabana nativa manejada con quema en verano e inicio de lluvias (Carimagua, 1985).

Elemento Mineral	Fuente	Carga (A ha^{-1}) Alta (0.75)	Baja (0.37)	Req[1] (NRC)
P (%)	Hoja disponible	0.08	0.07	
	Suplemento[2]	0.10	0.08	.18
	Total	0.18	0.15	
Ca (%)	Hoja disponible	0.12	0.11	
	Suplemento	0.17	0.14	.18
	Total	0.29	0.25	
S (%)	Hoja disponible	0.06	0.06	
	Suplemento	0.03	0.02	.10
	Total	0.09		0.08
Elementos menores				
Cu (PPM)	Suplemento	10	8	4
Zn (PPM)	Suplemento	52	41	20-30
Co (PPM)	Suplemento	0.10	0.08	0.5-1.0
I (PPM)	Suplemento	0.98	0.78	-

1/ Requerimientos NRC (1976) novillos en crecimiento (200 kg).
2/ Sal y mezcla mineral con 8% P

El pastoreo en M. minutiflora fue suspendido debido a que las leguminosas asociadas con esta gramínea prácticamente desaparecieron independientemente de los tratamientos aplicados. En el caso de las leguminosas asociadas con A. gayanus, el S. guianensis var. pauciflora 1283 desapareció por ataque de antracnosis y el C. macrocarpum 5065 por poca persistencia bajo pastoreo (Figura 11). Por otro lado, la disponibilidad de S. capitata cv. Capica (10280) y de C. brasilianum 5234 han bajado con el tiempo, mientras que S. macrocephala 1283 se ha mantenido (Figura 11).

El análisis de los datos de disponibilidad de leguminosas en función de tipo de pastoreo, es decir, leguminosas pastoreadas individualmente o en forma común, se presenta en el Cuadro 13.

La disponibilidad de leguminosas ha sido mayor ($P < .10$) en pastoreo individual que en pastoreo común (5 leguminosas sembradas inicialmente por parcela), no existiendo interacciones significativas de leguminosa x tipo de parcela, o de tipo de parcela x carga. Así mismo, después de 1.5 años de pastoreo la disponibilidad de leguminosas no se ha visto afectada por carga. En promedio, la cantidad de leguminosa durante la época de lluvias (Agosto, 1985) fue de 179 kg ha^{-1} en carga baja y de 201 kg ha^{-1} en la carga alta.

Los datos obtenidos hasta la fecha indican que la productividad de las leguminosas evaluadas se ha visto influenciada por el tipo de pastoreo, siendo mayor la disponibilidad cuando se emplea pastoreo individual. Sin embargo, el efecto de tipo de pastoreo no ha variado ni con especie de leguminosa ni con carga, lo cual es contrario a lo sugerido con los datos

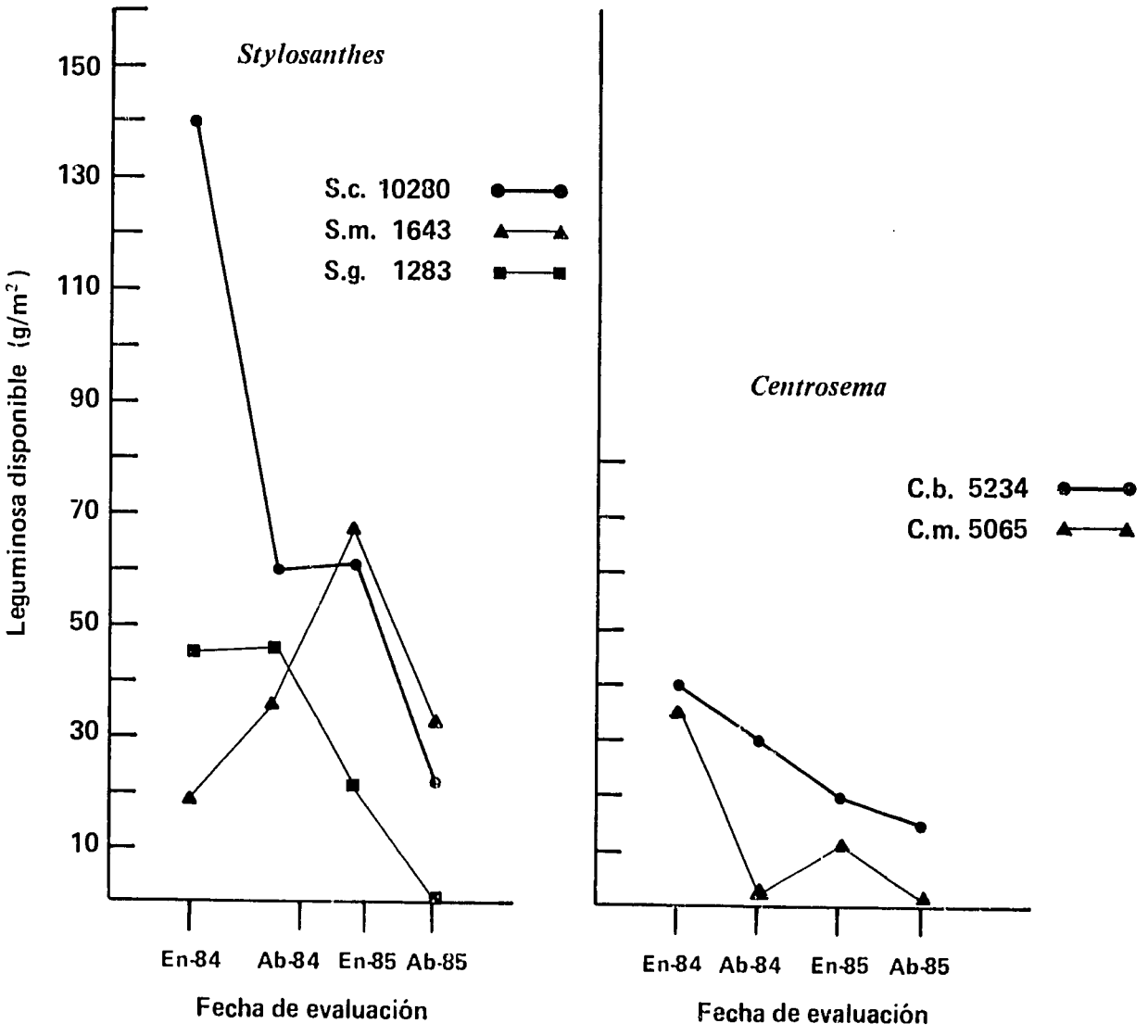


Figura 11. Dinámica bajo pastoreo de 5 leguminosas asociadas con *Andropogon gayanus* (Carimagua).

Cuadro 13. Efecto de pastoreo individual y común en la disponibilidad de 3 leguminosas asociadas con *A. gayanus* (Carimagua)[1].

Leguminosa	Tipo de Pastoreo	
	Individual[2]	Común[3]
	(Kg MS.Leg ha^{-1})	
S. capitata 10280	230	158
S. macrocephala 1643	331	171
C. brasilianum 5234	157	70

Análisis: Leg ($P < .25$); Tipo Pastoreo ($P < .10$); TP x Leg ($P < .82$).

1/ Evaluación Agosto, 1985 (1.5 años de pastoreo). 2/ Una leguminosa por parcela de pastoreo. 3/ Cinco leguminosas por parcela de pastoreo.

iniciales reportados en 1984.

La desaparición de algunas de las leguminosas incluidas en este estudio llama la atención sobre la necesidad de utilizar en pruebas metodológicas, germoplasma de reconocida adaptación y persistencia, pues de lo contrario se dificulta considerablemente la interpretación de resultados.

Ecofisiología

Varios nuevos géneros, especies y ecotipos de gramíneas y leguminosas se están moviendo hacia evaluaciones avanzadas en pastoreo. Por lo tanto, es necesario definir prácticas de manejo que aseguren tanto una alta productividad animal como persistencia del germoplasma en pastoreo. Sin embargo, con el germoplasma más nuevo hay información insuficiente sobre la cual se puedan formular sistemas de manejo. Con el fin de atacar dicha deficiencia, se inició un programa de ecofisiología de pasturas con la asignación de un nuevo miembro del personal científico principal a mediados del año.

Los objetivos del programa son buscar un entendimiento de las interacciones entre el germoplasma y el animal en pastoreo con el fin de poder predecir las consecuencias de las diversas opciones de manejo, tanto en la productividad como en la persistencia de los componentes de una pastura.

Se hizo un intento para proporcionar un marco conceptual mediante el cual se puedan lograr estos objetivos.

La consideración del comportamiento de los animales en pastoreo y la reacción de las plantas al pastoreo indica que el asunto en detalle es muy complicado. Sin embargo, parece posible simplificar el sistema en un pequeño número de relaciones funcionales discretas que, en su conjunto, describen las interacciones.

1. La respuesta de la cantidad de pastura consumida por el animal con la cantidad de pastura en oferta (la función de consumo).

2. La respuesta de la proporción de la leguminosa en la dieta del animal a la proporción de leguminosa en el alimento en oferta (la función de selectividad).

3. La respuesta de la tarea de crecimiento de cada componente con su área foliar residual (la función de la tasa de crecimiento).

4. La proporción de material muerto influenciada por el rendimiento de materia seca total (la función de senescencia).

5. La respuesta de la proporción de cada componente en el rebrote con su proporción en el forraje al inicio del rebrote.

6. Las tendencias en la proporción de meristemas de cada componente influenciado por la densidad, edad y estado de la pastura con el tiempo.

Estas funciones de respuesta tienen que definirse para cada asociación. También es necesario determinar el grado en que las respuestas son dependientes del ambiente y de la densidad. Una vez se definan, debe ser posible simular el comportamiento de la pastura al aplicar las diversas opciones de manejo.

Se tiene planeado definir estas relaciones funcionales para las asociaciones de Stylosanthes capitata/Andropogon gayanus, Desmodium ovalifolium/Brachiaria dictyoneura, Centrosema sp. /Andropogon gayanus y Arachis pintoi/Brachiaria brizantha, las cuales se encuentran actualmente en las categorías III y IV.

Durante 1986 se establecerán pequeñas parcelas de un rango de composiciones de cada asociación. Estas serán pastoreadas por ganado fistulado en el esófago, en un sistema de rotación dentro de un rango de presiones de pastoreo, lo cual se manipulará con el fin de mantener un rango de estados en la pastura. Se harán mediciones para estimar tanto la cantidad como la composición de pastura consumida. Se requerirán mediciones suplementarias en parcelas más pequeñas sin pastorear para estimar las funciones de crecimiento, senescencia y competencia.

Actualmente existen en la Categoría III experimentos con asociaciones de Centrosema spp./Andropogon gayanus, Desmodium ovalifolium/Brachiaria dictyoneura y Arachis pintoi/ Brachiaria spp., a las cuales se les puede hacer algunas modificaciones en cuanto al manejo del pastoreo y al muestreo sin comprometer los objetivos originales. Aunque las parcelas en estos experimentos no cubren una alta gama de composiciones, lo cual limita el rango de los datos, se tiene planeado pastorear estas asociaciones con ganado fistulado en el esófago y colectar datos para definir las funciones descritas anteriormente. La modificación se iniciará a principios de 1986.

Stylosanthes capitata sembrado en sabana

Además del programa descrito anteriormente, se realizaron trabajos durante el año para comprender el comportamiento de Stylosanthes capitata cv. Capica sembrado en hileras en una sabana.

Con el fin de investigar métodos de bajo costo para introducir leguminosas en sabana, en 1982 se sembraron pares de hileras de S. capitata a 0.5 m de distancia y a frecuencias variadas (denominadas suplementación de sabana). Se impusieron varios tratamientos de manejo (quema y cargas animales). De importancia crítica para el éxito de la técnica es la diseminación rápida de leguminosa en la sabana adyacente no perturbada y el mantenimiento de una población suficiente de la leguminosa. Sin embargo, en general S. capitata no ha sido tan exitoso en este experimento como se esperaba. Las mediciones sobre composición global y tasa de dispersión de S. capitata se han complementado con un estudio detallado de la dinámica de población de S. capitata con el fin de buscar algún entendimiento sobre su mal comportamiento.

Composición global

La composición botánica de cada lote se está verificando mediante el procedimiento Botanal (Tothill et al., 1978, Trop. Agron. Tech. Mem. No.8, CSIRO, Australia). El estudio inicial (Figura 1) mostró que todas las parcelas contenían una composición de cinco especies principales: Andropogon leucostachys, Paspalum pectinatum, Leptocoryphium lanatum, Paspalum sp. y Andropogon bicornis. No se observaron tendencias claras en la composición entre tratamientos excepto que los tratamientos con quema presentaron más Paspalum sp. y menos Andropogon leucostachys que los tratamientos sin quema.

A principios de 1986 se harán observaciones adicionales.

En virtud de que Stylosanthes capitata se sembró en un patrón regular, el sistema sistemático de muestreo utilizado subestimó su contribución a la composición.

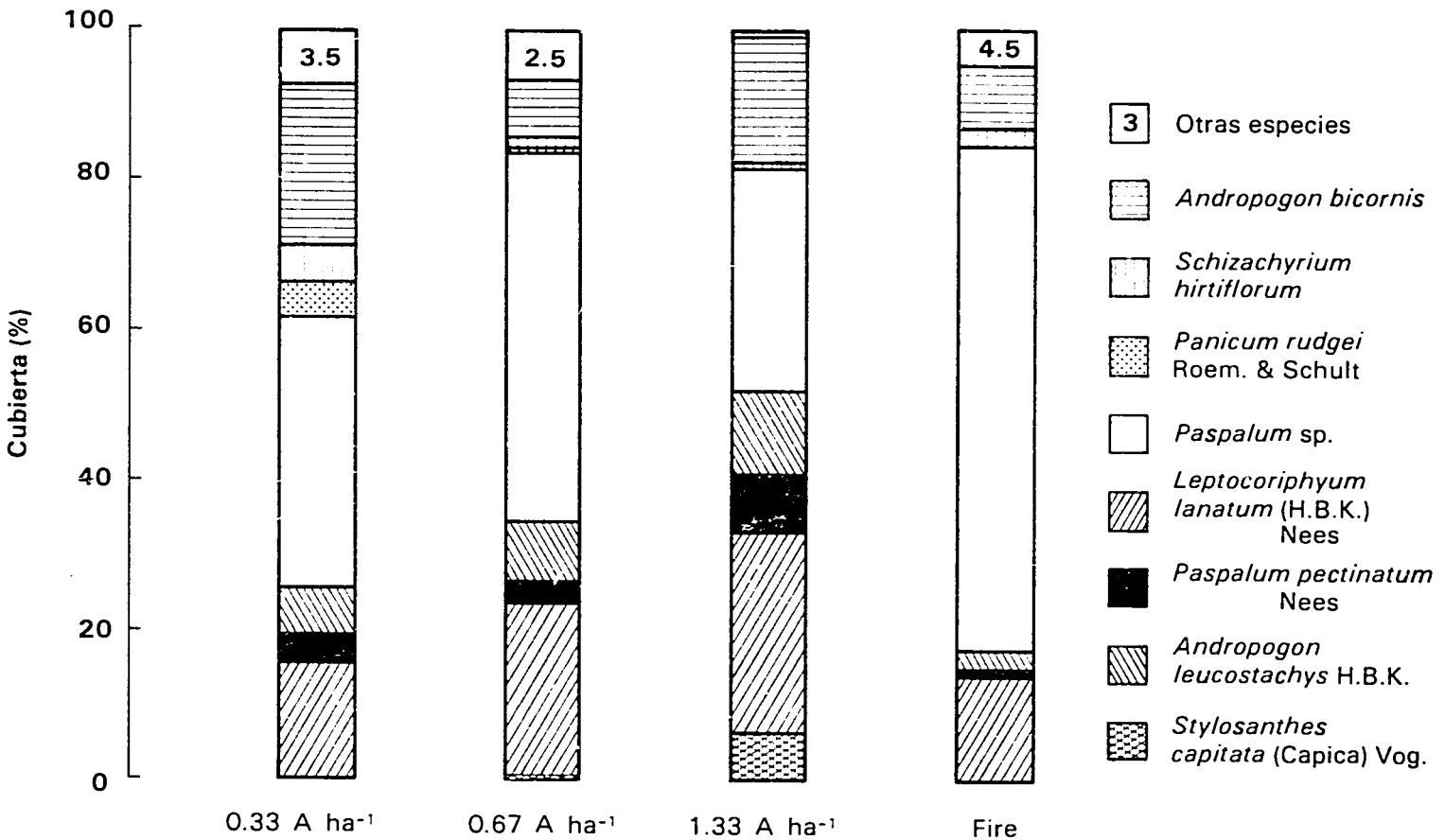


Figura 1. Composición de especies de sabana suplementada con *Stylosanthes capitata* sembrada en hileras. Los tratamientos impuestos incluyeron 3 cargas animales y quema. La composición se estimó utilizando el procedimiento botanal.

Dispersión a partir de franjas sembradas

La dispersión de S. capitata hacia la sabana a partir de las hileras en las cuales se sembró, se evaluó utilizando 20 transversales 4-N colocadas en cada parcela. Cada transversal se extendió 1 m hacia ambos lados del par de hileras sembradas. Los resultados confirmaron los de 1984 (Informe Anual, página 172). En todos los tratamientos, la dispersión de S. capitata a partir de las franjas sembradas es muy limitada, pero es mayor a la carga animal más alta (Figura 2).

También se observó que las plantas de S. capitata se han establecido lejos de las franjas, pero son tan poco frecuentes que para detectarlas se requeriría un muestreo mucho más intensivo que el utilizado.

Dinámica de población

Se establecieron 10 cuadrados permanentes en cada una de dos repeticiones de tres tratamientos en el experimento de suplementación con sabana (Cuadro 1), con el fin de seguir los destinos de plantas individuales dentro de ellos. Los cuadrados midieron 1 m x 0.25 m y se seleccionaron de tal manera que incluyeran en cada población plantas maduras, plantas jóvenes y plántulas. La población total en los 60 cuadrados fue de aproximadamente 3000 plantas.

Se elaboraron mapas mensuales de los cuadrados entre Mayo-Diciembre y cada planta se calificó respecto a 11 características morfológicas incluyendo una clasificación primaria en las plántulas, plantas jóvenes, plantas maduras y plantas enanas. Estas últimas son plantas de crecimiento retardado con unas pocas ramas cortas, hojas pequeñas y entrenudos cortos, las cuales aunque comprenden menos del 10% del componente de leguminosa, son causa de alguna preocupación debido a su baja productividad. Las plantas presentes al inicio del experimento (Grupo 1, Figura 3) aumentaron mediante un número decreciente de nuevas plantas (grupos 2, 3, 4) a medida que progresó la estación lluviosa, lo cual es consistente con el comportamiento de una leguminosa de semilla dura. Hasta donde es posible evaluar un rango limitado de datos, la

Cuadro 1. Tratamientos del experimento de suplementación de sabana en Carimagua donde se establecieron cuadrados permanentes. Stylosanthes capitata cv. Capica se sembró en Mayo de 1982 y se resembró en 1983, y el experimento se ha pastoreado continuamente desde Mayo, 1984. Cada tratamiento contiene la misma área total de leguminosa y se aplicó fertilizantes solamente al área sembrada. Hay dos repeticiones y se establecieron 10 cuadrados en cada parcelas.

Carga Animal (animales ha^{-1})	Distancia entre hileras sembradas de S. capitata (m)	Proporción de área fertilizada (%)
1.33	5	20
0.67	10	10
0.33	20	5

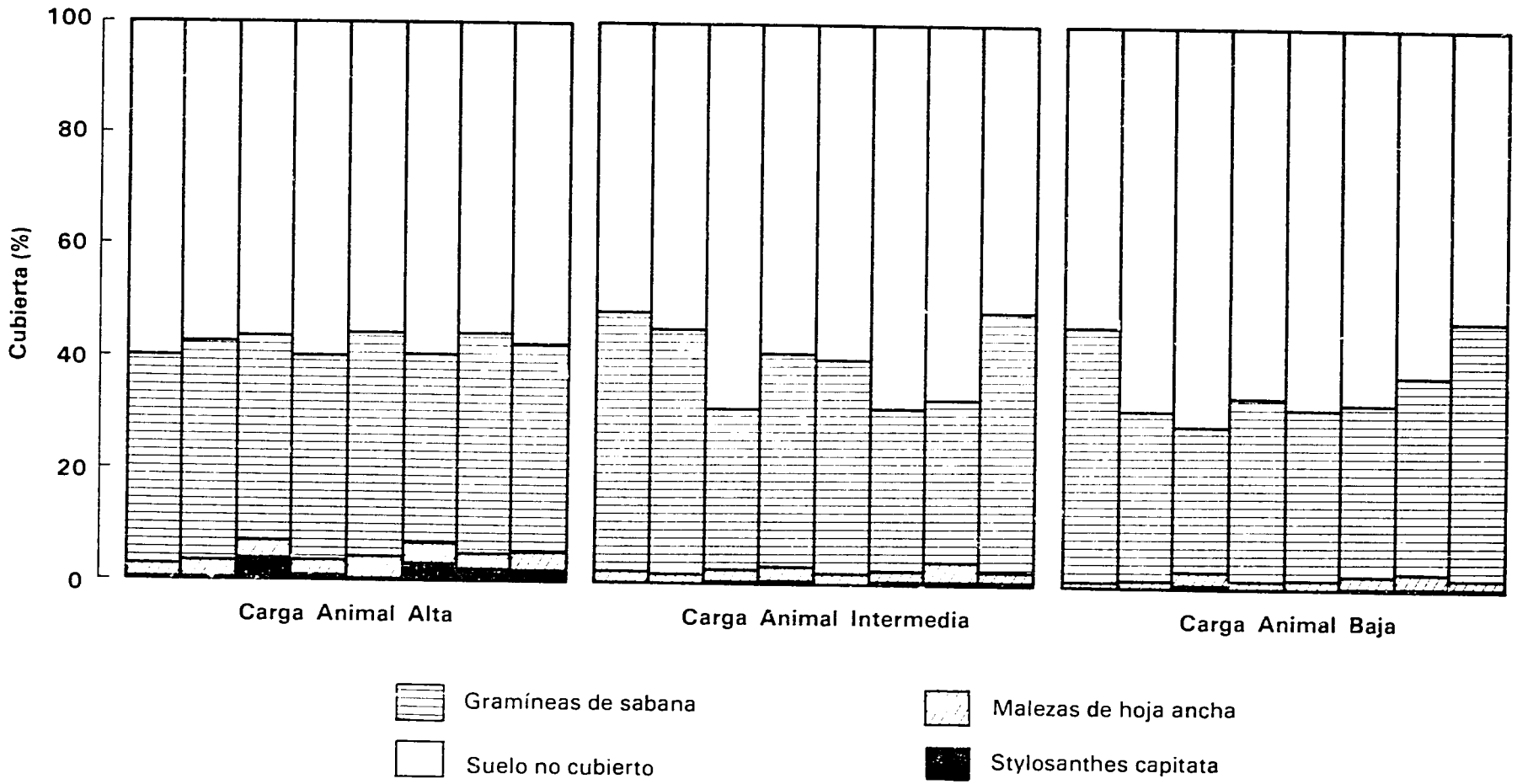


Figura 2. Porcentaje de cubierta en transversales a través de hileras de *Stylosanthes capitata* sembradas en una sabana y pastoreadas a razón de 1.33, 0,67 y 0.33 animales/ha.

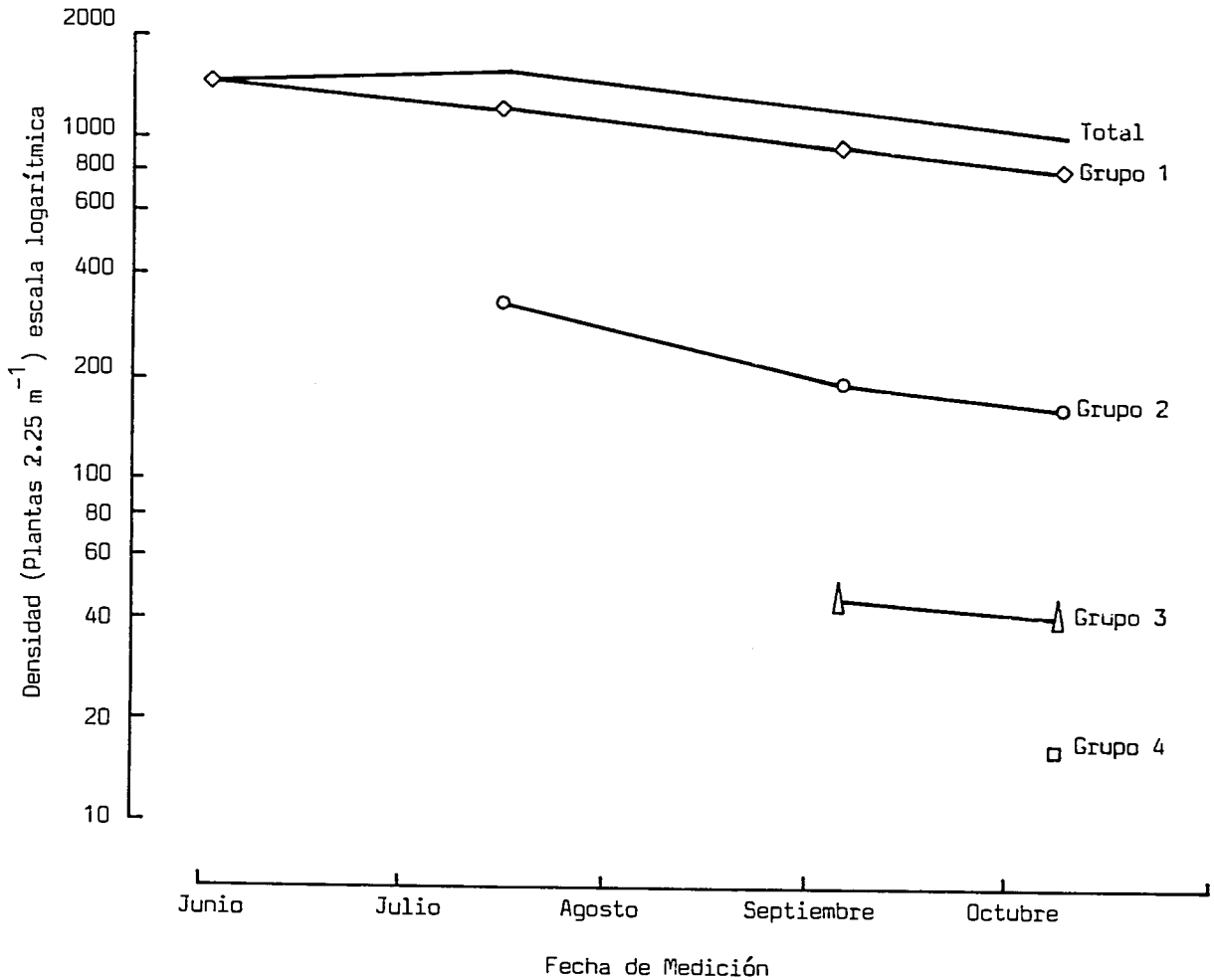


Figura 3. Cambios en la densidad de grupos de plantas de Stylosanthes capitata en una sabana. El grupo 1 fue la población inicial en mayo de 1985 y los grupos 2, 3 y 4 son plantas nuevas en épocas posteriores de medición. Los datos se proemdian para tres tratamientos de cargas animales.

supervivencia (la pendiente de la transformación logarítmica de la densidad con el tiempo) fue constante entre grupos.

La supervivencia dentro de cada una de las cuatro clases (Figura 4) fue más o menos constante con el tiempo, aunque entre clases la supervivencia de plantas juveniles > maduras = semilleros > plantas enanas. Sin embargo, las diferencias en supervivencia fueron pequeñas.

A la alta carga animal, que también presentó una mayor proporción del área sembrada con leguminosa y fertilizada, las densidades de planta fueron aproximadamente cuatro veces las de la carga animal intermedia, que a su vez fue un poco mayor que la de la carga animal baja (Figura 5). Un examen de los datos para cada grupo dentro de los tratamientos muestra que la supervivencia fue similar, pero los números absolutos en cada grupo fueron mucho mayores en el tratamiento de carga animal alta en comparación con la carga animal baja (Figura 5).

Una comparación de la estructura de clases de la población inicial (Grupo 1) muestra que hay aproximadamente el doble de plantas juveniles que de plantas maduras en la carga animal alta en comparación con aproximadamente una quinta parte de plantas juveniles que de plantas maduras en la carga animal baja (Figura 6). Además, tanto las plantas juveniles como las maduras en la carga animal alta viven mucho más tiempo que en los tratamientos de carga animal baja (vidas medias de 251 y 131 en comparación con 134 y 95 días, Cuadro 2). Es factible especular que estas observaciones reflejan tendencias históricas y que el menor reclutamiento de plantas a la baja carga animal es un reflejo de una mayor mortalidad en este tratamiento.

En este experimento cada parcela se pastorea por tres animales y los diferentes tratamientos de carga animal se

Cuadro 2. Vidas medias (días) de cuatro clases diferentes de plantas de Stylosanthes capitata cv. Capica sembrado en sabana y pastoreado a tres cargas animales. Las vidas medias se calcularon para el período Mayo a Septiembre de 1985.

Tipo de Planta	Carga Animal A ha^{-1}		
	0.33	0.67	1.33
Plántulas + cotiledones	119	-	107
Plantas jóvenes	164	260	251
Plantas maduras	95	107	131
Plantas enanas	88	62	62

logran con diferentes tamaños de parcela. Sin embargo, dentro de cada parcela se sembró la misma área absoluta con S. capitata y se le suministró fertilizante. Por lo tanto, no sólo hay una mayor proporción del área sembrada con S. capitata en la carga animal alta en comparación con la carga animal baja (Cuadro 1), sino que también recibió un mayor nivel promedio de fertilizante. El comportamiento observado de S. capitata en este experimento no puede, por lo tanto, atribuírsele inequívocamente a la carga animal. Sin embargo, es de interés indicar que la mortalidad de plántulas no está influenciada por la carga animal, aunque solamente se puede especular sobre las razones.

Ha habido alguna preocupación acerca de la ocurrencia de plantas enanas en asociaciones de S. capitata. En este estudio sólo comprenden el 5% o menos de la población. Una observación cercana en el campo indica que el ataque incesante de hormigas cortadoras de hojas (Atta sp. y Acromyrex sp.) puede ser responsable en parte.

Con frecuencia, las plantas enanas se observan infestadas con insectos chupadores (tentativamente identificados como Parallaxis donalsoni o P. gizmani). Con el fin de evaluar el

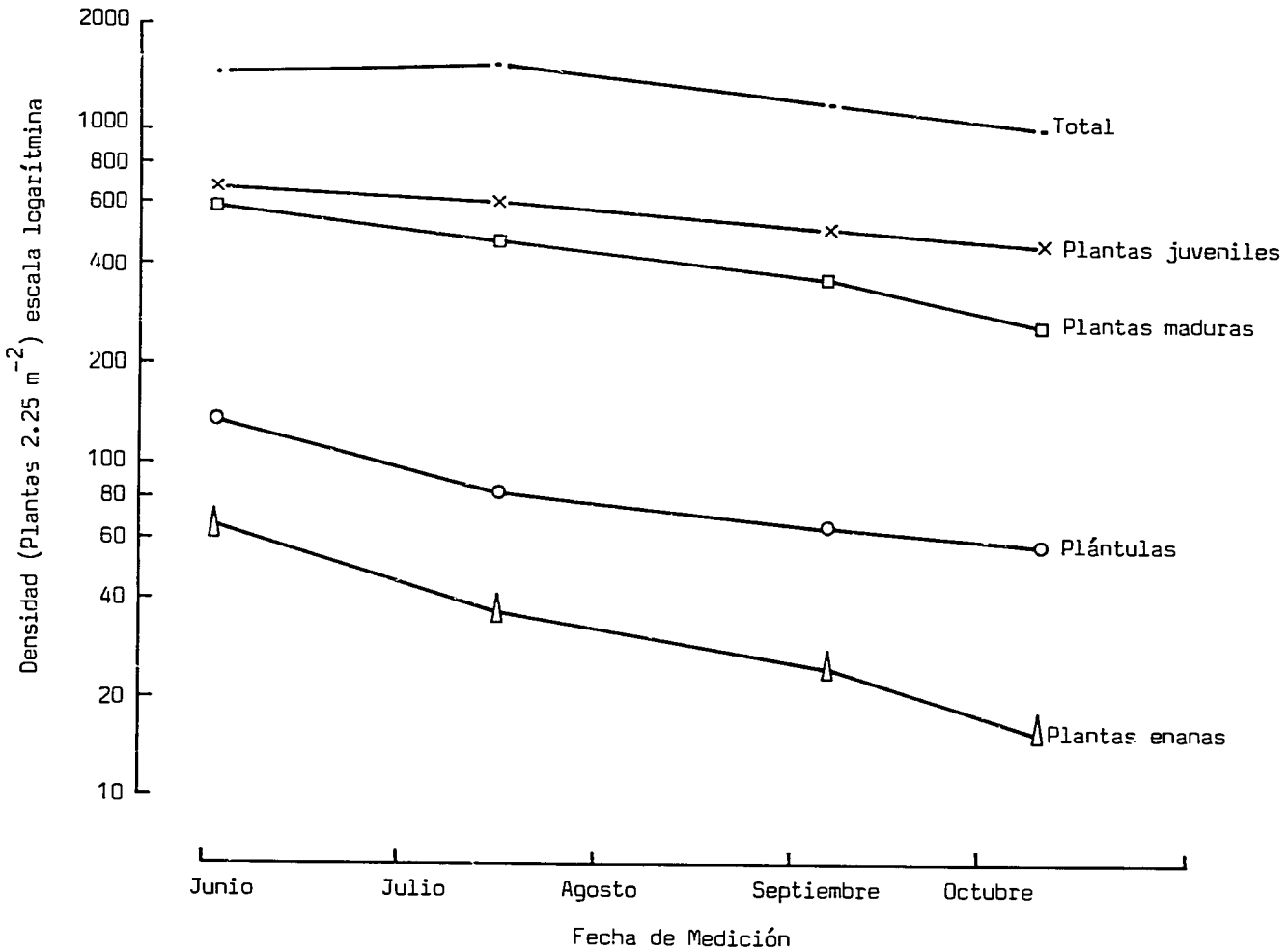


Figura 4. Cambios en la densidad dentro de cada una de cuatro clases de Stylosanthes capitata que comprendieron la población inicial en mayo de 1985 (Grupo 1). Los datos se promedian para tres tratamientos de cargas animales.

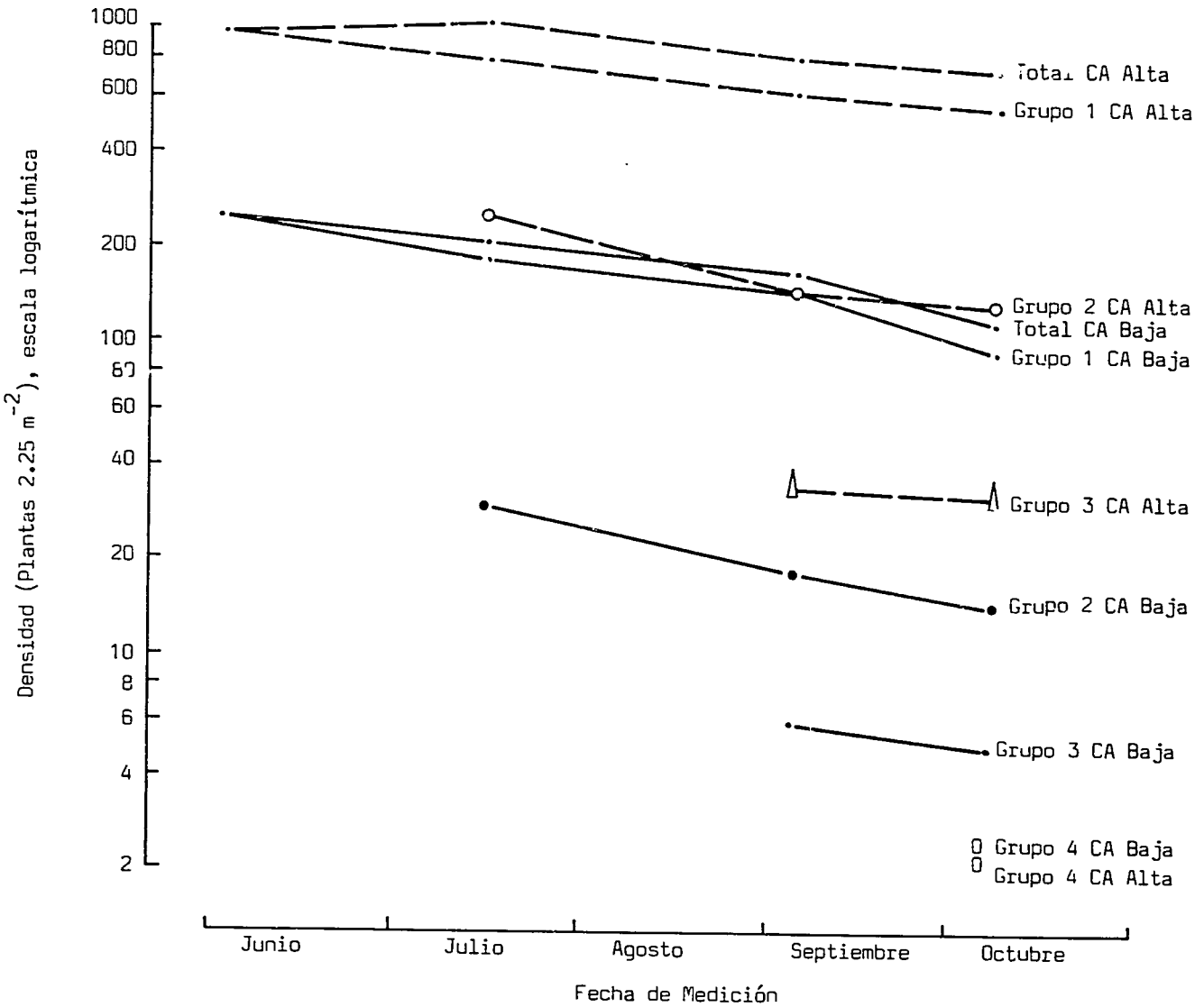


Figura 5. Cambios en la densidad de grupos de plantas de Stylosanthes capitata en una sabana a las cargas animales altas y bajas (1.33 y 0.33 animales ha^{-1}).

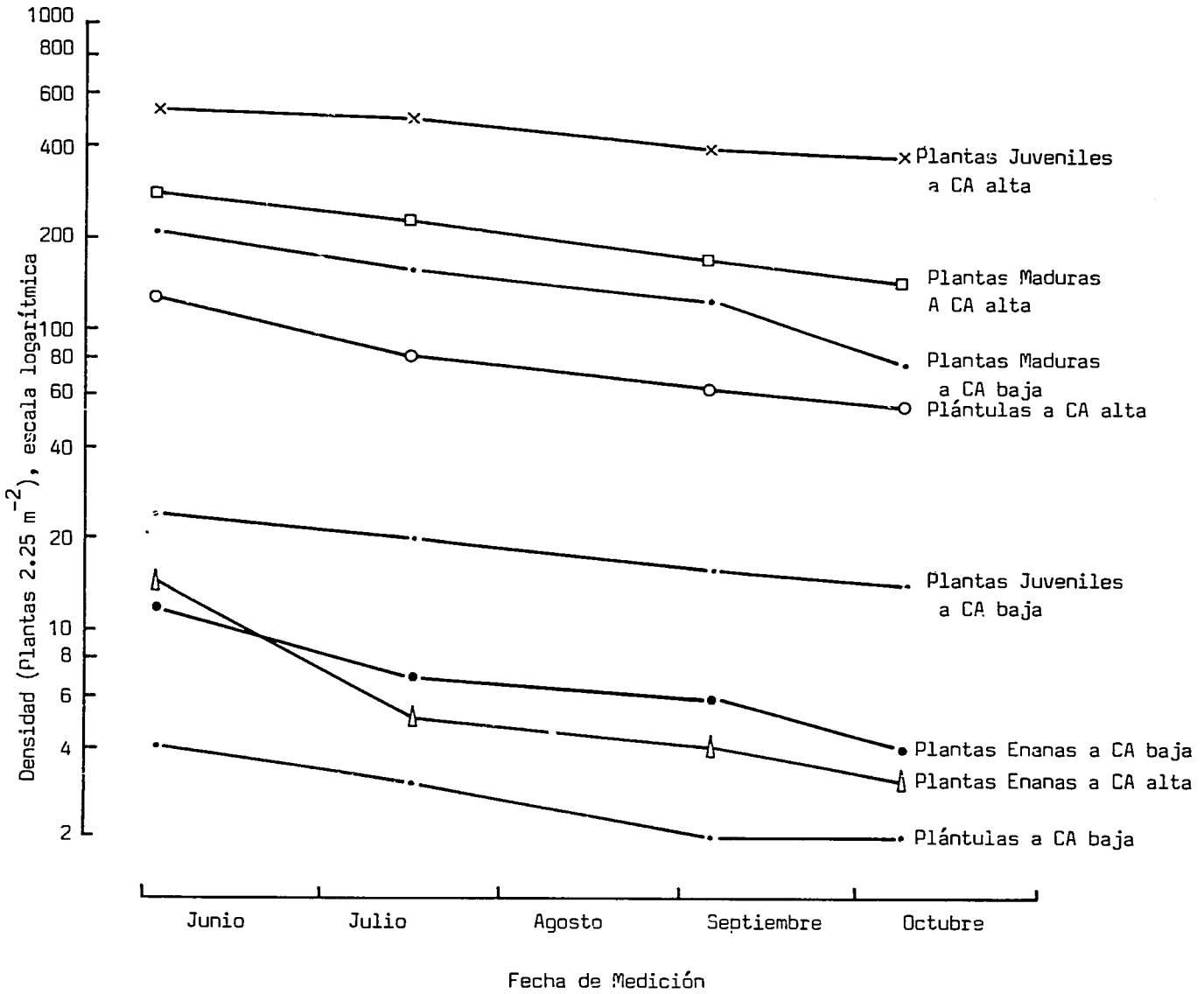


Figura 6. Cambios en la densidad dentro de cada una de cuatro clases de Stylosanthes capitata que comprendieron la población inicial en mayo de 1985 (Grupo 1) dentro de los tratamientos de carga animal alta y baja.

nivel general de infestación, se realizó una evaluación del número de plantas de S. capitata afectadas durante la estación lluviosa. En Agosto-Septiembre, del 3 al 8% de las plantas en las cargas animales bajas e intermedias fueron afectadas en comparación con un 32% en los tratamientos de carga animal alta. Sin embargo, en octubre se observó una incidencia superior al 30% de las plantas en las tres cargas animales.

Producción de semillas

1. INTRODUCCION

Durante el año 1985 la Sección continuó dando énfasis a las actividades de (a) multiplicación de semillas de líneas experimentales para fines de investigación; (b) investigación aplicada a las limitantes que se presentan en la producción de semillas de especies claves para el Programa; (c) colaboración técnica con otros programas de multiplicación de semillas.

2. MULTIPLICACION Y DISTRIBUCION DE SEMILLAS

Se continuó con las actividades de campo en Quilichao y Carimagua, con el apoyo en Palmira de facilidades de invernadero, acondicionamiento, análisis de semillas y distribución.

Se multiplicó un total de 149 accesiones, incluyendo 115 de leguminosas y 34 de gramíneas. Con un número total tan elevado de accesiones involucradas, la meta de producción promedio por accesión resultó reducida en comparación con años anteriores.

Se establecieron nuevas áreas para multiplicación de 9.6 y 3.5 ha para leguminosas y gramíneas totales, respectivamente. Lo anterior incluyó una expansión significativa en los géneros Centrosema spp. y Brachiaria spp. El área total bajo multiplicación alcanzó 32 hectáreas.

Las cantidades de semillas de leguminosas y gramíneas producidas están resumidas en los Cuadros 1 y 2, respectivamente. Se produjeron 672 kg de semilla de leguminosas y 158 kg de gramíneas.

La distribución de semillas pasó a ser compartida con la Sección de Ensayos Regionales, la que responderá por las solicitudes para dicha finalidad. Durante el año, un total de 424 solicitudes fueron atendidas y tramitadas involucrando un total de 1.731 kg de semilla (Cuadro 3). La mayoría de las solicitudes y semillas entregadas están dirigidas principalmente a las actividades de evaluación de germoplasma y pasturas. El número de solicitudes para actividades de multiplicación se incrementó un poco con relación al año pasado.

A fines de 1985 la existencia de semillas en el almacén incluye 3.500 kg del total de leguminosas y 207 kg del total de gramíneas.

3. INVESTIGACION APLICADA

a) Manejo precosecha de B. dictyoneura

Un lote establecido para multiplicación de semillas fue utilizado para comparar varios aspectos de manejo bajo las condiciones de Carimagua. Por medio de un diseño de parcelas subdivididas, se realizó un ensayo factorial con los siguientes tratamientos: (a) método de preparación del cultivo (2 tratamientos) como parcela principal; (b) tipo de abono (5 tratamientos) como parcela dividida; y (c) época de aplicación de abono (2 tratamientos) como parcela subdividida. El

Cuadro 1. Resumen de actividades en multiplicación de semillas de especies y accesiones de Leguminosas entre Octubre de 1984-1985.

Especie	Accesiones Total	Area de Multiplicación		Semilla Producida[1]
	(No.)	Nueva (ha)	Total (ha)	(kg)
A. pintoi	1	1.0	1.52	27.996
C. brasilianum	13	2.361	2.427	0.763
C. macrocarpum	18	0.36	1.324	56.397
C. pubescens	2		0.092	1.305
C. rotundifolium	1	0.005	0.007	0.141
Centrosema sp.	4	1.2	2.39	99.992
C. schiedeanum	2	0.005	0.009	
C. rotundifolia	2	0.01	0.01	
C. brasiliensis	1	0.002	0.002	
C. floribunda	1	0.002	0.002	
D. heterocarpon	4	0.057	0.127	1.395
D. heterophyllum	3	0.001	0.272	3.470
D. ovalifolium	13	0.958	1.426	40.235
D. strigillosum	4	0.087	0.087	
D. velutinum	1	0.004	0.004	
D. guianensis	2	0.024	0.024	
P. phaseoloides	11	0.185	3.185	
S. capitata	3	2.02	3.121	341.523
S. guianensis	9	0.317	0.317	7.835
S. guianensis var. *pauciflora*	8	1.04	2.309	33.053
S. macrocephala	5		1.35	36.161
Tadehagi sp.	2	0.008	0.008	
Z. latifolia	1	0.003	0.003	0.135
Z. glabra	1		0.58	10.604
Leucaena spp.	3		0.033	10.740
Totales	115	9.649	20.629	671.763

1/ Semilla clasificada con más del 90% de semilla pura.

Cuadro 2. Resumen de actividades en multiplicación de semillas de especies y accesiones de Gramíneas entre Octubre 1984-1985.

Especie	Accesiones Total	Area de Multiplicación		Semilla Producida[1]
	(No.)	Nueva (ha)	Total (ha)	(kg)
A. gayanus	3	0.005	0.215	21.540
B. brizantha	5	0.001	1.451	4.834
B. decumbens	3	0.002	1.202	16.042
B. dictyoneura	1	3.2	7.6	104.7
B. humidicola	5	0.003	0.378	0.271
M. minutiflora	4	0.004	0.004	0.175
P. maximum	8	0.003	0.133	10.632
P. coryphaeum	1	0.001	0.001	
P. guenoarum	1	0.001	0.001	
P. secans	1	0.001	0.001	
P. purpureum	1	0.001	0.001	
King Grass	1	0.26	0.26	
Total	34	3.482	11.247	158.194

1/ Semilla clasificada con más del 40% de semilla pura.

Cuadro 3. Distribución de semillas de gramíneas y leguminosas entre Octubre 1984 y Octubre 1985.

Tipo de Solicitud	No. de Solicitudes	Volumen de semillas (kg)		Total
		Gramíneas	Leguminosas	
A. Evaluación de Germoplasma y Pasturas				
Miembros del PPT	143	128	949	1.077
Ensayos Regionales	112	115	100	215
Instituciones Nacionales	83	16	244	260
Otros Programas del CIAT	36	3	54	57
Particulares	23	2	8	10
Subtotal	397	264	1.355	1.619
B. Multiplicación de Semillas				
Unidad de Semillas-CIAT	15	5	36	41
Instituciones Nacionales	12	26	45	71
Subtotal	27	31	81	112
C. Total	424	295	1.436	1.731

área de muestreo para rendimiento de semilla pura fue 16 m^2 en las parcelas subdivididas, en cada una de las tres repeticiones.

En términos de rendimiento de semilla pura, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los métodos de preparación utilizados (quema vs. quema más rastrillo) (Cuadro 4). Esto indica que la inversión que ocasiona la práctica adicional con el rastrillo no retribuye en incrementos de rendimiento de semilla. Se presentaron diferencias significativas para la interacción de tipo de abono x época de aplicación. Los rendimientos de semilla pura fueron incrementados significativamente cuando se utilizaron los tipos de abono incluyendo 100 kg/ha de nitrógeno, aplicado en la época temprana (Cuadro 4). La aplicación completa de nitrógeno resultó mejor que la fraccionada, en la época temprana. Los tipos de abono sin nitrógeno no presentaron diferencias con respecto a la época de aplicación. Las respuestas en rendimiento de semilla

Cuadro 4. Rendimiento de semilla pura según los tratamientos de manejo precosecha en un lote establecido de Brachiaria dictyoneura CIAT 6133, Carimagua, Julio 1985.

Tratamiento		Rendimiento de Semilla Pura ($g/16\ m^2$)	
Factor	Descripción		
A.	Método de preparación[1]		
	1. Quema	161.7 A*	
	2. Quema más rastrillo	138.1 A	
B.	Tipo de abono[2]		
	1. Nada	99.1	
	2. Basal	130.4	
	3. 100 N	182.0	
	4. Basal + 100 N	188.6	
	5. Basal + 50 N + 50 N	149.3	
C.	Epoca de aplicación de abono[3]		
	1. Temprana	172.2	
	2. Demorada	122.5	
B x C	Tipo de abono x Epoca de aplicación	Temprana	Demorada
	1. Nada	94.9 C	103.2 C
	2. Basal	124.9 C	135.9 BC
	3. 100 N	241.8 A	122.2 C
	4. Basal + 100 N	252.6 A	124.5 C
	5. Basal + 50 N + 50 N	172.0 B	126.7 C

1/ Quema; 27 de Marzo. Rastrillo, 26 de Abril.
2/ Todos los nutrientes en kg/ha
Basal = 25 P_2O_5 + 30 K_2O + 20 Mg
3/ Temprana: 26 de Abril.
Demorada: 17 de Mayo.

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel de $P<0.05$ según la prueba de Duncan.

pura están muy relacionadas con la densidad de inflorescencias pues también presentaron incrementos significativos en respuesta al nitrógeno aplicado en la época temprana (Cuadro 5).

b) Métodos de cosecha en B. dictyoneura

En Carimagua en Julio 1985, durante la cosecha de un lote de multiplicación, fueron comparados tres métodos alternativos de cosecha (con combinada directa; manual sin apilado y manual con apilado) y se incluyó varias maneras para realizar el manual con apilado. En total se hicieron 8 tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar con dos repeticiones.

En términos de rendimiento de semilla pura el promedio del método manual con apilado (35.7 kg/ha) fue superior significativamente al rendimiento obtenido con combinada (11.3 kg/ha) y al obtenido con manual sin apilado (14.0 kg/ha). Aparentemente, el método manual con apilado favorece el desprendimiento de una mayor cantidad de semilla pura. Mediciones de calidad (viabilidad en tetrazolio y germinación) realizadas 30 días poscosecha no mostraron diferencias significativas entre los tres métodos alternativos de cosecha. Comparaciones de varias formas de hacer el apilado y el tiempo de duración del mismo, no presentaron diferencias significativas (Cuadro 6).

c) Germinación y viabilidad en Brachiaria spp.

Tres lotes de cada una de las especies B. decumbens, B. dictyoneura y B. humidicola fueron almacenadas en condiciones favorables. Periódicamente se hicieron determinaciones de germinación y viabilidad en tetrazolio hasta los 210 días poscosecha (dpc). La germinación se midió con tres tratamientos: G_0, en agua; G_1, KNO_3 al 0.2% como primer riego; y G_2, escarificación con H_2SO_4 concentrado 15 minutos y luego KNO_3 al 0.2% como primer riego.

Cuadro 5. Densidad de inflorescencias según tipo de abono y época de aplicación, en B. dictyoneura CIAT 6133. Carimagua, Julio 1985.

Tipo de abono[1]	Densidad de Inflorescencias (No./m^2)		
	Epoca de aplicación[2]		Media
	Temprana	Demorada	
Nada	71 B*	64 B	67
Basal	68 B	69 B	69
100 N	144 A	84 B	114
Basal + 100 N	154 A	80 B	117
Basal + 50 N + 50 N	127 A	69 B	98
Media	113	73	

1/ Todos los nutrientes en kg/ha
Basal = 25 P_2O_5 + 30 K_2O + 20 Mg
2/ Temprana = 26 de Abril
Demorada = 17 de Mayo

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel P< 0.05, según la prueba de Duncan.

Cuadro 6. Rendimiento de semilla pura según los métodos de cosecha evaluados en B. dictyoneura CIAT 6133 en Carimagua, 1985.

Método de Cosecha	Trilla	Rendimiento de Semilla Pura kg/1.000 m^2
Combinada directa	0 días	1.13 B*
Manual sin apilado	3 días	1.40 B
Manual con apilado		
- horizontal 0.6 m	3 días	4.72 A
- horizontal 0.4 m	3 días	3.04 A
- vertical	3 días	3.34 A
- vertical + fungicida	3 días	3.51 A
- vertical	6 días	3.71 A
- vertical	9 días	3.11 A
- Promedio		3.57 A

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente al nivel de P< 0.05, según la prueba de Duncan.

Durante el período de duración del ensayo la viabilidad en tetrazolio se mantuvo alta y casi constante para cada una de las tres especies (Figura 1).

En las semillas de B. humidicola el tratamiento de germinación G_0 se incrementó a través del tiempo hasta obtener un valor máximo de 30% alrededor de los 150 dpc. El tratamiento G_1 fue siempre mejor que G_0 y presentó valores comparables con la viabilidad en tetrazolio a partir de 90 dpc. El tratamiento G_2 aunque mejor que G_0, fue ligeramente menor que G_1 (Figura 1a.).

En las semillas de B. decumbens los tratamientos de germinación G_0 y G_1 incrementaron la germinación a través del tiempo hasta obtener un valor máximo de 28% a los 120 dpc. Los mayores valores de germinación se obtuvieron con G_2, obteniendo el 54% a los 120 dpc (Figura 1b).

En las semillas de B. dictyoneura el tratamiento de germinación G_0 solamente logró un máximo de 1%, mientras que G_1 y G_2 se incrementaron lentamente hasta lograr el máximo valor del 21% a los 210 dpc (Figura 1c).

Las diferencias entre la viabilidad en tetrazolio y la germinación indican la presencia de latencia en las semillas de estas tres especies. Un estimado indirecto de la latencia fue calculado obteniendo la diferencia entre la viabilidad y la germinación máxima observada. Con esta base, B. dictyoneura presenta los valores de latencia más altos y prolongados (aprox. 60%, desde los 60 hasta los 210 dpc).

B. decumbens muestra valores intermedios (45% a los 60 dpc y luego se reduce a 25% a los 210 dpc). B. humidicola presenta valores medios (40% a los 60 dpc pero declinando rápidamente).

Para el caso de las semillas de B. decumbens y B. dictyoneura, los tratamientos generales de germinación recomendados por el ISTA son sólo parcialmente efectivos contra la

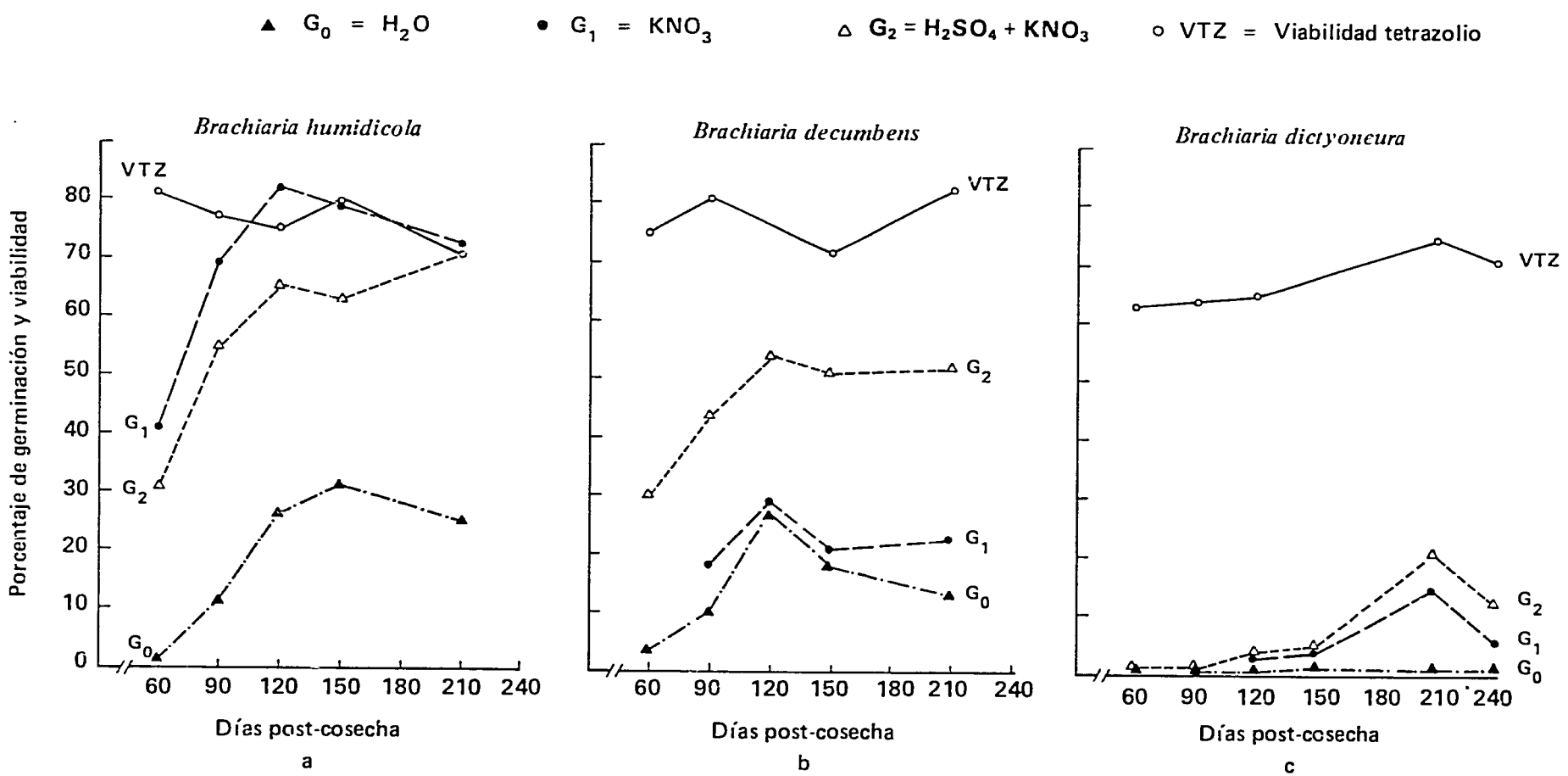


Figura 1. Comparación de la germinación de tres especies de *Brachiaria* con tres tratamientos a través del tiempo.

latencia, por lo que se hace necesario complementar la prueba de germinación con una prueba de viabilidad en tetrazol en las semillas no germinadas para obtener una medición directa de la latencia.

d) Perfiles de rendimiento de semillas

Durante las diferentes actividades de multiplicación de semillas en 10 años, se ha recopilado información de rendimientos de semillas. Esta recopilación incluye información de diferentes localidades, pero principalmente provienen de Palmira, Santander de Quilichao y Carimagua. El archivo de datos incluye las cantidades de semilla producida (kg), área cosechada (ha), fechas de maduración, edad del lote y métodos de cosecha. De esta información se podrá calcular el promedio, el rango y desviación estándar en rendimiento de semilla pura, para cada especie. Inicialmente se ha resumido tal información referida solamente cuando las áreas son mayores a 0.01 ha y para las especies con un mínimo de 5 observaciones, como se muestra en los Cuadros 7 y 8.

Una vez que exista un número amplio de observaciones de rendimiento de semilla en una especie dada, se podría hacer un análisis más detallado para obtener estadísticas descriptivas para cada lugar, cada cosecha y por cada método de cosecha. Los Cuadros 9 y 10 muestran esta forma de análisis.

Obviamente por el carácter de observaciones independientes de los datos básicos, la utilidad de estos perfiles de rendimiento de semilla está muy relacionada con el número de observaciones involucradas y su lugar de origen. En el futuro se espera incluir información relacionada obtenida en otros lugares (por ejemplo: Red de Ensayos Regionales) para ampliar la información de este banco de datos. Una vez que se recopile suficiente información, estas estadísticas serán de utilidad para proveer estimativos de rendimientos de semilla en programas oficiales de multiplicación y en campos comerciales.

Cuadro 7. Perfiles de rendimiento de semilla pura, en varias especies de gramíneas.

Especie	CIAT No.	Rendimiento de Semilla Pura 1975-1985 en Areas > 0.01 ha (kg/ha)			
		Observaciones No.	Promedio	Rango	Desviación Estándar
Andropogon gayanus	621	81	76	4-261	49
Brachiaria decumbens	606	29	16	1-81	13
B. dictyoneura	6133	17	27	0-85	19
B. humidicola	679	10	3	1-12	3
Panicum maximum	604	9	17	2-53	15
Panicum maximum	622	17	7	1-27	7

Cuadro 8. Perfiles de rendimiento de semilla pura en varias especies de leguminosas.

Especie	CIAT No.	Rendimiento de Semilla Pura 1975-1985 en Areas > 0.01 ha (kg/ha)			
		Observaciones No.	Promedio	Rango	Desviación Estándar
Stylosanthes capitata	1019	23	131	7-252	65
Stylosanthes capitata	1315	21	214	42-451	87
Stylosanthes capitata	1318	10	112	13-344	62
Stylosanthes capitata	1342	12	117	4-301	94
Stylosanthes capitata	1693	11	137	22-337	76
Stylosanthes capitata	1728	15	201	25-522	83
Stylosanthes capitata	10280	13	194	2-1,133	163
Stylosanthes guianensis	136	21	27	1-147	19
Stylosanthes guianensis	184	13	32	1-88	20
S. guianensis var. *pauciflora*	1283	7	38	1-126	42
S. guianensis var. *pauciflora*	2031	7	48	7-196	48
S. guianensis var. *pauciflora*	2362	3	34	19-63	21
S. guianensis var. *pauciflora*	10136	6	29	4-75	26
S. macrocephala	1643	22	60	2-203	36
Centrosema pubescens	438	13	55	7-162	38
Centrosema sp.	5277	9	112	8-355	74
Centrosema sp.	5568	8	79	3-377	96
Centrosema brasilianum	5234	9	243	28-1,218	233
Centrosema macrocarpum	5062	6	135	5-296	117
Centrosema macrocarpum	5065	5	224	22-645	109
Desmodium ovalifolium	350	31	85	2-380	71
Desmodium ovalifolium	3784	10	160	38-535	63
Zornia latifolia	728	14	93	10-241	66
Zornia glabra	7847	11	50	1-145	58
Pueraria phasecloides	9900	8	81	8-457	8

Cuadro 9. Perfil detallado del rendimiento de semilla pura en Andropogon gayanus CIAT 621.

Lugar	Parámetro	Rendimiento de Semilla Pura (kg/ha), 1975-1985 en Areas > 0.01 ha								
		Primera Cosecha				Otras Cosechas				Promedio por lugar
		Manual	Combinada	Manual/ Mecánica	Promedio	Manual	Combinada	Manual/ Mecánica	Promedio	
PALMIRA	Observaciones (No.)	12	-	-	12	34	3	-	37	49
	Promedio	76.3	-	-	76.3	95.0	97.4	-	95.2	90.6
	Desv. Estándar	53.5	-	-	53.5	57.9	105.1	-	61.8	59.7
QUILICHAO	Observaciones (No.)	4	-	-	4	16	-	-	16	20
	Promedio	50.7	-	-	50.7	69.6	-	-	69.6	65.8
	Desv. Estándar	50.3	-	-	50.3	36.1	-	-	36.1	38.9
CARIMAGUA	Observaciones (No.)	6	-	-	6	5	1	-	6	12
	Promedio	41.6	-	-	41.6	27.5	3.87	-	23.6	32.6
	Desv. Estándar	30.8	-	-	30.8	16.2	-	-	13.5	22.2
OTROS	Promedio por cosecha	62.2	-	-	62.2	81.5	74.1		81.0	75.9
TODOS	Observaciones (No.)				81					
	Promedio				75.9					
	Desv. Estándar				49.1					

Cuadro 10. Perfil detallado del rendimiento de semilla pura en *Stylosanthes capitata* cv. Capica CIAT 10280.

Lugar	Parámetro	Rendimiento de Semilla Pura (kg/ha), 1975-1985 en Areas > 0.01 ha								
		Primera Cosecha				Otras Cosechas				Promedio por lugar
		Manual	Combinada	Manual/ Mecánica	Promedio	Manual	Combinada	Manual/ Mecánica	Promedio	
PALMIRA	Observaciones (No.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Promedio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Desv. Estándar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QUILICHAO	Observaciones (No.)	2	-	-	2	3	-	-	3	5
	Promedio	157.2	-	-	157.2	52.2	-	-	52.2	94.2
	Desv. Estándar	215.8	-	-	215.8	60.8	-	-	60.8	122.8
CARIMAGUA	Observaciones (No.)	3	2	-	5	1	2	-	3	8
	Promedio	31.1	3.0	-	19.8	738	607.4	-	650.9	256.5
	Desv. Estándar	6.4	1.8	-	4.6	-	743.6	-	495.7	188.8
OTROS	Promedio por cosecha	81.5	3.0	-	59.1	223.7	607.4	-	351.6	
TODOS	Observaciones (No.)				13					
	Promedio				194.1					
	Desv. Estándar				163.4					

e) Monitoría del proceso de liberación y adopción inicial de cultivares nuevos

i) Andropogon gayanus cv. Planaltina en Brasil

EMBRAPA-CPAC tomó la decisión de liberar la accesión CIAT 621 como cv. Planaltina a principios de 1980. SPSB y CPAC organizaron una reunión en Brasilia con ganaderos interesados en la multiplicación de semillas en Mayo de 1980. Un volumen de semilla básica fue comprada por SPSB al CIAT a fines de 1980 y SPSB organizó la multiplicación de semilla fiscalizada por contrato en los años 1980-81, 1981-82 y 1982-83. SPSB inició las ventas de semilla básica y de semilla fiscalizada en Noviembre de 1981 (el momento de la liberación real) y continuó ofreciendo semillas al mercado hasta Diciembre de 1983. Independiente de EMBRAPA, se inició un mercado regional de semilla comercial en Goiania y Campo Grande al final de 1981, reflejando una liberación informal ocurriendo en paralelo con la formal. Este fenómeno también contribuyó a una amplia distribución inicial de semi-semilla. El proceso de liberación del cv. Planaltina incluyó una distribución abierta de un alto volumen de semilla básica por parte de EMBRAPA. En esta distribución, las empresas establecidas no recibieron ninguna preferencia y al contrario, no mostraron mucho interés.

CPAC organizó un Día de Campo en Planaltina en Noviembre de 1982 que fue atendido por más de 500 personas. Los ganaderos de los Cerrados fueron muy receptivos al cv. Planaltina y esto produjo una demanda inicialmente alta de semilla. A pesar de las características morfológicas difíciles de las espiguillas (aristas, pubescencia, etc.) y las dificultades para remover material inerte, la combinación de una demanda alta y de condiciones ecológicas favorables para la formación de semillas, estimuló rápimente un suministro creciente de semilla comercial de buena calidad. Es importante notar aquí que las empresas semillistas más grandes no fueron las más activas en la producción inicial, en parte por falta de contacto con adoptadores tempranos. Las empresas más activas fueron empresas jóvenes que organizaron cosechas en compañía con adoptadores tempranos. Paralelamente al desarrollo del suministro de semilla comercial, ocurrió mucha producción de semilla en fincas para autoabastecimiento. Este fenómeno fue parcialmente influenciado por un alto precio de las semillas en el año 1981-1982, pero evolucionó naturalmente cuando los ganaderos observaron las cantidades de semillas presentes en sus primeros campos.

La adopción de A.gayanus cv.Planaltina se expandió casi espontáneamente con una mínima de promoción técnica por parte de las instituciones de investigación y extensión, y sin ninguna promoción comercial por las empresas de semillas. Por otro lado, existen casos de personas que realizan asistencia técnica y que lograron mucho impacto con empresas ganaderas particulares.

En Marzo de 1985, miembros de los programas de pasturas de CPAC y CIAT hicieron una encuesta de varias empresas de semillas. Las ventas de semillas durante 1982, 1983 y 1984 fueron estimadas en 175, 422 y 496 toneladas, respectivamente. También se estimó que el 35% del área sembrada se estableció con semillas de auto-abastecimiento. En base a los estimativos de ventas y auto-abastecimiento, se calcula que las áreas sembradas del cv. Planaltina alcanzaron 168.000 ha como mínimo, a principios de 1985.

En conclusión se puede notar que a partir de la liberación real, transcurrieron menos de dos años hasta lograr una liberación efectiva. Esto se debió principalmente por (a) altos volúmenes de semilla básica y su amplia distribución; (b) un gran

interés por parte de los ganaderos que causó una demanda inicialmente alta por semilla comercial; y (c) condiciones climáticas favorables con buenos rendimientos de semillas. La adopción del cv. Planaltina sigue expandiéndose de una manera impresionante. Contactos con las empresas de semillas también mostraron la necesidad de un mejor contacto entre los investigadores y la industria de semilla, para favorecer sus conocimientos e intereses en cultivares nuevos y futuros, especialmente en el caso de leguminosas.

ii) Stylosanthes capitata cv. Capica en Colombia

Como resultado de varios años de investigación, el Programa de Pastos Tropicales del CIAT presentó una propuesta definitiva para la liberación de un cultivar de Stylosanthes capitata en Diciembre de 1981. El ICA recibió la propuesta, la evaluó y tomó una decisión definitiva a principios de Julio de 1982. Una gira a los ensayos en fincas de los Llanos durante la fase de revisión de la propuesta, fue de mucha importancia en la toma de decisión. Inmediatamente después, ICA y CIAT organizaron un plan general para realizar la liberación real del cultivar, denominado 'Capica' por el ICA. En esta época existió un volumen mínimo de semilla básica, reflejando el hecho de que S. capitata estuvo bajo una estrategia de preliberación durante el año previo. Como resultado fue factible una entrega inicial de semilla básica inmediatamente.

La liberación real se cumplió en varias fases. El ICA realizó una reunión formal con el sector semillista de pasturas para organizar la entrega de semilla básica. La primera entrega de semilla básica se hizo en Agosto de 1982 (175 kg de semilla escarificada), lo que definió el momento de liberación real de Capica. Luego, en Marzo y Abril de 1983, el ICA dispuso de una segunda entrega de semilla básica (160 kg de semilla escarificada), pero en este caso, por falta de demanda de las empresas de semillas, se extendió la oferta a un amplio número de ganaderos. Con base en los resultados obtenidos en las etapas de investigación el ICA publicó un Boletín Técnico en Mayo de 1983, el cual reune la información relevante para los ganaderos y técnicos. Finalmente, en Noviembre de 1983, el ICA realizó un Día de Campo en CNIA-Carimagua con el objetivo de mostrar el Capica a los ganaderos, semillistas y público en general.

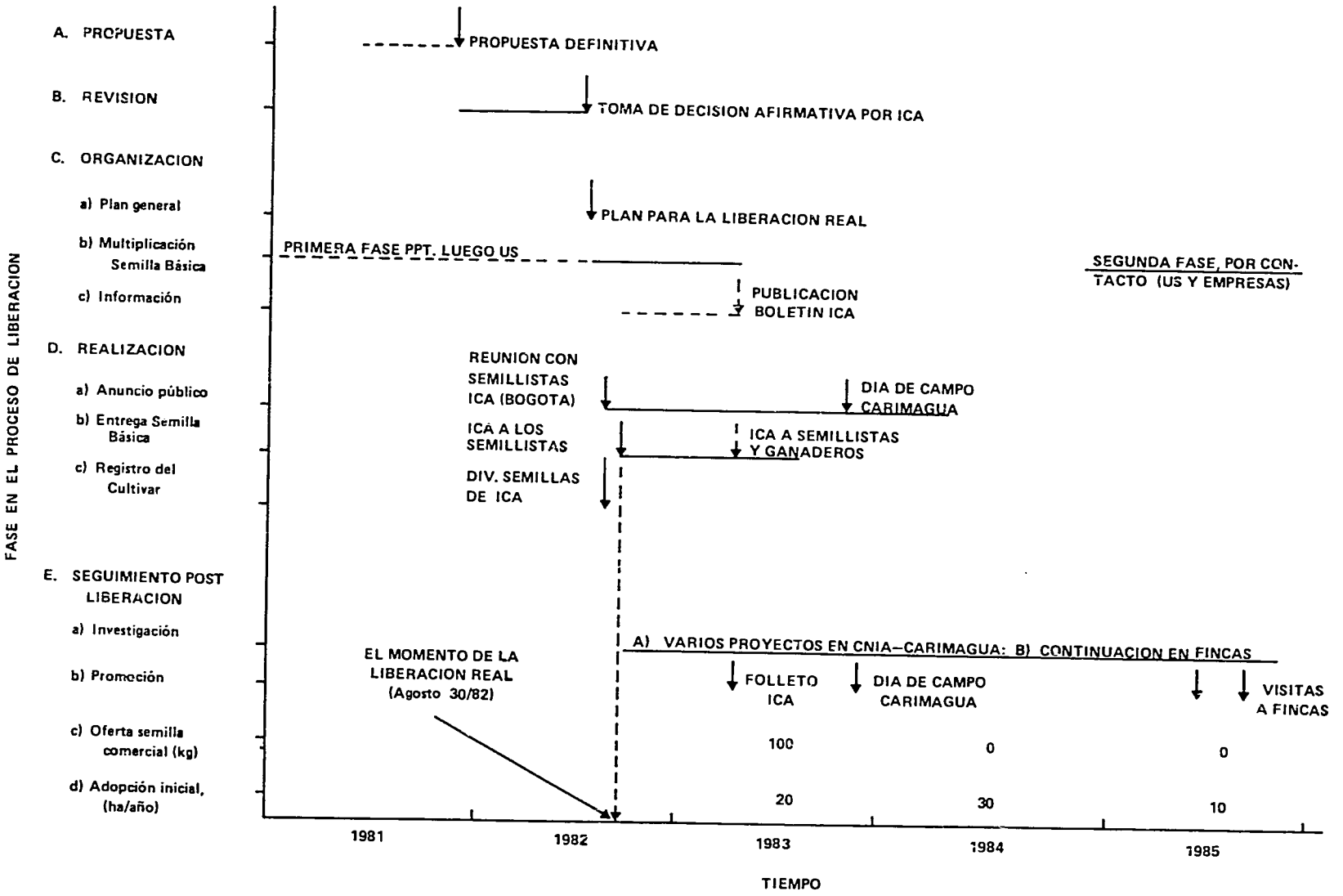
La fase de seguimiento posterior a la liberación real se caracterizó principalmente por la continuación de proyectos de investigación en CNIA-Carimagua y también en fincas. A través del tiempo, estos trabajos están refinando el comportamiento de cv. Capica a la vista de los investigadores. Se nota una falta de promoción técnica en esta fase.

La oferta de semilla comercial en el mercado ha sido muy limitada. Aunque no bien documentado, sólo una empresa ofreció una cantidad muy limitada de semillas a principios de 1983. A pesar de las expectativas dadas en base a las ventas de semilla básica, aparentemente las cosechas de semilla comercial en el año de 1983 fueron muy escasas y como resultado, la oferta de semillas en el mercado a principios de 1984 fue nula. La adopción inicial de cv. Capica en los años 1983 a 1985 no involucra más de 100 ha. Existe un solo caso específico de un ganadero tratando de sembrar y extender cv. Capica en sus potreros por autoabastecimiento de semillas. Un resumen cronológico de los eventos principales en las fases del proceso de liberación se presenta en la Figura 2.

Aunque este estudio está incompleto, se pueden ofrecer los siguientes comentarios:

a) El proceso de liberación continúa prolongándose a tres años por falta de un suministro de semilla comercial. El proceso de adopción aún no se inicia

FIGURA 2. Resumen cronológico de los eventos principales en las fases del proceso de liberación de *Stylosanthes capitata* cv. Capica en Colombia.



espontáneamente. A pesar de la complejidad del tema de la adopción de una nueva leguminosa forrajera en una región con limitaciones socioeconómicas como la altillanura, es necesario reconocer que hasta el momento los investigadores de ICA-CIAT no han logrado convencer a un núcleo de adoptadores tempranos ni a las empresas semilleristas del mérito y potencial de cv. Capica, como para empezar un suministro inicial de semilla comercial en el mercado.

b) En tales casos, y especialmente con un producto tan novedoso sin el beneficio de esfuerzos de promoción técnica y comercial, la situación se congela rápidamente en un círculo vicioso de falta de demanda y falta de disponibilidad de semillas.

Para romper esta situación compleja, se requieren esfuerzos para promocionar el cv. Capica (especialmente a nivel de fincas) y disponer también de más semilla básica. Ambas iniciativas están recibiendo ahora atención del CIAT y del ICA.

c) El desarrollo de un suministro de semilla comercial es netamente una respuesta a la demanda para semilla por los ganaderos. Con forrajeras tan nuevas, hasta que los ganaderos soliciten semillas y muestren una demanda fuerte, la mayoría de los semillistas existentes no van a arriesgar recursos en la iniciación de su producción comercial. Para romper esta situación es necesario dar una alta prioridad a la promoción técnica del nuevo cultivar ante los semillistas como un grupo particular. Además, los primeros productores de semilla comercial requieren asistencia técnica para tener mejores posibilidades de éxito en utilización de la escasa cantidad de semilla básica.

d) La formación de una comisión nacional para la liberación de cultivares nuevos de forrajeras sería ventajosa. Es obvio que otras especies de forrajeras sin historia de domesticación son candidatas a entrar en el proceso de liberación. Una comisión podría lograr una liberación efectiva más rápida, mediante la integración y supervisión de cada una de las etapas enumeradas en la Figura 2. Esta debe contribuir a una liberación efectiva de los cultivares nuevos, lo cual favorece las perspectivas para su adopción más rápida.

4. COLABORACION TECNICA

a) Unidad de Semillas

Durante el año continuó una estrecha y mutua colaboración. Se aprovechó la presencia de varios científicos visitantes y varios talleres en CIAT para lograr un intercambio de experiencias y definir estrategias futuras para semillas de forrajeras. La Unidad de Semillas expandió sus áreas de multiplicación con varias especies que se encuentran en un estado muy avanzado de evaluación.

Una actividad nueva de colaboración en 1985 fue la multiplicación de semilla básica de *S. capitata* cv. Capica en Colombia por medio de contrato con tres empresas semillistas. El contrato especifica en forma precisa la selección de áreas favorables y la realización de varias prácticas agronómicas. El productor es responsable de la cosecha y luego la Unidad de Semillas responde por el envío al CIAT y el acondicionamiento. Hasta el presente, los cultivos se están desarrollando bien. Esta actividad, además de disponer de más semilla básica, está cumpliendo una fase de orientación de los nuevos productores con respecto a un cultivo novedoso.

b) RIEPT

Los dos talleres de la RIEPT llevados a cabo en CIAT en Septiembre, ofrecieron oportunidades para:

1) Hacer un llamado de atención sobre la necesidad de mayores es-

fuerzos en multiplicación de semilla en cada país, proporcionalmente a los avances en los ensayos existentes de evaluación de germoplasma y pasturas y según planes para los ensayos futuros; y

2) definir mecanismos para lograr ésto según las condiciones particulares a nivel nacional.

Este debate fue muy oportuno para la RIEPT, si se tiene en cuenta su rápida expansión y las perspectivas existentes para la próxima generación de ensayos de tipo C y D. Los miembros de la RIEPT aceptaron el reto de extender sus esfuerzos en la multiplicación en los próximos años.

Sistemas de producción

En 1985 el objetivo primordial de la sección continuó siendo, como en años anteriores, el estudio de alternativas de integración de las sabanas con pasturas introducidas, con la finalidad de encontrar sistemas de producción de mayor productividad animal y económicamente rentables. Como se ha mencionado en informes anteriores, esta estrategia de investigación involucra la realización de experimentos en Carimagua, el seguimiento y documentación de la productividad de fincas que han introducido dichas pasturas, la realización de estudios de simulación matemática y la colaboración con otras secciones del programa en estudios de adopción e impacto de los nuevos cultivares liberados comercialmente por las instituciones nacionales de investigación. En la medida en que el germoplasma progrese a categorías de evaluación mas avanzada en la RIEPT, se aspira a que alguna de la metodología de investigación en sistemas de producción pueda ser aplicada en otros países y ecosistemas.

Evaluación de sistemas de cría con pasturas mejoradas

Este experimento, iniciado en Abril de 1982 y cuyos tratamientos fueran enumerados en los Informes Anuales 1983 y 1984, continúa hasta el presente, aunque con algunas modificaciones que afectan principalmente a los dos tratamientos de "manejo mínimo" y que se implementaron en el curso de 1984. Dado que, para evitar la conocida ciclicidad anual en el comportamiento reproductivos del hato de cría, los resultados son analizados a intervalos de dos años, no es posible aún discutir el efecto de las modificaciones introducidas. Mientras tanto, se ha progresado en el análisis de los dos años iniciales del experimento. Igualmente, y debido al tamaño de los potreros de sabana utilizados (300 a 400 ha cada uno), se sospechó que las dife- rencias entre tratamientos podrían estar confundidas con diferencias entre potreros de sabana. Por este motivo, se comenzaron estudios de ca- racterización de los potreros que permitan corregir tales efectos.

El análisis de los pesos de vacas, no ajustados por el efecto de edad, en tres momentos importantes del ciclo reproductivo (Cuadro 1) sugiere que el uso estratégico de las pequeñas áreas de pastos mejorados disponibles en los tratamientos 4 y 5 (900 y 1800 m^2 por UA respectivamente) aumentó significativamente ($P< 0.05$) los pesos a la concepción y parición, épocas en las cuales las vacas lactantes y gestantes respectivamente, tienen acceso a los pastos mejorados. Sin embargo, parece haber existido un efecto residual de dicho manejo sobre el peso de vacas al destete en el tratamiento 5, época en la cual los animales están restringidos a la sabana. Por el contrario, tales aumentos de peso no se han verificado en los tratamientos 2 y 3 "manejo mínimo" a pesar de que tienen acceso continuo a los pastos mejorados respectivos. Las deficiencias minerales, particularmente fósforo, documentadas en informes anteriores, están probablemente

Cuadro 1. Peso promedio de vacas, no ajustado por edad. Promedios de los dos primeros años del experimento (kg)

Tratamiento	Peso a		
	Concepción	Parición	Destete
Repetición 1			
1. Testigo	341 b	362 b	318 bc
2. Manejo mínimo	338 b	380 a	327 b
3. Manejo mínimo	329 bc	360 b	310 c
4. Manejo intensivo	356 a	377 a	320 bc
5. Manejo intensivo	370 a	381 a	348 a
Repetición 2			
1. Testigo	312 d	328 c	282 d
4. Manejo intensivo	318 cd	331 c	283 d
5. Manejo intensivo	325 bcd	328 c	275 d
	P< 0.05	P< 0.05	P< 0.05

asociadas con los pesos no significativamente diferentes de estos tratamientos en relación al testigo. Las tendencias observadas en los pesos de terneros al nacimiento son semejantes a las mencionadas anteriormente e incluso alcanzaron significancia estadística, pero la magnitud de las mismas (diferencias entre tratamientos menores a 1 kg) restan trascendencia práctica a dichos resultados. Por el contrario, las diferencias entre tratamientos en el desempeño posnatal de los terneros son muy importantes. Como se indicó en informes anuales anteriores, la mortalidad pre, peri y posnatal en los tratamientos de manejo mínimo fue muy alta y contribuyó a introducir modificaciones en dichos tratamientos. Sin embargo, subsisten diferencias importantes entre el tratamiento testigo y los de manejo intensivo; dichas diferencias (Cuadros 2 y 3) no están confundidas con efectos de suplementación mineral y se deben en consecuencia, al uso de pastos mejorados. Por el contrario, las tasas de reconcepción de vacas lactantes y de destete (Cuadro 4) no difieren significativamente (P> 0.05)

Cuadro 2. Pérdida posnatal de terneros. Promedios de dos repeticiones y dos años.

Tratamiento	Pérdida (%)
1. Testigo	10.81
4. Manejo intensivo	6.98
5. Manejo intensivo	2.20

$X^2 = 5.74$ (P = 0.057)

Cuadro 3. Peso promedio de terneros al destete, ajustado a 270 días de edad.

Tratamiento	Repetición	
	I	II
1. Testigo	165b	129d
2. Manejo mínimo	172b	-
3. Manejo mínimo	144c	-
4. Manejo intensivo	167b	125d
5. Manejo intensivo	181a	130d
	P< 0.05	

Cuadro 4. Tasa de reconcepción de vacas lactantes y de destete en el testigo y mejor tratamiento de manejo intensivo (%).

Tratamiento	Reconcepción	Destete
1. Testigo	26.9	54.6
5. Intensivo	29.8	53.8
	(N.S.)	(N.S.)

entre el tratamiento testigo y el tratamiento 5 de manejo intensivo (1800 m^2/UA de pasto mejorado). Este hecho es muy positivo en vista de que el testigo dispone de monta continua, en tanto la monta en el tratamiento 5 es sólo 90 días; ello implica que el uso de un área limitada de pasto mejorado ha permitido concentrar exitosamente las concepciones y pariciones, lo cual permitiría a su vez, la introducción de otras prácticas de manejo, tales como destete precoz, que presuponen la existencia de monta controlada y que, a su vez, son capaces de aumentar nuevamente el desempeño reproductivo.

La caracterización de potreros antes mencionada está realizándose a través de varios medios. En primer lugar se realizó el mapeo y posterior estimación planimétrica de los varios tipos de sabana generalmente reconocidos, y que incluyen la sabana alta bien drenada y tres tipos diferentes de bajos diferenciados por su microtopografía y por el nivel de humedad del suelo existente en la estación seca. Además de lo anterior se lleva un registro de las quemas periódicas realizadas en cada tipo de sabana; aunado a esto último, se está registrando la tasa de rebrote por un período de 84 días posteriores a la quema, a través del corte de toda la biomasa acumulada en parcelas cercadas. También se están utilizando novillos fistulados en el esófago para muestrear a intervalos periódicos, las áreas de sabana que están siendo pastoreadas por los hatos experimentales. Por último se dispuso la inclusión de cuatro becerras destetas para medir las ganancias de peso. El primer período de caracterización aun no ha concluído, por lo cual no se incluyen los datos respectivos.

Durante el último año se realizaron cuatro períodos de observación de los hábitos de pastoreo y de utilización de los pastos mejorados por los animales de ambos tratamientos de manejo mínimo (tratamientos 2 y 3, con 900 y 1800 m^2 de pasto mejorado por UA respectivamente). Las observaciones realizadas entre las 6:00 a.m. y 6:00 p.m. durante tres días consecutivos en cada período considerado han demostrado un uso muy intensivo de las áreas de pasto mejorado a pesar de la generalmente baja disponibilidad de forraje en oferta. La principal variable que afecta el grado de uso de los pastos, es el número de días transcurridos desde la última quema en las sabanas aledañas; en efecto, con rebrotes posquema inferiores a 40-50 días el tiempo de permanencia y de pastoreo en los pastos mejorados es muy pequeño o aún nulo. Esto último indica que el manejo y frecuencia de las quemas podría ser una herramienta útil para regular el uso de pastos mejorados con acceso libre pero, desde luego, introduce un elemento de intensificación del manejo del sistema contrario en principio a la filosofía con que se idearon los tratamientos de "manejo mínimo". A medida que la sabana envejece,el tiempo de permanencia de prácticamente todo el hato dentro de los pastos mejorados tiende a aumentar; dentro del mismo,se incluyen hasta 3-4 horas promedio/vaca.dia pastoreando,lo cual indica que por lo menos una tercera parte del tiempo habitual de pastoreo se dedica al consumo de pastos mejorados a pesar de la ya referida escasa disponibilidad. Ello implica que las cargas instantáneas sufridas por estos pastos son extremadamente altas, lo cual se refleja en una tendencia a la

degradación de la asociación A. gayanus-P. phaseoloides; es posible que la estabilidad a largo plazo de estos sistemas, exija el uso de especies de diferente hábito de crecimiento, más resistentes al pastoreo muy intensivo y casi continuo.

Desempeño reproductivo en Brachiaria decumbens

Este experimento constituye un control positivo para el ensayo de sistemas antes discutido, pues estudia a largo plazo el desempeño reproductivo de un hato mantenido exclusivamente en pastos mejorados constituidos por Brachiaria decumbens, la gramínea sembrada más común de las sabanas de América tropical, suplementada por un banco de B. decumbens-S. capitata (20% del área total). El hato está sujeto a manejo intensivo, incluyendo la suplementación mineral completa y monta controlada de 90 días.

El Cuadro 5 presenta información preliminar sobre el desempeño reproducvo hasta la tercer gestación. Es interesante anotar que la segunda, y probablemente tercera gestación ha resultado en un desempeño subóptimo, a pesar del generalmente alto peso mantenido por las vacas que oscila, dependiendo del estado fisiológico, entre 350 y 450 kg. Este último es probablemente, muy próximo del 'peso maduro" para la raza Brahman, pero disminuye drásticamente durante la lactación, período en el cual los animales deben reconcebir. Indudablemente sería posible mejorar significativamente las tasas de reproducción alargando el período de monta, tal como lo demuestran otros experimentos realizados en Carimagua, pero es interesante anotar que la combinación de pasturas utilizada no ha permitido expresar totalmente el potencial reproductivo. Sin embargo, los pesos de destete de los terneros han sido altos (Cuadro 6), aún durante la segunda lactancia que coincidió con un período seco anormalmente largo y severo.

Cuadro 5. Desempeño reproductivo de vacas pastoreando B. decumbens, suplementadas con un banco de B. decumbens - S. capitata (porcentaje).

	Concepción	Parición
Primera gestación	97	88
Segunda gestación	72	66
Tercera gestación*	72	-

* Datos preliminares

Cuadro 6. Edad y peso de terneros al destete.

	Primera parición	Segunda parición
Peso (kg)	186 ± 27	149 ± 20
Edad (días)	238 ± 17	230 ± 13
Ganancia de peso ($g.d.^{-1}$)	652 ± 105	519 ± 84

A pesar de lo anterior, es importante contrastar estos resultados con los que vienen siendo obtenidos a nivel de finca, en algunos de cuyos casos, la utilización de asociaciones gramínea-leguminosa es menos intensiva que en el experimento presente.

Destete precoz en pastos mejorados

Es bien sabido que el destete temprano de terneros, a los 3-5 meses de edad, induce un aumento del porcentaje de concepción de las madres al acortar el anestro de la lactancia. Al disponer actualmente de asociaciones de gramíneas y leguminosas productivas y de aceptable valor nutricional, se comenzaron una serie de observaciones preliminares, como paso previo al diseño de un experimento destinado a evaluar este uso alternativo de pastos mejorados.

Durante la estación seca 1984/85, se realizó la primera serie de observaciones con terneros destetados a los 5.5 meses de edad en una pastura de A. gayanus-P. phaseoloides. A pesar del verano excepcionalmente seco y prolongado, los resultados (Cuadro 7) obtenidos fueron muy positivos, habiéndose registrado pesos a los 9 meses de edad semejantes a los observados en animales destetados normalmente en sabana.

La misma pastura fue utilizada a partir de Mayo de 1985 (inicio del período lluvioso) para el levante de destetos de 3.5 meses de edad. La carga utilizada fue exageradamente alta (8 animales/ha), por lo cual a los 77 días de observación fue necesario cambiar de pastura a una asociación de A. gayanus y Centrosema sp. CIAT 5277. En esta segunda serie de observaciones, las ganancias de peso (Cuadro 8) fueron algo menores de las esperadas, considerando que fue un período activo de crecimiento de pastos; sin embargo, se lograron pesos corregidos a los 9 meses de edad aceptables.

Es importante señalar que en ningún caso se registró mortalidad de terneros, y que los niveles de parasitismo interno fueron comparables con los observados en terneros criados normalmente. La única medida profiláctica adoptada fue la desparasitación al momento del destete.

Comportamiento de pastos mejorados a nivel de finca

El área de pastos mejorados sembrada a partir de 1979, en cooperación con propietarios de fincas colaboradoras en los Llanos Orientales de Colombia es de aproximadamente 900 hectáreas (Figura 1). Durante los primeros años de este proceso de validación a nivel de fincas, la principal asociación experimentada fue A. gayanus y S. capitata (Figura 2); todas estas pasturas, establecidas en un total de 7 fincas han persistido hasta el presente, a pesar de grandes variaciones entre fincas en suelos, tipo de uso y grado de manejo aplicado. Las asociaciones de D. ovalifolium CIAT 350 con B. decumbens y B. humidicola (Figura 2) por el contrario sufrieron la pérdida de la leguminosa a partir de 1982, como consecuencia de ataques de Synchitrium y nemátodo del tallo.

A partir de 1984 comenzaron a introducirse en nuevas fincas colaboradoras, materiales recientemente promocionados a Categoría 4 y 5, aunque en áreas sustancialmente menores que las utilizadas antiguamente, en función de la disponibilidad de semilla y la experiencia acumulada anteriormente (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 7. Desempeño de terneros destetados tempranamente en A. gayanus - P. phaseoloides, versus terneros destetados normalmente en sabana.

	Tipo de destete	
	Temprano	Normal
Número de terneros	10	15
Edad al destete (días)	166 + 10	277 + 26
Peso al destete (kg)	112 + 16	137 + 23
Peso a 277 días de edad (kg)	130 + 15	137 + 23
Ganancias de peso hasta 277 días de edad (g/día)		
Lactando	503	401
En pasto	169*	-

* 27 Noviembre 1984 al 12 Marzo 1985, con carga de 5 an/ha

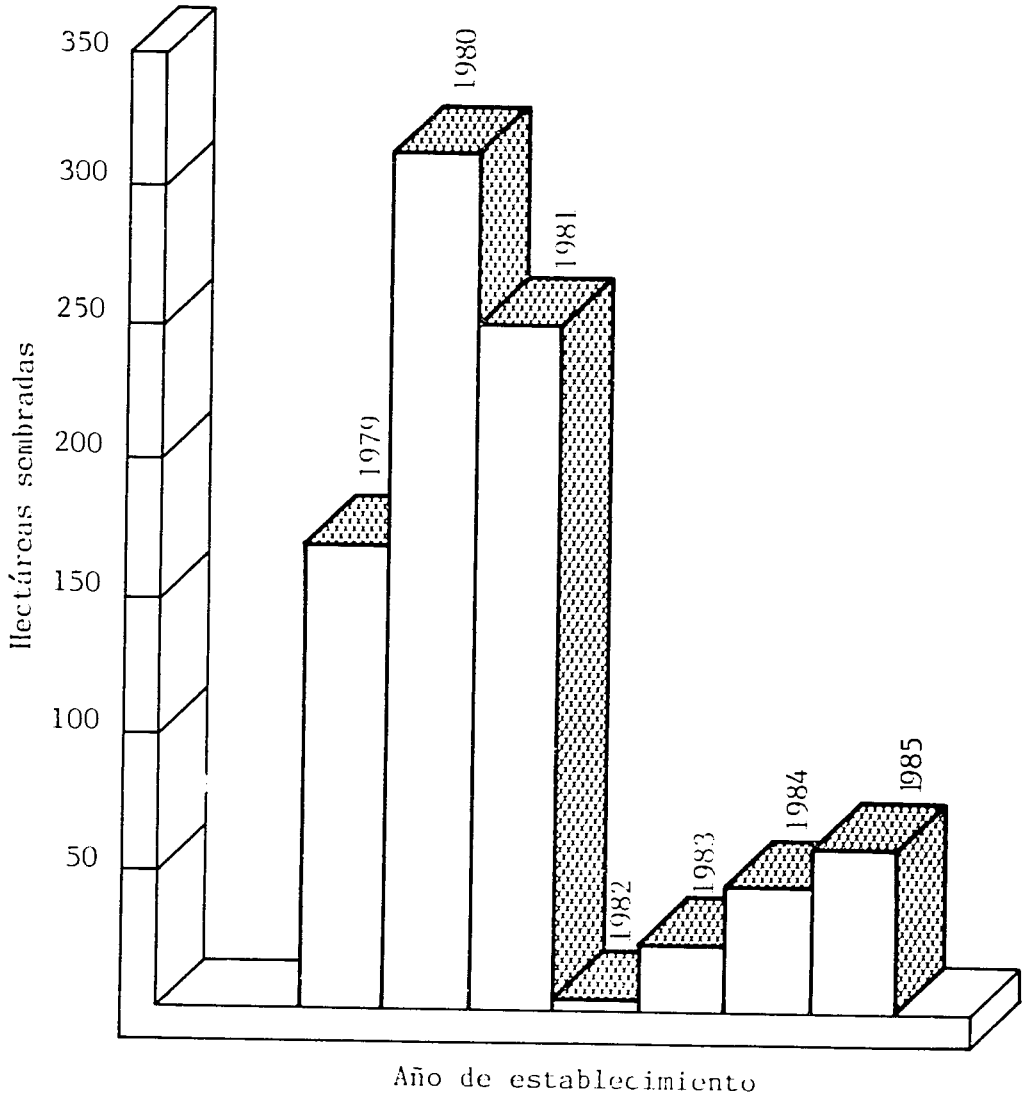


Figura 1. Total de hectáreas sembradas por año en fincas colaboradoras del Programa de Pastos Tropicales.

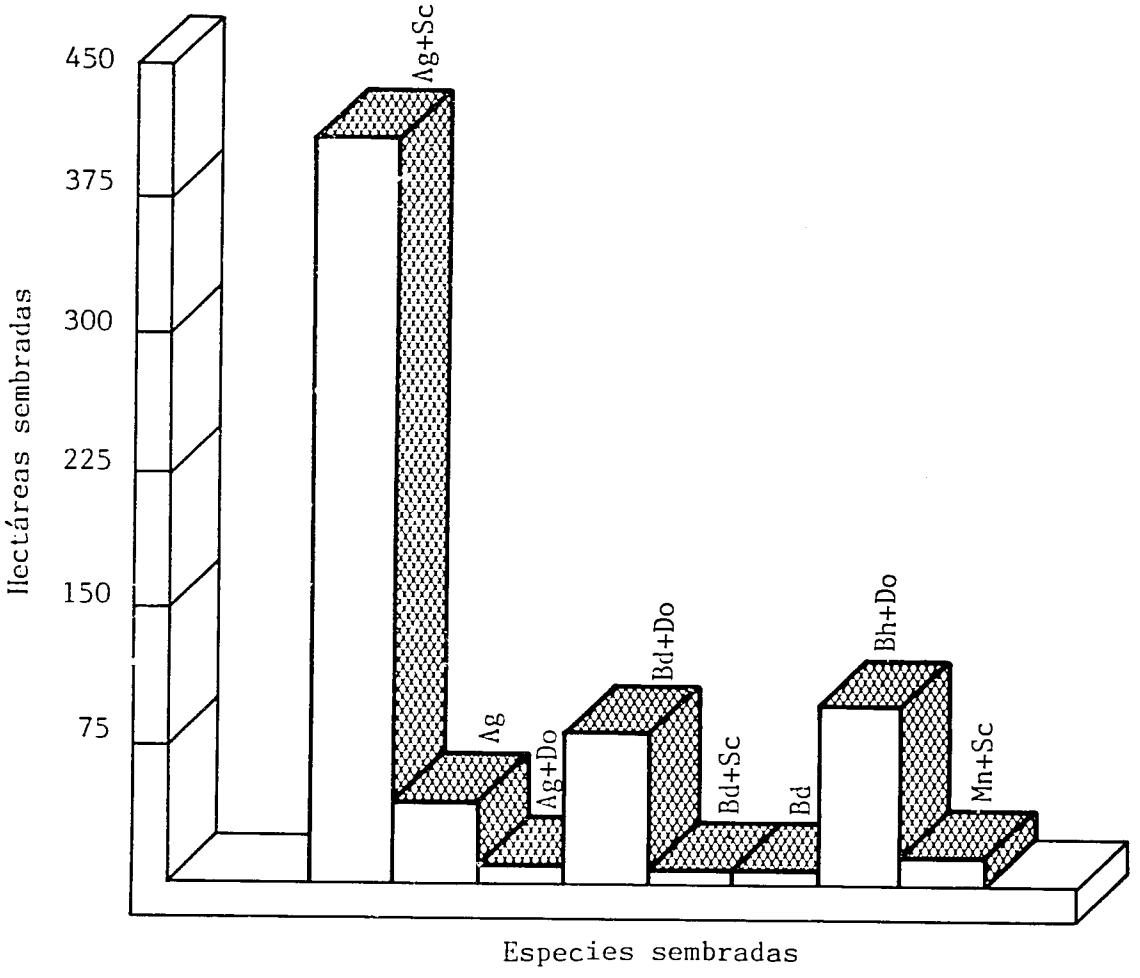


Figura 2. Total de especies sembradas en pruebas bajo pastoreo en fincas colaboradoras del Programa de Pastos Tropicales.

Cuadro 8. Desempeño de terneros destetados precozmente en pastura de A. gayanus - P. phaseoloides, seguida por A. gayanus - Centrosema sp. CIAT 5277. Marzo 30/85 a Octubre 25/85. Carga: 8 an/ha.

		Edad (días)	Peso (kg)	Ganancia de peso ($g.d^{-1}$)
A. gayanus - P. phaseoloides	Inicial	110	68	
	Final	187	83	
	Dias en expto.	77		193
A. gayanus - Centrosema sp.	Inicial	187	83	
	Final	257	97	
	Dias en expto.	70		200
Total	Inicial	110	68	
	Final	257	97*	
	Dias en expto.	147		197

* Peso de destete ajustado a 277d: 101 kg.

Uso de pastos mejorados para el hato de cría

En dos fincas colaboradoras se viene registrando el impacto del uso de áreas restringidas de pastos mejorados para suplementar el hato de cría mantenido principalmente en condiciones de sabana.

El Cuadro 11 presenta los resultados observados en la finca 01, en la cual se tiene ya un largo período de observaciones regulares. Dicho cuadro ilustra una estrategia de desarrollo del hato muy diferente de las investigadas generalmente en condiciones experimentales y es muy interesante la comparación de estos resultados con los señalados al principio de este informe. En efecto, la estrategia seguida en este caso ha sido la de aumentar sustancialmente el número de vacas, lo cual ha llevado a duplicar la carga de toda la finca, en términos de UA/ha; ello se ha logrado con un área de pastos mejorados que representa el 5.5% de la finca. Es muy probable que este gran aumento de carga sea responsable del limitado, aunque significativo, aumento de peso promedio de las vacas, condición imprescindible para el aumento del desempeño reproductivo. Estas tendencias explican el hecho de que los porcentajes de concepción, si bien han tendido a aumentar, continúan mostrando marcadas oscilaciones cíclicas (Cuadro 11).

El uso y manejo de los pastos mejorados refleja las decisiones tomadas por el ganadero. particularmente en los últimos cuatro años. Si bien los datos de desempeño animal registrados en el Cuadro 11 sugieren que podría ocurrir una disminución del nivel de productividad si se continúa con las altas cargas registradas en los dos últimos años, los muestreos realizados en las pasturas mejoradas no demuestran la misma tendencia (Cuadro 12).

Desempeño de novillas en pastos mejorados

En dos fincas colaboradoras, se está evaluando desde 1980 el desempeño de novillas desde el momento de su destete, en asociaciones de gramíneas y leguminosas, en sabanas sujetas al manejo habitual del ganadero y en

Cuadro 9. Areas para multiplicación de semilla experimental establecidas en fincas colaboradoras, en 1984 y 1985 (hectáreas).

Finca	Centrosema sp CIAT 5277	A. pintoi CIAT 17434	S. capitata cv. Capica	B. dictyoneura CIAT 6133
02	0.25	-	-	0.30
03	-	-	-	8.00
05	-	1.00	35	10.00
18	-	0.40	-	0.50
21	-	0.40	-	0.10

Cuadro 10. Areas y tipo de pasturas sembradas en 1985 en fincas colaboradoras (hectáreas).

	A. gayanus cv. Carimagua +			B. dictyoneura
Finca	S. capitata cv. Capica	C. brasilianum CIAT 5234	Centrosema sp. CIAT 5277	CIAT 6133 + A. pintoi CIAT 17434
02	20	--	-	1
04	47	2	5	2
22	-	4	6	2

Cuadro 11. Desempeño productivo de un hato de cría comercial, luego de la introducción de pastos mejorados (5.5% del área total). Finca 01.

	Año					
	1979	1980	1981	1982	1983	1984
1. Número de vacas	330	328	390	427	446	485
2. Carga (UA/ha^{-1})	.08	.13	.15	.16	.19	.19
3. Peso ajustado de vacas (kg)	233e	292d	303c	301c	332a	328b
4. Peso promedio ponderado de vacas (kg)	252	306	301	312	328	315
5. Tasa de concepción (%)	(49.8)	63.9	62.4	76.2	53.0	60.4
6. Peso ajustado de destete (kg)	(109)	119	118	142	148	143

( ) Datos del Estudio ETES.
3. Peso ajustado a la condición seca-vacía, 73-84 meses de edad ($P< 0.05$).
5. Referido a vacas que han permanecido en el hato desde 1980; excluye también las novillas.
6. Peso ajustado a 277 días de edad.

Cuadro 12. Evolución de la disponibilidad de materia seca (MS), composición botánica y cobertura de una mezcla de Andropogon gayanus + Stylosanthes capitata durante cinco años en la Finca 01 en los Llanos Orientales de Colombia.

	1981	1982	1983	1984	1985
Disponibilidad $kg\ MS.ha^{-1}$	1.061+256	1.713+585	1.155+275	511	1.470+200
Gramínea (%)	13	29	68	66	77
Leguminosa (%)	87	71	32	34	23
Cobertura (%)	35	39	22	31	32

varias situaciones intermedias.

El Cuadro 13 muestra la edad a la parición de cinco grupos de novillas, demostrándose que hasta el momento, la alternancia regular de períodos de pastoreo en sabana con otros en el pasto mejorado ha permitido obtener resultados muy semejantes a los observados en régimen exclusivo de pastura sembrada; el mismo comentario se aplica a las tasas de parición (Cuadro 14), aunque estos resultados son aún preliminares.

Los resultados son muy semejantes en la segunda finca, a pesar de las considerables diferencias en tipo de sabana y textura del suelo existentes entre ambas. El Cuadro 15 ilustra las diferencias en edad al primer y segundo parto registradas hasta el momento, así como las marcadas diferencias en porcentaje de parición debidas a pastura que comienzan a observarse (Cuadro 16). Es necesario señalar que

Cuadro 13. Edad a la parición de novillas levantadas en diferentes combinaciones de sabana y pasto de A. gayanus + S. capitata (AS). Finca 04 (meses).

Pastura	n	Primera parición	Segunda parición	Intervalo*
Sabana	15	51	-	-
AS hasta destete + sabana	15	51	-	-
AS hasta monta + sabana	40	41	-	-
Sabana (50%) + AS (50%)	20	38	57	16.8
AS	40	38	56	17.6

* Datos preliminares a Agosto 1985

Cuadro 14. Tasa de parición de novillas levantadas en diferentes combinaciones de sabana y pasto de A. gayanus - S. capitata (AS). Finca 04 (porcentaje)

Pastura	Primera parición	Segunda parición
Sabana	82	-
AS hasta destete + sabana	82	-
AS hasta monta + sabana	95	7
Sabana (50%) + AS (50%)	95	79
AS	85	89 *

Datos a Agosto 1985.
* Datos preliminares.
17.5% de los animales estaban en su tercera concepción.

el aparentemente bajo porcentaje de segunda parición en A. gayanus-S. capitata es un dato apenas parcial, en momento en que aún gran número de animales estaban gestantes.

Cuadro 16. Tasa de parición de novillas en diferentes pasturas. Finca 05. Datos hasta Agosto 85 (porcentaje).

Pastura	Primera parición	Segunda parición
Sabana	86	-
B. humidicola	52	-
A. gayanus/ S. capitata	97	32 *

* Dato preliminar

Ceba de novillos en pastos mejorados a nivel de finca

La ceba es generalmente la actividad más atractiva económicamente, pero en condiciones de las sabanas de América tropical sólo es posible si se dispone de pasturas mejoradas.

Cuadro 15. Edad a la parición de novillas en diferentes pasturas. Finca 05. Datos hasta Agosto 1985 (meses).

Pastura	n	Primera parición	Segunda parición	Intervalo*
Sabana	15	47.4	-	-
Brachiaria humidicola	80	47.3	-	-
A. gayanus/ S. capitata	65	36.6	51.0	14

* Datos parciales

Los Cuadros 17 y 18 registran los resultados obtenidos en dos fincas cooperadoras, en las cuales los respectivos propietarios decidieron usar los pastos para la ceba estacional durante el período lluvioso. En ambos casos, se utilizan novillos adultos, de 3 o más años, y ocasionalmente se engordan también vacas de descarte. En ambos casos, los niveles de ganancia de peso por cabeza son semejantes o aún superiores a los registrados en condiciones experimentales, y con una carga animal que tiende a ser superior a la generalmente utilizada en Carimagua, pero con la diferencia de que a nivel de finca, el uso de estos pastos ha sido marcadamente estacional. Los muestreos de las pasturas respectivas, realizados a intervalos de 3-4 meses, no han dado indicaciones de procesos de degradación, pero sí son evidentes las marcadas variaciones estacionales en composición botánica características de la asociación A. gayanus-S. capitata; la Figura 3 ilustra estas tendencias para uno de los casos estudiados. Por último, es importante anotar que en estos casos la decisión sobre el uso, carga y manejo de las pasturas ha sido exclusivamente del ganadero, limitándose la sección a registrar los resultados obtenidos.

Cuadro 17. Ganancia de peso de novillos de ceba en Andropogon gayanus - Stylosanthes capitata. Finca 03.

	1982	1983	1984	1985*
Días de pastoreo	269	285	287	111
Peso inicial, kg	284	312	306	337
Peso final, kg	424	493	496	443
Carga, an/ha	1.72	1.53	1.40	1.14
Carga, kg/ha	660	659	561	445
Ganancia peso, kg/d	.522	.635	.590	.950
Ganancia peso, kg/ha	242	277	285	122

Cuadro 18. Ganancia de peso de novillos de ceba y vacas de descarte en Andropogon gayanus - Stylosanthes capitata. Finca 05.

	Novillos				Vacas
	1982	1983	1984	1985*	1984
Días de pastoreo	183	218	193	119	93
Peso inicial, kg	225	344	315	330	285
Peso final, kg	344	464	441	417	337
Carga, an/ha	1.53	1.60	2.00	1.35	1.50
Carga, kg/ha	436	646	756	504	467
Ganancia peso, kg/d	.484	.550	.648	.725	.544
Ganancia peso, kg/ha	136	192	250	117	76

* Datos preliminares hasta Agosto 1985.

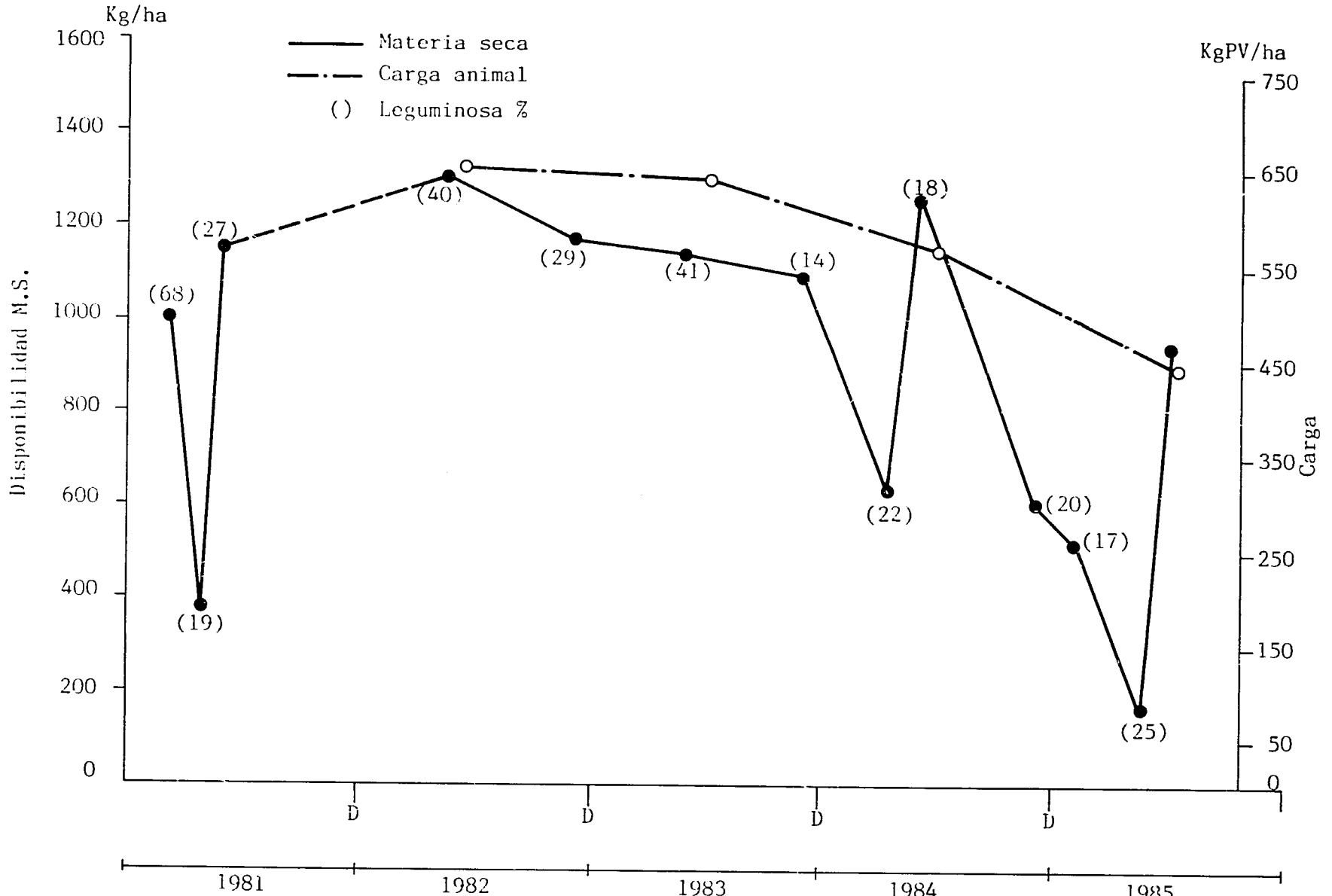


Figura 3. Disponibilidad de materia seca y carga animal por hectárea en una asociación de A. gayanus y S. capitata (Finca 03).

PROYECTO DE SIMULACION

El desarrollo de modelos de producción de carne y forraje destinados a evaluar alternativas viables de uso de áreas pequeñas de pasturas mejoradas en los sistemas extensivos de producción de los Llanos Orientales continuó durante este año.

Desarrollo del modelo de producción de carne

El modelo usado es una adaptación del desarrollado por la Universidad de Reading, GB, durante 1980-82. El principal objetivo fue desarrollar una versión que pudiera reproducir con precisión aceptable, los principales parámetros de producción característicos de los sistemas de producción basados en el uso exclusivo de sabanas y luego, con el mínimo de modificaciones posible, simular la producción en pasturas mejoradas. Estos dos sistemas representan los extremos del universo de sistemas de interés. Se hipotetizó que existen ciertos parámetros incorporados a este tipo de modelo que permiten describir sistemas de producción muy diferentes, así como diferentes tipos de animales. Los mismos son:

- parámetros del forraje tales como digestibilidad, proteína bruta y disponibilidad;
- requerimiento energético del animal a pastoreo;
- peso maduro del animal, cuando no está sujeto a limitaciones;
- producción de leche potencial.

En vista de los resultados originales de validación generados para sistemas de producción en Botswana, Israel y Gran Bretaña, es admisible que esta serie de parámetros ambientales y animales permitan, dentro de ciertos límites, diferenciar entre sistemas de producción con características muy diferentes.

La dinámica del modelo está representada por el flujo de energía. El desempeño animal es tratado individualmente, de modo que el consumo de forraje, crecimiento, producción de leche y evolución de la gestación en cada animal, así como eventos tales como el momento de su concepción y muerte, son estimados a cada intervalo de tiempo; este último es variable entre 1 y 30 días. Muchas de las relaciones del modelo son determinísticas, pero los siguientes eventos son estocásticos: muerte, estro, concepción, sexo del becerro, aborto y esterilidad. La dinámica del hato es ilustrada en la Figura 4. La estructura original del modelo fue alterada radicalmente y reescrita en FORTRAN 77, consistiendo en una estructura jerárquica de tres niveles.

Validación preliminar

Se realizó un gran número de simulaciones para probar el modelo original y las modificaciones introducidas al mismo. Estas corridas incluyeron numerosas repeticiones del sistema básico de sabana, corridas donde se alteró el período de tiempo simulado, el intervalo de tiempo, tamaño del hato y estructura del mismo y

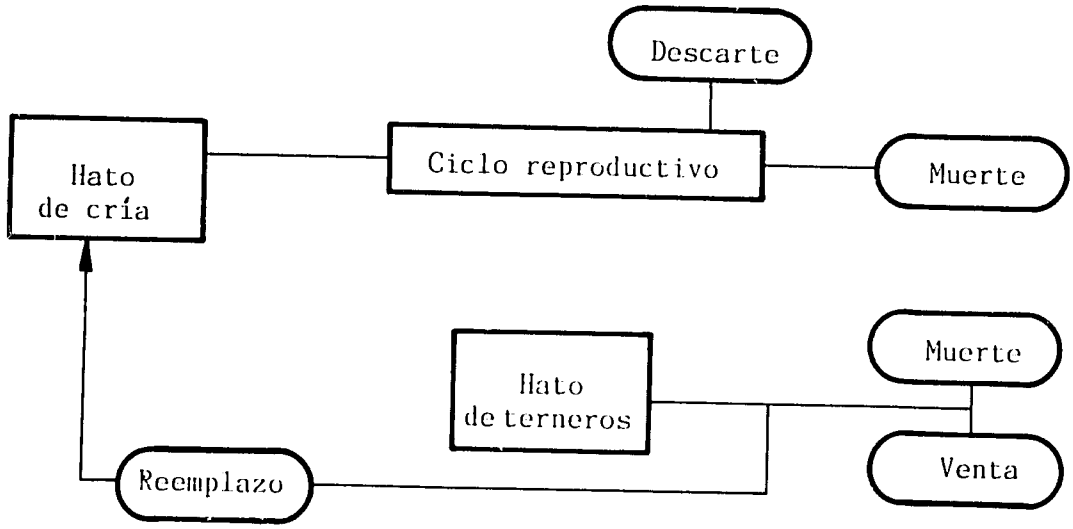


Figura 4. Dinámica del Hato

repeticiones de los sistemas basados en pasturas mejoradas. En todas estas corridas, se mantuvo constante el conjunto de decisiones de manejo. Las más importantes de estas últimas fueron: monta continua durante todo el año, destete a los 9 meses, determinación del estado de gestación en Julio y Diciembre, momento en el cual se vendían los destetos, se introducían los reemplazos al hato y se hacía descarte de animales. Todas estas decisiones pueden ser cambiadas. Para las corridas de simulación de base, se incluyó un hato estándar de 34 animales. Su estructura se basó en los resultados encontrados en el proyecto ETES para Colombia, tanto en términos de la edad de los individuos como el número de becerros presentes, pues se encontró que las condiciones iniciales pueden tener una marcada influencia sobre la productividad a corto y medio plazo. Se simuló un período de 10 años, a intervalos de 10 días, tanto para las vacas como para los terneros. Los datos relativos a la dieta, en condiciones de sabana, provenían de resultados experimentales en Carimagua. El contenido de proteína bruta siempre excedió 6-7% y la digestibilidad osciló entre 40 y 48%, con un ligero pico en Abril. En ausencia de mayor información, se asumió que la disponibilidad no era limitante.

El Cuadro 19 muestra los resultados entre y dentro de 5 repeticiones, para un número de parámetros. La variación entre repeticiones fue pequeña, lo cual era de esperar en base a que la calidad mensual de la dieta no varió entre años. La variación entre años fue mucho mayor, indicando que el hato estaba en proceso de estabilización (o en proceso de extinción). El Cuadro 20 compara algunos parámetros simulados con los observados típicamente en los Llanos Orientales. La evolución del peso de una vaca es ilustrada en la Figura 5, para una de las repeticiones. Este animal en particular comenzó la simulación como un desteto de 9 meses de edad y 129 kg, muriendo a la edad de 8.5 años luego de haber concebido tres veces y producido tres terneros, uno de los cuales murió antes del destete. Los cambios principales de peso se debieron a la evolución del ciclo reproductivo.

La estabilidad del hato a largo plazo es de especial importancia; eventos tales como muerte y política de descarte de animales influencian la edad media del hato, la cual debería ser razonablemente constante en un hato estable. La estructura etaria a lo largo de la simulación es mostrada en la Figura 6, para una de las repeticiones; la distribución durante el décimo año es razonablemente similar a

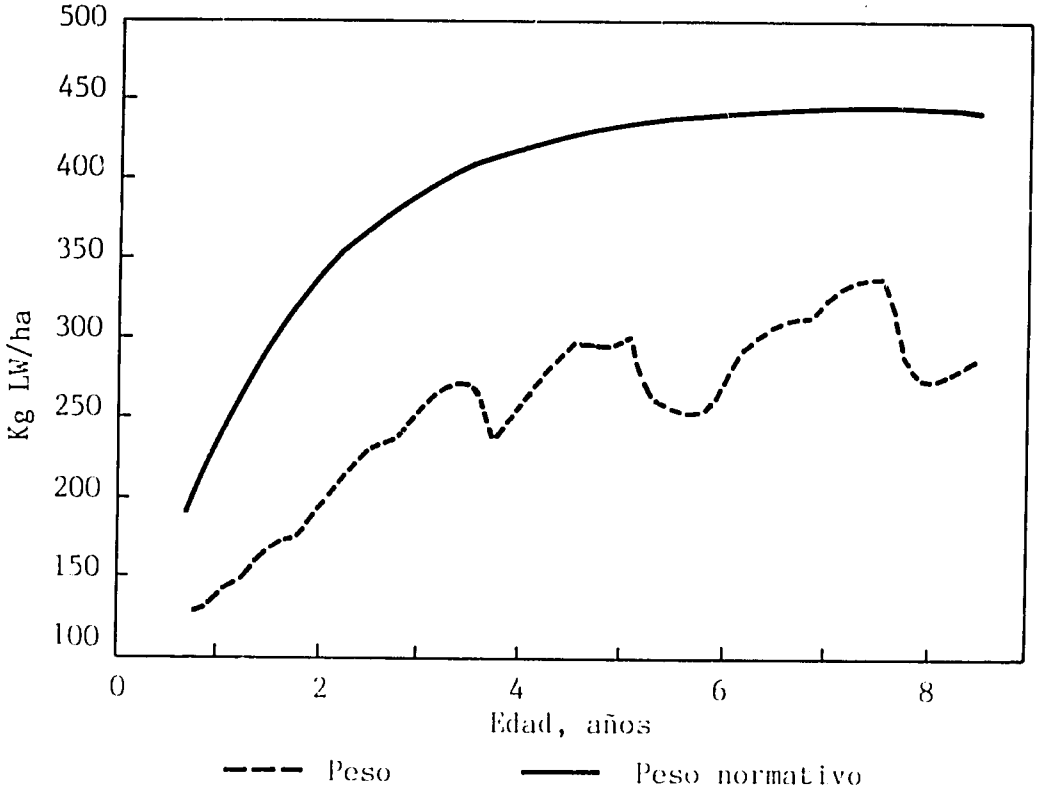


Figura 5. Evolución del peso de vacas en sabana.

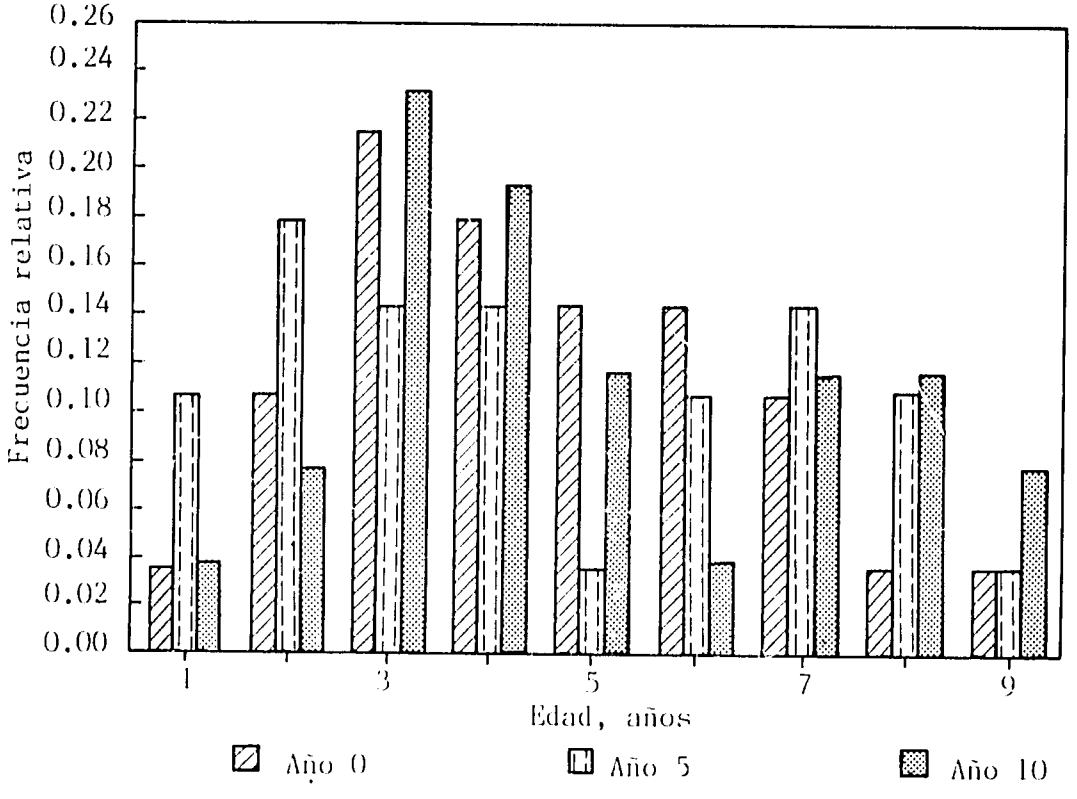


Figura 6. Distribución del hato en sabana. Repetición No. 2.

Cuadro 19. Variabilidad entre y dentro de repeticiones para simulaciones de cinco años.

	Media	Entre años		Entre reps.	
		s	cv%	s	cv%
Peso al destete, kg	134.3	4.0	2.9	1.0	0.7
Peso a 12 meses, kg	139.3	3.5	2.5	0.3	0.2
Peso a 24 meses, kg	193.5	2.7	1.4	0.1	0.1
Intervalo entre	610.1	103.9	17.0	20.3	3.3
Cocnepciones, días	55.0	9.5	17.3	1.3	2.4
Edad al 1er. parto, años	4.1	0.3	6.6	0.1	1.4
Mortalidad de vacas, %	14.9	8.1	54.3	1.2	8.1
kg/UA/año (1)	42.4	13.7	32.4	1.3	3.0

(1) (No. vacas x destete % x peso 12 meses + No. levantes x Gan. peso/año)/UA.

Cuadro 20. Parámetros de producción observados y simulados en un sistema de sabana.

	Simulado	Proyecto ETES
Destete, %	33	35 - 64
Edad al 1er. parto, años	49	45
Producción, kg/UA/año	42	40 - 70
Peso destete, kg	134	125 - 130
Crecimiento de levantes, kg/año	54	62
Mortalidad vacas, %	15	10 - 16
Mortalidad terneros, %	11	10
Concepciones, días	610	546

la del año cero, y la edad media es comparable: 4.4 y 4.0 años, respectivamente. La baja tasa de destete es explicada parcialmente en la Figura 7, que muestra el destino de las concepciones en una de las 5 repeticiones. Al respecto, es preciso anotar que:

- casi la mitad de los destetos terminaron como reemplazos (45%); en consecuencia, la mayoría de los terneros vendidos fueron machos. En consecuencia, este tipo de sistema de producción es muy pobre en términos reproductivos, y apenas alcanza a mantener su tamaño ;
- diez años no constituyen un período suficientemente largo, desde el punto de vista de las concepciones generadas, para que se pueda ignorar impunemente el número de vacas gestantes y terneros lactantes al final de la simulación, pues representaron 12% del total simulado;
- de acuerdo a la política establecida originalmente en el modelo, los terneros huérfanos eran vendidos inmediatamente a la muerte de la vaca. Ellos representaron 11% de las concepciones totales

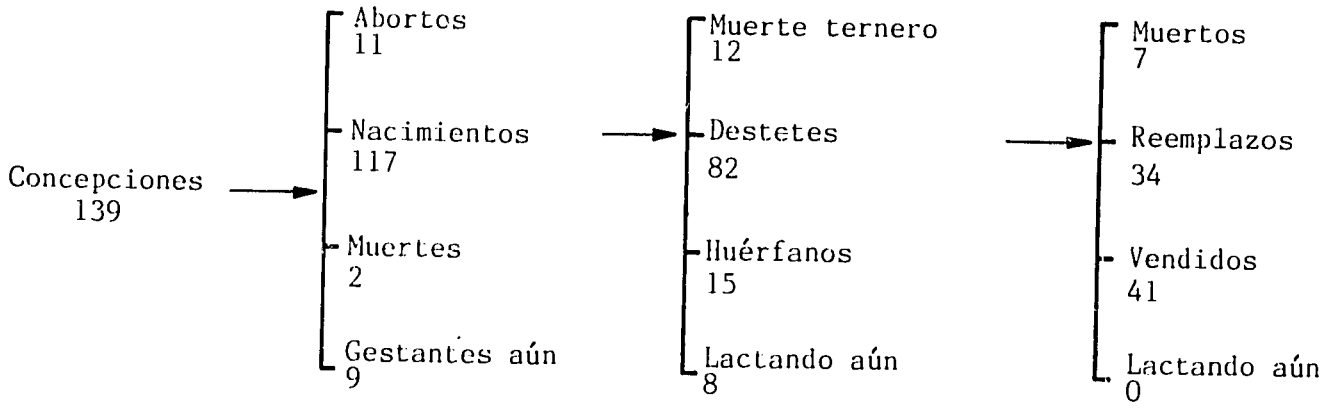


Figura 7. Destino final de las concepciones en la repetición 1 de sabana.

y, por tanto, un alto número de destetos potenciales se perdieron, debido a la comparativamente alta mortalidad de vacas. Por otra parte, es probable que los huérfanos de 4 o más meses de edad sobrevivieran aún en ausencia de la madre. No está claro si estas altas tasas de orfandad son una característica del modelo o de los sistemas reales; si este último es el caso, es posible que muchas de las pérdidas pudieran ser disminuídas por prácticas de manejo.

Otra serie de corridas examinó el efecto de cambios en el hato inicial. Hatos de 10 y 50 animales de igual distribución etaria no condujeron a diferencias en producción, a excepción de eventos estocásticos tales como muertes, que son mucho más inestables y de mucha mayor trascendencia en hatos pequeños. Por otra parte, la simulación de un hato de 50 vacas (500 vacas-año) es dispendiosa, en tanto que un número más reducido es suficiente para invocar la ley de números medios. Los resultados más interesantes de esta serie de simulaciones fueron los obtenidos con un hato de 30 vaquillas, y luego de 30 vacas viejas, simulados a lo largo de 20 años, para investigar el efecto de la estructura etaria a lo largo del tiempo. La Figura 8 muestra que la edad media, aún para una distribución etaria muy sesgada, rápidamente llega a valores reales y tiende a oscilar dentro de esos límites. Es de anotar que el número de individuos disminuyó marcadamente a lo largo del tiempo y estaba en proceso de extinción (Figura 9). Claramente, una distribución etaria atípica inicial tiene efectos a largo plazo sobre la estabilidad del hato a través de su efecto sobre el número de animales, más que por medio de su edad.

Una serie final de simulaciones incluyó el efecto de utilizar forraje de calidad comparable al de una pastura mejorada. Debido a limitaciones en la base de datos existentes, se derivó una serie de estimados a partir de datos de desempeño animal, sobre los cuales se impusieron oscilaciones estacionales. Así se derivó una serie mensual de digestibilidades, con media 55% y un ligero pico en Marzo-Abril. Se asumió que el contenido de proteína y disponibilidad de forraje no eran limitantes, lo cual probablemente constituye una simplificación, especialmente en el caso de pasturas degradadas y/o durante la estación seca. El Cuadro 21 muestra las medias de dos repeticiones, y los niveles de producción observados en Brachiaria decumbens en Carimagua. La mejora respecto a sabana es obvia, en términos de reproducción, pesos al destete y producción de carne. Las tasas de mortalidad son reducidas, debido a la

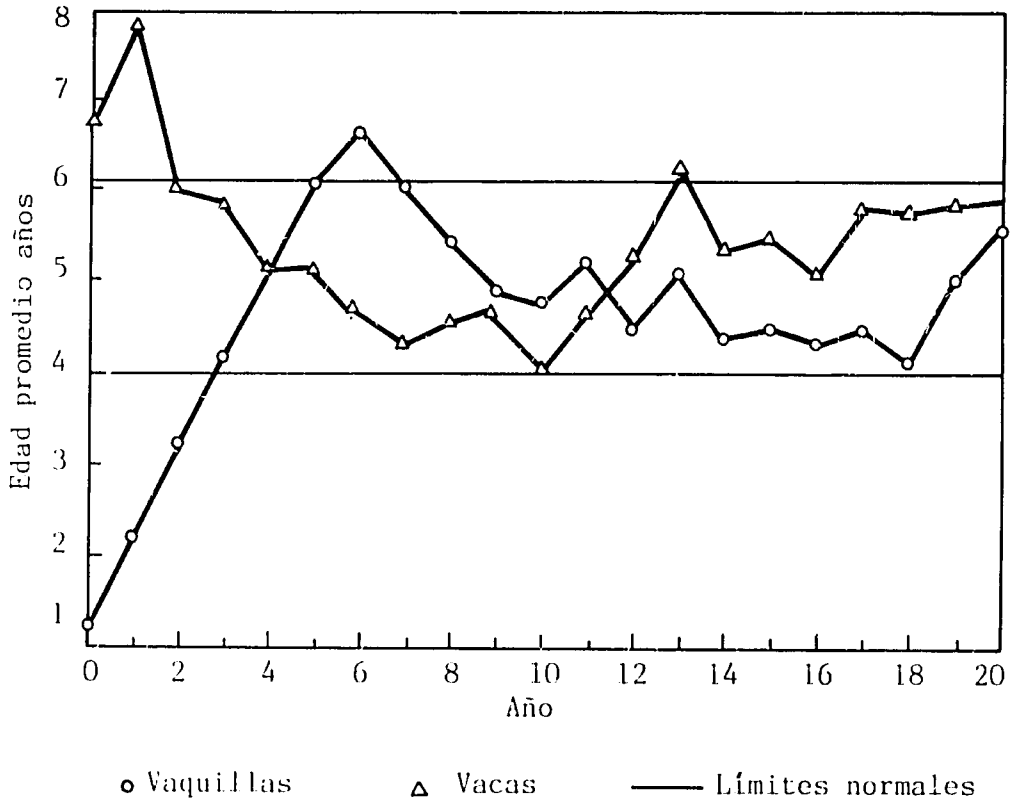


Figura 8. Edad promedio del hato a lo largo de 20 años.

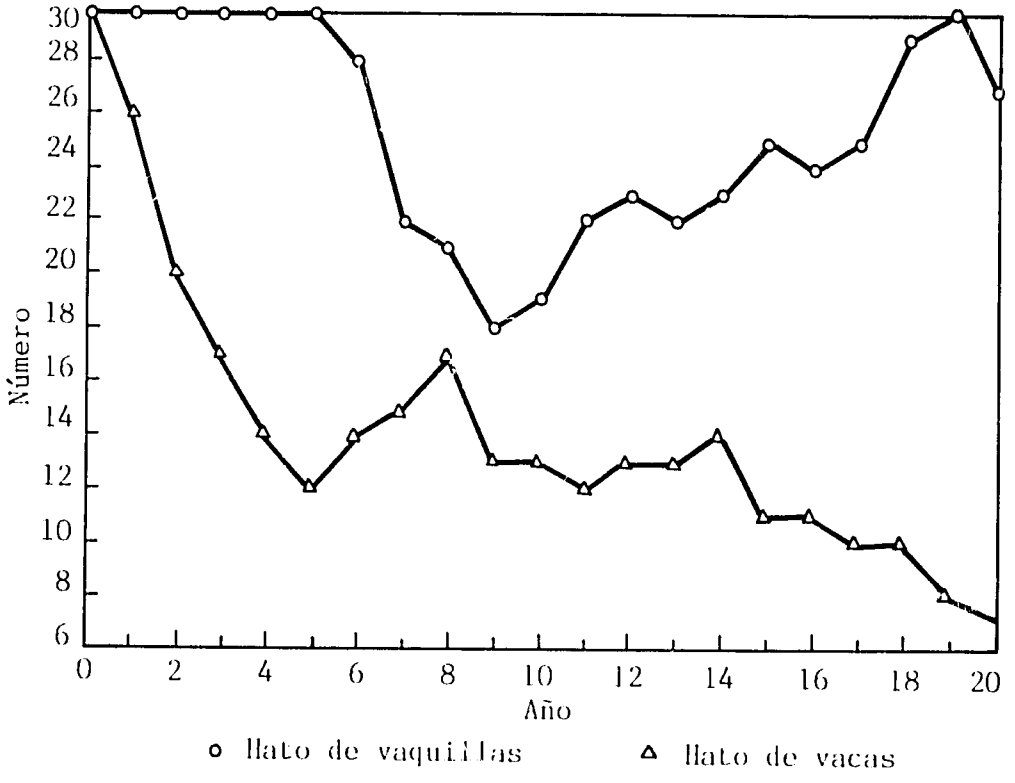


Figura 9. Número de animales en el hato a lo largo de 20 años.

Cuadro 21. Parámetros de producción observados y simulados en un sistema de pastura mejorada.

	Simulado	Observado*
Destete, %	80	80
Edad al 1er. parto, meses	35	39
Producción, kg/UA/año	109	?
Peso destete, kg	201	180-220
Crecimiento de levantes, kg/año	85	115**
Mortalidad de vacas, %	12	?

* Brachiaria decumbens
** Novillos

ausencia de muertes por subnutrición. La Figura 10 muestra la evolución del peso para una vaca; las oscilaciones de peso son pronunciadas y son caracterizadas por un período mucho más corto que el observado en sabana.

Estos ciclos están más estrechamente relacionados con variaciones estacionales en la calidad del forraje que con el estado fisiológico del animal.

Las simulaciones realizadas hasta el momento pueden resumirse de la siguiente forma:

- un compromiso razonable entre la necesidad de estabilidad, eficiencia y costo por simulación involucra 30-50 animales, 10 años e intervalos de 5 ó 10 días. Para lograr la máxima eficiencia, las condiciones iniciales deben estar libres de sesgos;

- las tasas de mortalidad utilizadas preservan en gran medida la estructura etaria de hatos de los Llanos;

- los estimados de los parámetros de producción obtenidos fueron realistas, aunque se ignora cuán apropiados fueron los datos utilizados sobre calidad del

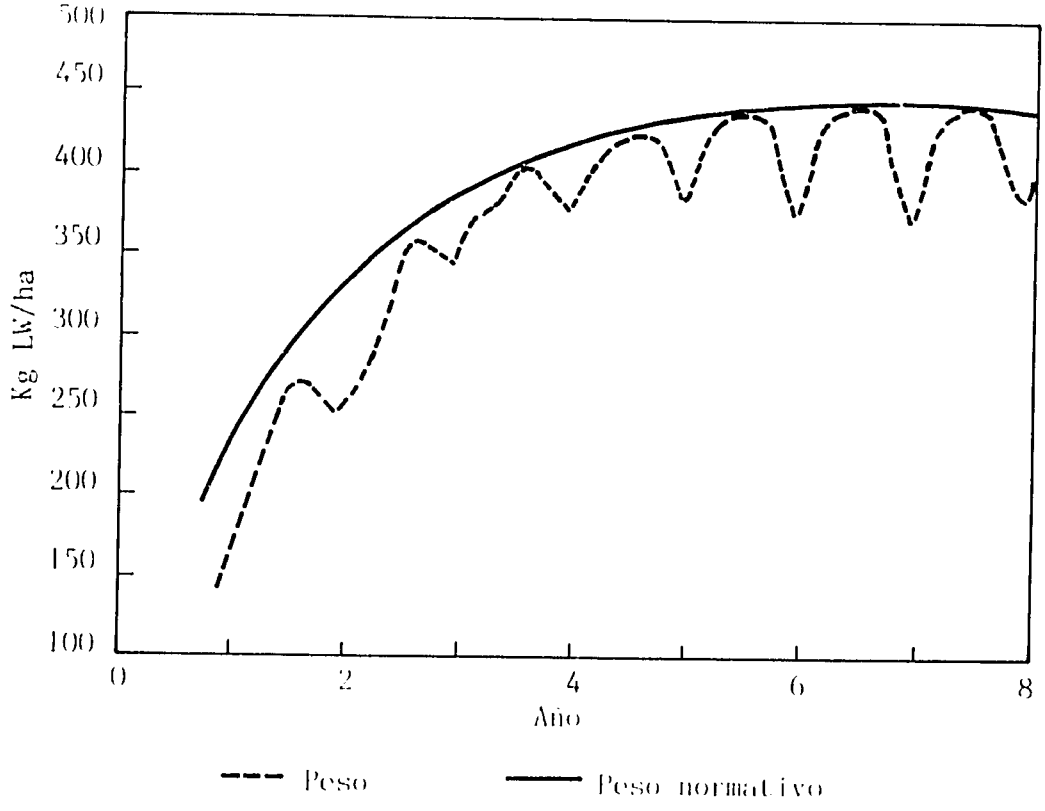


Figura 10. Evolución del peso de vacas en pastura mejorada.

forraje (el modelo es sensible a cambios pequeños); adicionalmente, la influencia de la disponibilidad de forraje no se expresó en algunas de las simulaciones.

- las simulaciones de pasturas mejoradas no fueron totalmente satisfactorias e identificaron problemas que fueron corregidos. Aún se debe experimentar más rigurosamente esta situación.

Crecimiento del forraje

El uso de tablas con valores mensuales de calidad y cantidad de forraje tiene una serie de limitaciones:

- no se representa la retroalimentación entre el animal y la pastura;

- el concepto de disponibilidad en sabana, en la medida que representa biomasa total, puede constituir una representación irreal de los mecanismos que operan en la realidad;

- no está claro cómo tratar bloques o bancos de diferentes forrajes ofrecidos simultáneamente al animal en pastoreo, ni cómo se compone la dieta en estos casos.

Se desarrolló un modelo general de división del crecimiento vegetal, capaz de diferenciar entre forraje aceptable (para el animal) y no aceptable. El crecimiento de nuevos tejidos entra a la fracción comestible, la cual pierde material por descomposición, maduración (entrando a la siguiente división) y por pastoreo. La fracción no comestible pierde material por maduración y por descomposición. Este tipo de estructura es una simplificación de modelos más complejos que incluyen varias fracciones comestibles de diferentes calidades nutritivas, y la ventaja del modelo más sencillo es que el animal puede hacerlo funcionar sin necesidad de derivar funciones de consumo específicas a cada fracción. La función de crecimiento del forraje puede ser de diversos grados de complejidad y estocástica o determinística. Por ejemplo, puede utilizarse una función logística para relacionar tasas de crecimiento y biomasa, la cual sólo requiere dos parámetros: rendimiento máximo (asíntota) y tasa de crecimiento relativa en el punto de máximo crecimiento, y éstos pueden hacerse dependientes del tiempo para así simular variaciones estacionales de crecimiento. Además de los anteriores, se requieren también parámetros o funciones de descomposición y muerte, posiblemente también dependientes del tiempo.

Se requiere también un método de derivar parámetros de calidad del forraje, como subproducto del modelo de crecimiento. Una hipótesis que merece ser estudiada es que la digestibilidad está relacionada linealmente a la proporción de nuevos tejidos (crecimiento) de la pastura. Este nuevo crecimiento podría ser definido como la suma de los últimos cinco días de crecimiento; dividiendo esta cantidad por la biomasa total (o el material no muerto) da una razón que oscila entre 0 y 1, que puede ser usada como la variable independiente en una función que estima la digestibilidad. La hipótesis es razonable y está siendo experimentada para ver si es posible derivar una definición razonable de nuevo crecimiento, conjuntamente con una función adecuada de digestibilidad.

Este tipo de modelo general posee dos ventajas:

- es aplicable a cada tipo de forraje particular; así por ejemplo, puede incluir diferentes tipos de sabana ofrecidos al animal dentro del mismo potrero o en diferentes estaciones del año, tales como rebrote de una quema vs. sabana madura;

- es posible aumentar gradualmente la complejidad del modelo, a medida que así se requira, incorporando por ejemplo, efectos climáticos sobre el crecimiento. De esta forma, sería posible incluir series históricas de parámetros climáticos.

La conexión final entre los moedelos de forraje y animal es la que permite que la presencia del animal impulse el modulo de producción de forraje, permitiéndole seleccionar entre los recursos forrajeros ofrecidos. Existen dos formas en que se puede lograr este objetivo: por medio de la derivación e incorporación de funciones explícitas de preferencia, o por medio de la incorporación de algún aspecto predecible del comportamiento animal. En este último sentido, podría asumirse que el animal procura maximizar su consumo de energía, dentro de límites impuestos por disponibilidad y otros.

Esta hipótesis podría, teóricamente, ser examinada experimentalmente dado que un animal que maximiza su consumo de energía revela funciones implícitas de preferencia. Estas últimas podrían ser comparadas con funciones explícitas de preferencia (la Figura 11 muestra una función derivada de una tesis de MS realizada en Carimagua), pero a corto plazo, la escasez de información disponible hace que la realización de estas comparaciones sea poco probable.

Es claro que el efecto del animal sobre la pastura en este modelo está limitado a la remoción de forraje; es posible que esta limitante no tenga el mismo alcance que en pasturas de clima templado, debido a la naturaleza muy extensa de los sistemas de producción aquí considerados, aunque el caso de las pasturas mejoradas incorporadas a dichos sistemas merece ser investigado.

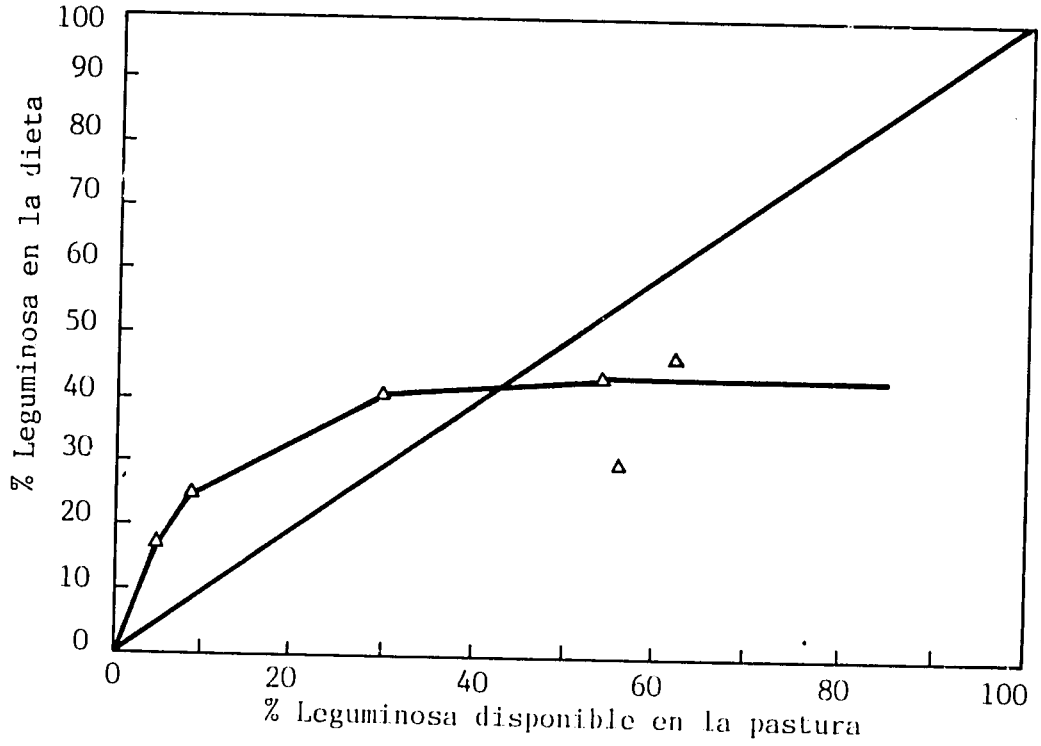


Figura 11. Función de preferencia: Stylosanthes capitata y sabana.

Economía

En 1985 la Sección de Economía continuó trabajando en el análisis de los patrones de consumo de diferentes carnes, la determinación de los parámetros de demanda y la presentación de los posibles escenarios dentro de los cuales se desarrollará la oferta y demanda de carne en los países tropicales de Latinoamérica hasta el año 2000.

El mayor esfuerzo de la Sección se concentró en los estudios del proceso de adopción de dos pasturas desarrolladas a través del proceso de selección del Programa Pastos Tropicales:

- Andropogon gayanus: con una rápida expansión en el Cerrado Brasilero y en la Costa Norte de Colombia.

- Brachiaria humidicola: un material introducido por CIAT a Colombia en 1976, considerado un pasto de baja calidad y limitado potencial por el equipo del Programa Pastos Tropicales, y que sin ser liberado ha escapado del proceso de selección y está siendo adoptado por los ganaderos en los Llanos Orientales.

1. Análisis de los Patrones de Consumo de Carnes

En cooperación con FAO/RLAC continuó en 1985 la investigación en los patrones de consumo de carne de res, cerdo y pollo. El énfasis se colocó en la actualización de datos y en el mejoramiento de modelos econométricos para Colombia y Venezuela, incluyendo los datos del año 1984. La metodología inicial (Principal Components y Ridge Regression) se conservó y los resultados fueron consistentes con los estimados previamente.

El Cuadro 1 presenta los estimadores

Cuadro 1. Elasticidades de precio e ingreso de la demanda de carne en Colombia, Venezuela y Brasil

	Colombia (1960/84)		Venezuela (1956/84)		Brasil (1964/82)	
Demanda de	Precio	Ingreso	Precio	Ingreso	Precio	Ingreso
Vacuno	-0.69***	0.72***	-0.50	0.37***	-0.23**	0.32***
Cerdo	-0.49**	0.45***	-0.31	0.31***	-0.26***	0.02
Aves	-0.46***	0.88***	-0.92**	1.09***	-1.26***	1.60**

** Coeficiente significativo a un nivel de probabilidad $\alpha = 0.01$
*** Coeficiente significativo a un nivel de probabilidad $\alpha = 0.05$

de precios y elasticidad ingreso actualizados. Todos los estimadores presentan el signo esperado y todos menos uno son significativos a un nivel de probabilidad de 0.10. En términos absolutos, la elasticidad ingreso tiende a ser mayor que la elasticidad precio para carne de res y pollo indicando la importancia del crecimiento del ingreso en el consumo de estas carnes. La elasticidad del ingreso por habitante es particularmente baja para carne de cerdo, hecho que implica que la carne de res y de pollo dominarán la escena de las carnes en estos países en los años venideros.

La carne de pollo presenta una elasticidad particularmente alta en los tres países. Esto es en parte explicado por el crecimiento de la urbanización y cambios concomitantes en los patrones de consumo pero adicionalmente los estimativos de elasticidad están sesgados debido a problemas de colinearidad causados por una caida simultánea en los precios relativos debida al cambio tecnológico y políticas agrícolas y la continuación de la tendencia del crecimiento de los ingresos durante los años setenta. Actualmente se realiza un análisis separado de la última década para precisar estas elasticidades.

Las elasticidades cruzadas presentan un panorama menos claro probablemente debido a la diferente importancia relativa de las distintas carnes en término de gasto familiar y a diferencias en niveles de precios. Solamente 18 de las 96 posibles elasticidades de sustitución fueron significativas al nivel del 10% (Cuadro 2). Adicionalmente los estimadores no se pueden considerar que representan igualmente bien movimientos de los precios relativos en ambas direcciones debido a que ellos fueron estimados en un período en que los precios se movieron en una sola dirección.

Mirando las tendencias del mercado de carnes en las últimas décadas se observa un crecimiento en el precio relativo de la carne de res y cerdo con respecto a la de pollo. Esta tendencia no se espera que continúe en el futuro especialmente para Colombia y Venezuela, debido a que problema de balanza de pagos están afectando el precio interno de los granos y en Venezuela adicionalmente la capacidad instalada de la industria avícola parece estar utilizada al máximo lo cual implica un crecimiento en los costos marginales de producción.

Cuadro 2. Elasticidad precio cruzada de carnes en Colombia, Venezuela y Brasil

País	Sustitución de	Elasticidad cruzada
Colombia	Aves x vacuno	0.42
	Vacuno x aves	0.61
	Vacuno x cerdo	0.58
Brasil	Aves x vacuno	0.50
Venezuela	Vacuno x aves	0.44
	Vacuno x cerdo	0.61

Significantes a una probabilidad de error del 10%.

Asumiendo un leve incremento en el precio al consumidor (1% anual) y la tendencia histórica para todas las otras variables, se realizaron proyecciones para consumo de carnes en los años 1987, 1995 y 2000 (Cuadro 3). Incrementos sustanciales se pueden esperar particularmente para Brasil. Los niveles proyectados probablemente sobrestiman la demanda potencial debido a la alta elasticidad ingreso y al crecimiento del ingreso logrado en el pasado. Colombia y Venezuela presentan patrones más estables con pollo creciendo a tasas algo más altas que vacunos y particularmente que cerdo. Sin embargo, vacuno continuará

Cuadro 3. Proyecciones del consumo per cápita de carnes en Colombia, Brasil y Venezuela (kg/persona/año)*

	Colombia			Brasil			Venezuela		
	1987	1995	2000	1987	1995	2000	1987	1995	2000
Vacuno	26.5	31.2	34.6	19.8	23.3	25.9	20.5	21.1	21.5
Cerdo	4.8	5.0	5.1	7.8	7.7	7.7	6.3	7.1	7.8
Aves	4.9	5.3	5.6	11.8	25.4	41.1	19.2	22.4	25.1
Total	36.2	41.5	45.3	39.4	56.4	74.7	46.0	50.6	54.4

* Precios de aves creciendo al 1% anual, otras variables creciendo de acuerdo a su tendencia histórica.

siendo la principal fuente de proteína animal.

2. Uso de Brachiaria humidicola en los Llanos de Colombia

El B. humidicola fue introducido a Colombia por el CIAT en 1976. Es un material ampliamente usado en los trópicos húmedos particularmente en el Brasil. Es conocido que tiene problemas de "mión", baja palatabilidad y calidad.

Sin embargo, este material ha escapado de las Estaciones Experimentales de Carimagua y Santander de Quilichao, los agricultores lo han sembrado y el área sigue incrementándose. Esta demanda del sistema de producción actual nos ha llevado a estudiar el uso que se le da a nivel de finca. La hipótesis a ser probada es que el material llena vacios específicos en el sistema de producción actual. Comprender mejor este proceso nos será de mucha utilidad para ensamblar la tecnología de pasturas en el sistema predominante.

Para este fin se realizó una encuesta a 47 fincas que están usando B. humidicola en los Llanos Orientales. La información inicial fue obtenida de informantes calificados principalmente ganaderos que tenían B. humidicola y que habían repartido o vendido material vegetativo. A través de la encuesta se preguntó a los entrevistados sobre personas que ellos conocieron que estuvieran utilizando el B. humidicola. Con este método se logró encuestar 47 fincas con un área de 3.825 has en B. humidicola e informaciones indirectas sobre 98 fincas totalizando 7.600 ha de B. humidicola en los Llanos. La encuesta cubre las características generales de las fincas y aspectos detallados del B. humidicola (origen de la semilla, razón de su uso, un juicio subjetivo sobre sus ventajas y desventajas, aspectos del establecimiento, manejo y comportamiento, planes futuros de expansión). Una muestra de suelo se tomaba de cada uno de los potreros de B. humidicola.

El Cuadro 4 presenta el área promedio de B. humidicola por finca y las intenciones de expandir. Areas importantes han sido establecidas y se reportan en planes de expansión. El área sembrada y el área total de la finca se incrementa a medida que se aleja hacia el este del Piedemonte. El 72% de las fincas planean expandir áreas. Los ganaderos son conscientes de las características del material (Cuadro 5). La agresividad es colocada como la característica más

Cuadro 4. Brachiaria humidicola: Areas existentes e intenciones de expandir

Región	Actual No.	Actual Area (ha)	Expansión No.	Expansión Area (ha)
Pto.López-Pto.Gaitán	23	62.7	13	106.0
Pto.Gaitán-Carimagua	24	98.6	21	152.0
Total	47	81.0	34	128.0

Area total encuestada o reportada en los Llanos Orientales: 7.572 ha

importante; ésto permite su establecimiento con una baja densidad de material vegetativo reduciendo los costos de preparación y control de malezas. La resistencia al "salivazo" fue mencionada catorce veces y parece ser el caso en los Llanos Orientales en el momento, pero ha sido refutado por la experiencia en otros países especialmente en Brasil. El buen desempeño en terrenos mal drenados es mencionado más frecuentemente en la región de Puerto López-Puerto Gaitán. Por otra parte los agricultores son muy conscientes del bajo valor nutritivo del pasto sobre todo cuando madura, factor éste que califican como su principal limitante.

Los agricultores tienden a establecer el pasto en áreas de mayor fertilidad relativa y se ha incrementado su utilización en los terrenos mal drenados (Cuadro 6).

La existencia de otras pasturas en las fincas que usan B. humidicola muestran que está asociado frecuentemente con B. decumbens, cuando solamente unas pocas fincas tienen A. gayanus (Cuadro 7). El área en B. decumbens es particularmente grande en fincas de la región de Puerto López- Puerto Gaitán especialmente si se tiene en

Cuadro 5. Brachiaria humidicola: características percibidas[1]

	Número de casos		
	Pto.López-Pto.Gaitán	Pto.Gaitán-Carimagua	Total
Características positivas:			
. facilidad de establecimiento y rápido cubrimiento	15	16	31
. resistente a la sequía	9	6	15
. lo comen bien los caballos	5	9	14
. controla bien las malezas	8	6	14
. resistente al salivazo	8	4	12
. buen comportamiento en áreas pobremente drenadas	6	1	7
Características negativas:			
. ninguna	6	7	13
. no se consume cuando está maduro	5	10	15
. no es apto para ceba	5	3	8

1/ Respuestas múltiples son posibles

Cuadro 6. Brachiaria humidicola: características del suelo

	Puerto López-Puerto Gaitán		Puerto Gaitán-Carimagua		Llanos Orientales[1]
	Bien drenado	Mal drenado	Bien drenado	Mal drenado	Bien drenado
Número de fincas	15	8	19	5	-
pH	4.94	4.91	4.92	4.73	4.50
P (ppm)	4.46	5.32	1.72	6.91	1.60
K (meq/100 grs)	0.06	0.09	0.05	0.07	0.08
Ca (meq/100 grs)	0.39	0.42	0.25	0.43	0.10
Mg (meq/100 grs)	0.09	0.13	0.08	0.10	0.02
Al saturación (%)	66.80	51.62	84.15	25.87	93.20

1/ Para efectos de comparación se presentan 18 perfiles de suelo de 0-20 cms en los Llanos Orientales (Estudio ETES)

Cuadro 7. Brachiaria humidicola: importancia en relación a otros pastos

	B.humidicola		B.decumbens		A.gayanus	
	Número	Area (ha)	Número	Area (ha)	Número	Area (ha)
Puerto López-Puerto Gaitán						
Promedio	23	62.7	20	158.2	5	2.9
Max		220.0		1000.0		30.0
Min		3.0		0.0		0.0
Puerto Gaitán-Carimagua						
Promedio	24	98.6	15	107.7	5	41.2
Max		500.0		600.0		450.0
Min		10.0		0.0		0.0
Total						
Promedio	47	81.0	35	132.4	10	22.3
Max		500.0		1000.0		450.0
Min		2.0		0.0		0.0

cuenta que su tamaño es menor que el encontrado entre la región de Puerto Gaitán-Carimagua. Por otro lado el área de A. gayanus se ha incrementado en esta última región probablemente indicando la influencia de la Estación Experimental de Carimagua donde el A. gayanus se desarrolló y ha sido probado extensamente.

En ambas regiones el área plantada inicialmente fue sustancial indicando que los propietarios perciben que el B. humidicola se establece bien y es una tecnología de bajo costo y riesgo (Cuadro 8). Como B. humidicola en nuestro medio no produce eficientemente semilla sexual, virtualmente todas las áreas se establecieron por semilla vegetativa. La tasa de multiplicación reportada es cerca de 20 a 1, mostrando que en este caso la ausencia de semilla sexual no es un limitante serio para la expansión del área.

Cuadro 8. Brachiaria humidicola: área de la primera siembra y tasas de multiplicación.

Región	Area de primera siembra (ha)	Tasas de multiplicación (%)
Pto.López-Pto.Gaitán:		
Promedio	12.6	21.9
Max	83.0	50.0
Min	0.5	10.0
Pto.Gaitán-Carimagua:		
Promedio	30.5	20.4
Max	200.0	40.0
Min	1.0	8.0
Total:		
Promedio	21.7	21.1
Max	200.0	50.0
Min	0.5	8.0

Las principales conclusiones de este estudio son:

1. B. humidicola tiene claras limitaciones como forraje pero los ganaderos son conscientes de ésto y en balance consideran que el pasto es de gran utilidad en el sistema actual.

2. Su fácil establecimiento, el bajo costo y riesgo permiten la utilización de recursos de bajo costo de oportunidad, como maquinaria no utilizada en la segunda mitad del período de lluvias, mano de obra fija no utilizada en otras actividades, etc. Al mismo tiempo muy pocos insumos comprados son requeridos, la semilla vegetativa es producida en la finca y el fertilizante cuando es usado se emplea en pequeñas áreas y se limita a las Escorias Thomas.

3. En el sistema de producción actual, B. humidicola particularmente, cuando se siembra en tierras mal drenadas de la finca que mantienen humedad en época seca, juega un papel importante para amortiguar el cambio de carga en el verano de las pasturas más productivas. Este papel crece en importancia a medida que se incrementa la carga como consecuencia de un crecimiento en las áreas de pasto mejorado.

4. El éxito del B. humidicola llama la atención de la necesidad de materiales que actúen como "buffers" para la época seca en sistemas más intensivos ampliando el rol de la sabana en los sistemas actuales y de materiales con potencial para incrementar la producción en las áreas mal drenadas. A pesar de los limitados esfuerzos para seleccionar materiales para condiciones mal drenadas, varias de la nuevas especies se muestran promisorias. Se necesita particularmente investigación en cómo establecer estos materiales y cómo integrarlos en el sistema de producción.

3. Adopción e Impacto de A. gayanus en la Costa Norte de Colombia

A. gayanus fue liberado en Colombia por el ICA como un pasto para los suelos ácidos e infértiles de las sabanas de los Llanos. Desde 1983 la producción de semilla de A. gayanus se ha incrementado principalmente en el Departamento del Cesar, región considerada especialmente apropiada para la producción de semilla por su latitud y condiciones climáticas.

Una visita a esta región reveló que 60-70 toneladas de semilla son producidas anualmente por unos pocos empresarios en grandes fincas. Parte de esta semilla se vende a comerciantes de semilla en los Llanos Orientales y Venezuela pero la mayor cantidad es utilizada en la Costa Norte y particularmente en el Departamento del Cesar.

Esto condujo a la implementación de una encuesta de adoptadores tempranos en 1985. Se obtuvieron listas de compradores de semilla de las principales firmas productoras. Se tomó una muestra al azar entre las personas que compraron menos de 200 kg y se incluyeron todas las compras superiores a 200 kg. La encuesta incluía preguntas sobre las características generales de la finca, manejo de las diferentes pasturas y en especial sobre A. gayanus y los planes futuros con respecto a este cultivar. Adicionalmente se visitaron los lotes de A. gayanus, se tomó muestra de suelo y se hicieron medidas de la profundidad del suelo, el tamaño de la planta (diámetro de las matas madres), densidad de plantas de A. gayanus (número de plantas en un transecto de 5 m), gramíneas, leguminosas y malezas. Un total de 66 fincas fueron encuestadas, realizándose 1.103 transectos de 5 m. La Figura 1 muestra la distribución de las fincas encuestadas en el Departamento del Cesar clasificadas por tamaño del área de A. gayanus establecido. La adopción claramente se encuentra concentrada en la parte norte del departamento.

Los estudios de adopción temprana no se pueden realizar en base a muestreos al azar de la totalidad de los ganaderos de una región pues se requiere una muestra muy grande para incluir suficientes adoptadores que permitan hacer inferencias válidas sobre los factores que determinaron la adopción. En estos estudios se considera como universo a los adoptadores y se centra la atención en explicar el nivel de uso de la tecnología bajo estudio.

Las fincas fueron clasificadas en tres categorías de acuerdo al área de A. gayanus existente en la finca al momento de la encuesta. El tamaño de la finca y el uso de la tierra difiere marcadamente entre las categorías (Cuadro 9). El área media de A. gayanus se incrementa de 8 ha en la categoría más baja hasta 182 ha en la categoría de más de 50 ha. A. gayanus solo cubre el 2% del área total en la categoría baja, el 5% en la intermedia y el 16% en la categoría más alta. Esto indica claramente un mejor desempeño de la tecnología en estas últimas fincas. Las fincas tienden a tener cultivos en todas las categorías.

Cuadro 9. Uso de suelo en fincas que adoptan A. gayanus en el Departamento del Cesar, Colombia.

	Area en A. gayanus (ha)		
	1-20	21-50	+50
Número de fincas	37	18	11
Hectareas de:			
. A. gayanus	8	35	182
. P. maximum+ H. rufa+ D. aristatum	126	438	570
. Sabanas	98	30	225
. Otros pastos y barbechos	112	66	114
. Cultivos	23	105	67
Area total finca	367	674	1158

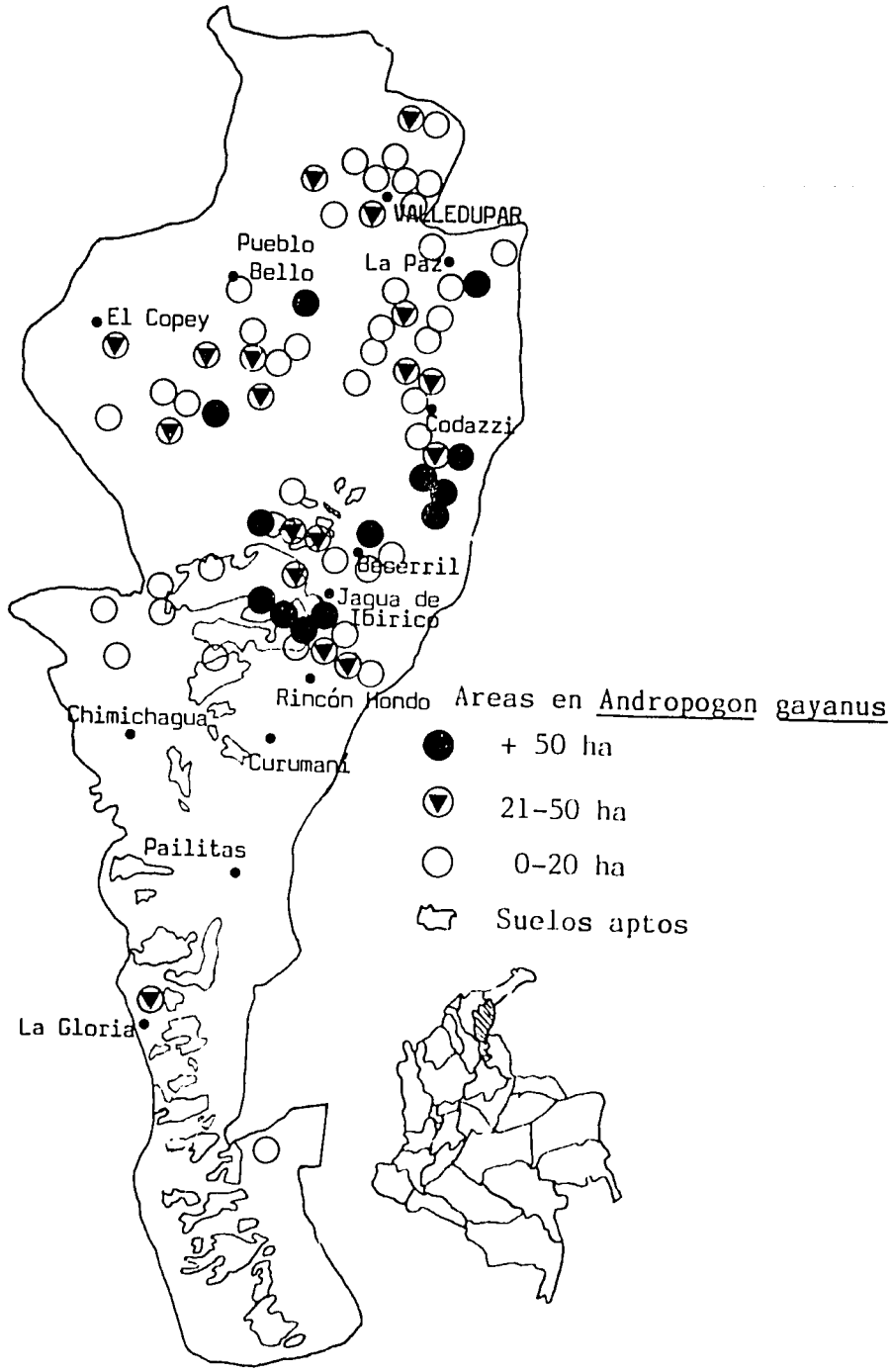


Figura 1. Localización de las fincas encuestadas en el Departamento del Cesar, Colombia

La producción animal en el Departamento del Cesar comprende un importante sistema de producción de doble propósito (carne y leche) y la ceba de novillos. La importancia relativa del doble propósito es mayor en las fincas pequeñas (Cuadro 10) que tienen menos A. gayanus en relación a las otras pasturas (Cuadro 9). Sin embargo, el número absoluto de vacas de doble propósito se incrementa sustancialmente en la categoría de más de 50 ha de A. gayanus.

Cuadro 10. Inventario ganadero de fincas que adoptan A. gayanus en el Cesar, Colombia

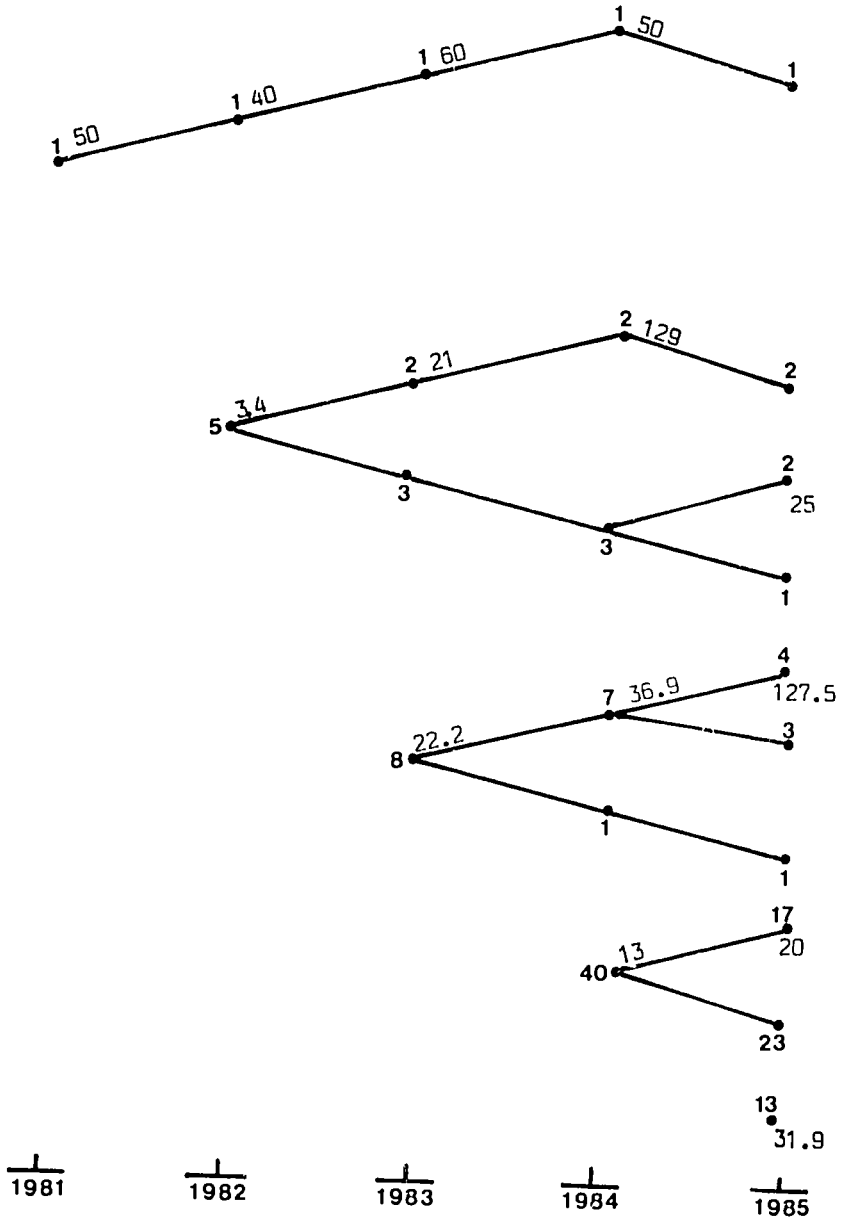
	Area en A.gayanus (ha)					
	1-20		21-50		+50	
	Seca	Húm	Seca	Húm	Seca	Húm
Vacas doble propósito	107	112	117	127	402	409
Novillos	56	83	178	199	506	528
Total hato	348	381	607	654	1306	1423

Para ilustrar la dinámica del proceso de adopción de adoptadores tempranos se construyó un árbol de decisión indicando el número de agricultores que continuaron plantando A. gayanus una vez ellos probaron el material y el promedio de área plantada por aquellos que continuaron expandiendo áreas en años posteriores (Figura 2). Este análisis se hizo para cada año desde que el material fue liberado. El año 1985 no figura por carecer de información completa pues la encuesta se realizó antes de terminar la época de siembra. El primer año es atípico porque el ganadero que introdujo el material en la región, encontró un buen mercado para su semilla y continuó expandiendo principalmente para incrementar la producción de semilla. En los años siguientes el número de finqueros se incrementó y existen 20 con áreas relativamente importantes. Estas áreas iniciales tienden a incrementarse en tamaño con el tiempo reflejando la confianza creciente en la tecnología, la baja del precio de la semilla y una amplia oferta de la misma.

Al mismo tiempo un importante número de personas que sembraron por primera vez abandonan mientras que los verdaderos adoptadores aumentan rápidamente el tamaño de las áreas plantadas. Esto parece indicar que un gran número de productores están ensayando un cultivar de un pasto nuevo que promete estar bien adaptado a terrenos pobres. Muchos no encuentran el pasto apto para sus condiciones y otros después de varios años de siembras han plantado toda la tierra apropiada para el nuevo material y descontinúan las siembras. Este fenómeno es importante en la adopción de praderas que por ser perennes se comportan en forma diferente a los cultivos anuales.

La gran variación de calidad observada en los lotes de A. gayanus sugirió un análisis de regresión para explicar los principales factores que afectaban la cobertura. En el Cuadro 11 se presenta el análisis realizado para todos los lotes muestreados con excepción a los sembrados en 1985 donde los datos de cobertura no se podían evaluar. Los principales resultados del análisis son:

- suelos mal drenados tienen un efecto muy negativo;
- los lotes provenientes de cultivo tienen un mayor índice de cobertura;
- las texturas arenosas están asociadas con altos índices de cobertura;
- la profundidad del suelo tiene un efecto que no es linear; suelos superficiales tienen un marcado efecto negativo sobre los lotes de A. gayanus;



1/ Número de usuarios, área promedio sembrada (ha)

Figura 2. Secuencia de adopción: número de adaptadores que continuaron ampliando áreas de Andropogon gayanus en el Departamento del Cesar, Colombia[1]

Cuadro 11. Modelo explicativo de la cobertura de A. gayanus en el Departmento del Cesar, Colombia, 1985

Variable dependiente: Indice de cobertura del Andropogon (cm/5m de transecto)

Variables independientes	Media	Rango	Coeficiente de regresión	Significancia
1. Constante			-101.786	-
2. Dummy: suelo mal drenado			-159.811	0.000
3. Densidad de siembra (kg/ha)	10.72	4-25	6.131	0.000
4. Dummy: uso previo lote - cultivos			97.952	0.000
5. Arena (%)	43.39	4.3-78	2.261	0.000
6. Raíz cuadrada profundidad suelo(cm)	3.75	1- 8.36	46.309	0.000
7. Salinidad (mmhos/cm)	0.47	0- 3.75	-72.620	0.003
8. Salinidad al cuadrado	0.72	0-14.06	6.622	0.390
9. Aluminio (meq/100 gs suelo)	0.04	0- 1.30	385.861	0.000
10. Dummy: siembras tardías			-105.284	0.000

Número de observaciones..... 982
Coeficiente de determinación múltiple (R^2)..... 0.431

- el Andropogon es muy sensible a bajos niveles de salinidad;
- hay una alta correlación positiva entre índices de aluminio y los índices de cobertura, confirmando ésto la adaptación del pasto a suelos ácidos;
- el Andropogon reacciona negativamente a las siembras tardías.

A pesar de no incluirse ninguna variable de manejo como regimen de pastoreo, carga, control de malezas, este modelo explica el 43% del total de la varianza encontrada documentando la importancia de los recursos naturales para explicar los distintos niveles de productividad.

Un segundo modelo fue estimado para las fincas con más de 10 ha de A. gayanus que básicamente confirma los resultados del primer modelo e incrementa el coeficiente de determinación al 54% (Cuadro 12).
La información anterior fue usada para desarrollar un modelo de regresión que permitiera explicar el área de A. gayanus sembrada por finca (Cuadro 13). El aluminio nuevamente mostró su influencia para explicar el área sembrada lo mismo que la disponibilidad de áreas de sabana en la finca. Esto sugiere que existen áreas arenosas e infértiles sin vegetación de árboles y muchas veces con presencia de aluminio que son particularmente aptas para A. gayanus. Finalmente el número de años en que el ganadero ha sembrado contribuye a explicar significativamente el área sembrada. Esto refleja el efecto limitante de la disponibilidad de semilla en los primeros años y el hecho de que los finqueros producen su propia semilla cuando desean expandir áreas importantes de Andropogon. Los factores mencionados anteriormente explican el 60% de la varianza total observada en el área de A. gayanus sembrada en las fincas.

La fuerte asociación entre las características de suelo y el comportamiento de A. gayanus y su difusión a nivel de finca llevó a clasificar las muestras de suelo en "potenciales" para suelos en los cuales existiera presencia de aluminio, "no aptos" cuando se detectaba salinidad e "intermedios" cuando no se encontraba ni aluminio ni salinidad. Para efectos comparativos

Cuadro 12. Modelo explicativo de la cobertura de A. gayanus en el Departmento del Cesar, Colombia, 1985[1]

Variable dependiente	Indice de cobertura del Andropogon (cm/5m transecto)			
Variables independientes	Media	Rango	Coeficiente de regresión	Significancia
1. Constante			-96.047	-
2. Dummy: suelo pobremente drenado			-163.608	0.000
3. Densidad de siembra (kg/ha)	10.75	4-25	2.433	0.238
4. Dummy: uso previo lote - cultivos			193.048	0.000
5. Raíz cuadrada profundidad suelo (cm)	3.89	1- 8.36	65.364	0.000
6. Salinidad (mmhos/cm)	0.24	0- 2.35	-252.572	0.001
7. Salinidad al cuadrado	0.23	0- 5.52	184.173	0.004
8. Aluminio (meq/100 gs suelo)	0.07	0- 1.30	396.995	0.000
9. Sodio (meq/100 gs suelo)	0.11	0- 5.90	-247.831	0.000
10. Descanso (días)	32.96	0-180	2.573	0.000

Número de observaciones..... 585
Coeficiente de determinación múltiple (R^2)..... 0.543

1/ Excluye siembras de 1985.

Cuadro 13. Modelo explicativo del área de A. gayanus por fincas, Departamento del Cesar, Colombia, 1985.

Variable dependiente	Area de Andropogon por finca (ha)	
Variables independientes	Coeficiente de regresión	Significancia
1. Constante	-0.397	-
2. Aluminio (meq/100 gs suelo)	137.077	0.025
3. Areas en sabana (ha)	-0.134	0.086
4. Número de años sembrando A. gayanus al cuadrado	14.608	0.000
5. Area en sabana al cuadrado (ha)	8.655	0.101

Número de observaciones..... 66
Coeficiente de determinación múltiple (R^2)..... 0.596

se tomaron muestras de suelo en parcelas "fértiles" donde crecían pasturas de P. maximum y D. aristatum. Aún los suelos "potenciales" con presencia de aluminio son sustancialmente más ricos en fósforo, potasio, calcio y magnesio, que los suelos típicos de los Llanos Orientales que tienen alta saturación de aluminio y solamente una cuarta parte de los demás nutrientes (Cuadro 14).

Esto contribuye a explicar porque el A. gayanus no es fertilizado en la Costa Norte. Esta reducción en costo comparado con el establecimiento en los Llanos es una de las principales claves para explicar la elevada tasa de adopción en el Cesar.

El ICA suministró un mapa de Colombia producido por IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) que permitía identificar unidades de suelos con aluminio. Este mapa documentó la existencia de 200.000 ha de este tipo de suelo en la parte plana del Departamento del Cesar y 400.000 ha en toda la Costa Norte (Figura 3). Superponiendo este mapa con la información de adopción de A. gayanus en el Cesar, se observó que las mayores áreas de A. gayanus (más de 50 ha) se presentaban sobre estos suelos con aluminio, particularmente en el centro del departamento. El análisis de los patrones de precipitación, particularmente la duración y severidad de la época seca, inducen a la hipótesis que A. gayanus compite ventajosamente con otros pastos, especialmente con B. decumbens cuando está asociado a la existencia de épocas secas de cinco meses con varios meses sin precipitación alguna. Esto no ocurre en el sur del Cesar, hecho que documenta la ventaja específica de A. gayanus en las condiciones de la región central del Cesar.

En términos de esfuerzos de investigación, este impacto en la Costa Norte es considerado un beneficio adicional del principal esfuerzo de desarrollo de germoplasma para suelos ácidos e infértiles en América tropical.

Para cuantificar la magnitud de esta adopción potencial en el Cesar se hicieron los siguientes supuestos:

Cuadro 14. Suelos de las fincas que utilizan A. gayanus en el Departamento del Cesar, Colombia.

	Cesar				
	Adecuado	Inter-medio	No adecuado	Fértil	Llanos Orientales
Número de muestras	9	39	47	32	*
pH	5.08	5.77	6.86	6.29	4.50
P (ppm)	11.07	35.68	103.00	74.10	1.60
K (meq/100 grs)	0.16	0.29	0.53	0.43	0.08
Ca (meq/100 grs)	1.51	5.60	15.22	9.47	0.10
Mg (meq/100 grs)	0.32	1.19	2.69	2.19	0.02
Saturación de Al (%)	24.90	0.00	0.00	0.00	93.30

* 18 perfiles de 0-20 cm representativos de los Llanos (Estudio ETES).

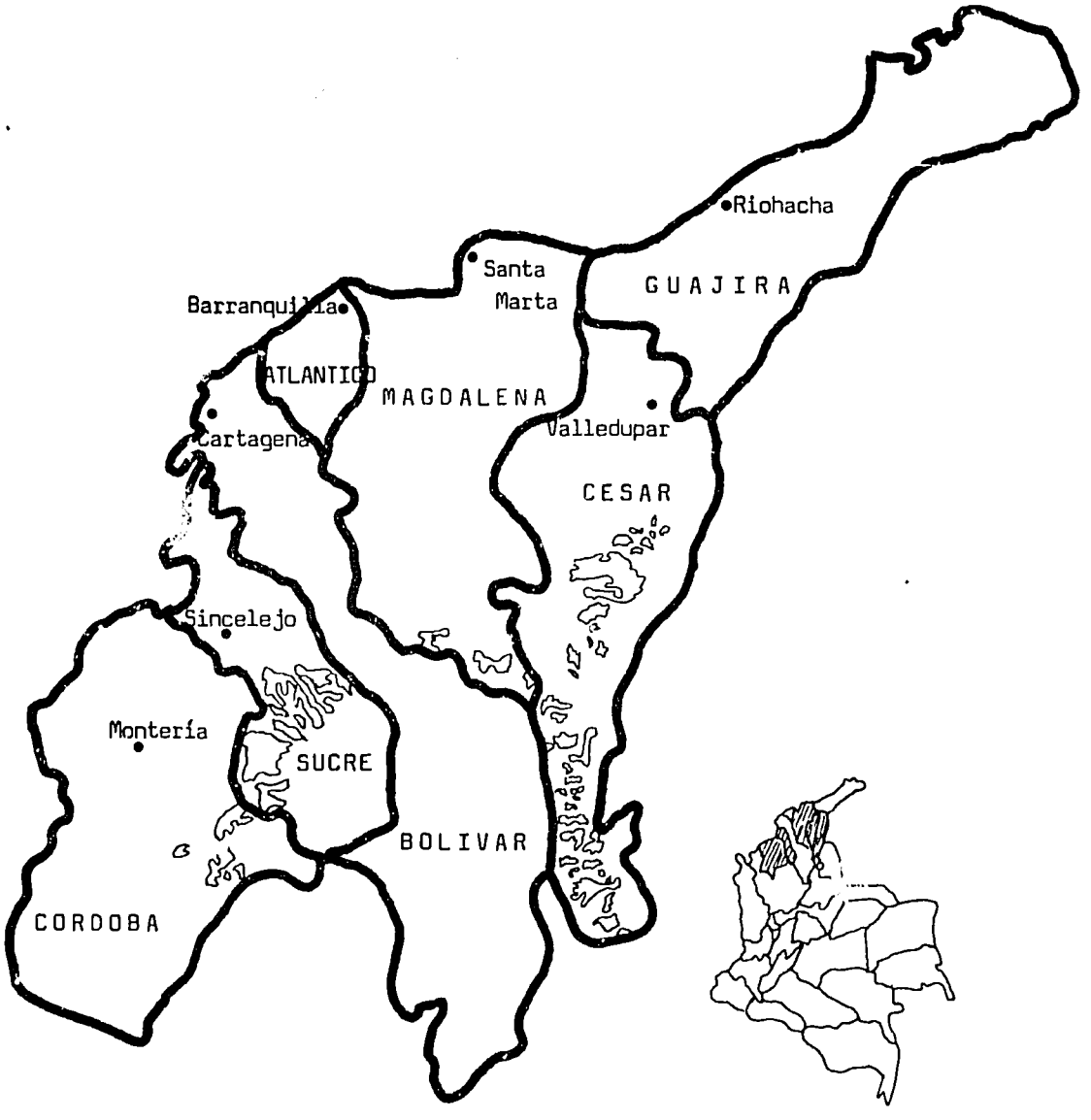


Figura 3. Areas potenciales para Andropogon gayanus en la Costa Norte de Colombia

Area con potencial para la siembra de A. gayanus	109.000 ha
Tamaño promedio de la finca	1.158 ha
Número de fincas con potencial	95
Promedio de suelos aptos por finca	407 ha
Techo de adopción:	
% de fincas	70% (66 fincas)
% de área apta por finca	70% (284 ha)

El mayor impacto esperado es debido al incremento en la carga tanto en época húmeda como seca y al incremento de peso por animal (Cuadro 15). Con el propósito de hacer una comparación se presentan los valores correspondientes para gramíneas solas y asociaciones establecidas en los Llanos. Los supuestos solo consideran el impacto en fincas similares a las que hoy tienen más de 50 ha de A. gayanus, ignorando los beneficios logrados por otras fincas que están usando este material pero en las cuales la ventaja de A. gayanus es menor.

Los costos de establecimiento se limitan a la semilla y a una mínima preparación del terreno lo cual redunda en una inversión por hectárea muy inferior a la de los Llanos. Similarmente los costos de mantenimiento son inferiores a los costos en los Llanos Orientales (Cuadro 16). La inversión por hectárea (pastura, ganado adicional, etc.) representa cerca de US$145 en el Cesar y US$340 y US$440 en los Llanos. El flujo de caja en los años 1 a 15 es más alto en las alternativas del Llano (Cuadro 17), pero la tasa interna de retorno marginal es sustancialmente más alta en el Cesar (78% por año) que la de ambas alternativas en los Llanos (33% y 39% por año).

Para determinar el impacto a nivel regional se asumió que las fincas fueran adoptando la tecnologías en la siguiente secuencia:

1.5% en el año 1	22.0% en el año 6
3.0% en el año 2	16.0% en el año 7
7.5% en el año 3	7.5% en el año 8
16.0% en el año 4	3.0% en el año 9
22.0% en el año 5	1.5% en el año 10

Las áreas sembradas por finca evolucionarían como sigue:

4 ha en el año 1
50 ha en el año 2
80 ha en el año 3
80 ha en el año 4
70 ha en el año 5

A nivel agregado fueron comparadas cuatro alternativas (Cuadro 18): impacto a nivel del Cesar, impacto en la Costa Norte basado en los mismos parámetros y en las áreas de suelos apropiados reportadas por el mapa IGAC/ICA, y el impacto en los Llanos asumiendo el mismo número de adoptadores y áreas que en el Cesar y con una tecnología de gramínea pura y de asociación de gramínea y leguminosa. El mismo nivel de adopción del Cesar requiere en los Llanos un número muy superior de novillos para ceba. Si expresamos el número de novillos requeridos adicionalmente como porcentaje de los novillos disponibles en la región en 1981 se obtienen los siguientes valores: 5% para el Cesar, 1% para la Costa Norte, 16% para la tecnología de gramínea pura en los Llanos y 20% para la tecnología de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Esto nos indica claramente que mientras la adopción es factible y no afecta el precio del ganado en la Costa Norte, es difícil tener las mismas perspectivas en los Llanos.

En el Cuadro 19 se presenta la evolución a través del tiempo del impacto agregado de las cuatro estrategias en términos de la producción adicional de carne y del flujo de efectivo a precios constantes de 1985. Si consideramos la producción de la Costa Norte como un beneficio adicional de la

Cuadro 15. Impacto físico del A. gayanus en el Cesar y los Llanos Orientales de Colombia

	Cesar		Llanos Orientales			
	A.gayanus		Gramíneas		Asociación	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Pasto nativo:						
Carga (UA/ha)	1	0	0.2	0.2	0.2	0.2
Producción (kg/UA)	100	0	75	0	75	0
Pradera establecida:						
Carga (UA/ha)	1.5	1	1.5	1.0	1.8	1
Producción (kg/UA)	150	45	130	25	150	25
Carga marginal (UA/ha)	0.5		1.3		1.6	
Producción marginal (kg/ha)	170		206		281	
Persistencia (años)	15		15		15	

Cuadro 16. Costos de establecimiento y mantenimiento de A. gayanus en el Cesar y los Llanos Orientales de Colombia

	Cesar		Llanos Orientales			
	A.gayanus		Gramíneas		Asociación	
	$/ha	%	$/ha	%	$/ha	%
Establecimiento						
Preparación	1520	30	1682	11	1682	11
Siembra	3500	70	5840	39	6840	43
Fertilización	0	0	7400	50	7400	46
Total	5020	100	14922	100	15922	100
Mantenimiento						
Fertilización (cada tres años)	0	0	3700	100	3700	100
Control malezas (cada año)	1000	100	0	0	0	0
Total	1000	100	3700	100	3700	100

Cuadro 17. Flujo de inversión en pasturas en la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia

	Cesar		Llanos Orientales			
	A.gayanus		Gramíneas		Asociación	
	$/ha	US$/ha	$/ha	US$/ha	$/ha	US$/ha
Inversión:						
Pasturas	5020	31.12	14922	92.51	15922	98.71
Marginal en novillos	17250	106.95	39000	241.80	48000	297.60
Otros	1250	7.75	1040	6.45	1280	7.94
Total	23520	145.82	54962	340.76	65202	404.25
Ingreso neto:						
Año 1	18300	113.46	19560	121.27	26820	166.28
Año 3	18300	113.46	15860	98.33	23120	143.34
Año 15	35550	220.41	58560	363.07	74820	463.88
TIR (%)	77.79		33.25		39.22	

Cuadro 18. Impacto de la adopción de *A. gayanus* en la Costa Norte de Colombia

	Cesar	Costa Norte	Llanos Orientales	
	A.gayanus	A.gayanus	Gramíneas	Asociación
Número de fincas	66	121	66	66
Areas sembradas de *A. gayanus* (ha):				
Año 5	1982	2244	1982	1982
Año 10	16554	26106	16554	16554
Año 15	18744	34578	18744	18744
Novillos adicionales requeridos (No):				
Año 5	991	1122	2576	3171
Año 10	8277	13053	21520	26486
Año 15	9372	17289	24367	29990

Cuadro 19. Impacto de adopción de A. gayanus en la Costa Norte de Colombia

	Cesar	Costa Norte	Llanos Orientales	
	A. gayanus	A. gayanus	Gramíneas	Asociación
Número de fincas	66	121	66	66
Producción de carne (ton)				
Año 5	336	381	408	557
Año 10	2814	4438	3410	4651
Año 15	3186	5878	3861	5267
Promedio	1707	2945	2068	2821
Flujo de efectivo ('000 US$)				
Año 5	-81	-106	-318	-362
Año 10	1250	1625	812	1312
Año 15	2125	3875	2125	3000
Valor presente neto (10%)	6250	11250	5062	7500
TIR (%)	78	78	33	39

investigación en los Llanos y no se consideran esfuerzos de extensión diferentes a las de los productores de semillas (que están incluídos en el precio de la semilla pagado por los ganaderos) la tasa de retorno del proyecto corresponde a la obtenida a nivel de finca. El mayor valor presente neto (a una tasa de descuento del 10%) corresponde a la alternativa de A. gayanus en toda la Costa Norte, seguido por asociaciones en los Llanos, Andropogon en el Cesar y finalmente gramíneas en los Llanos. Sin embargo, debido a los diferentes valores de la inversión inicial este criterio no es apropiado y se da un ordenamiento diferente cuando se utiliza como criterio la tasa interna de retorno. En este caso el Cesar y la Costa Norte con 78% por año superan ampliamente a la asociación con 39% y a la gramínea pura en los Llanos con 33%.

De este estudio podemos concluir que:

1. A pesar de haber sido desarrollada como una tecnología para suelos ácidos e infértiles, A. gayanus puede hacer impacto en nichos muy específicos como los suelos moderadamente ácidos con presencia de aluminio en la Costa Norte.

2. Como era de esperarse de una tecnología que utiliza pocos insumos externos, su comportamiento depende sustancialmente de los recursos ambientales particularmente suelo y clima. Como estos recursos son muy variables en las fincas del Cesar, la adopción no es uniforme sino muy selectiva.

3. La rápida adopción inicial en el Cesar es explicada por el bajo costo de oportunidad de la tierra, el gran impacto en la producción logrado, el bajo costo de establecimiento, una abundante existencia de ganado en las

fincas y el rol complemento de A. gayanus con los otros pastos de tierra fértil en la misma finca.

4. La alta tasa interna de retorno lograda (78% por año) es un fuerte incentivo para la adopción, la cual se ha realizado sin intervención del sector oficial y en años con bajos precios de ganado y en los cuales las condiciones socioeconómicas no fueron propicias para la inversión en pasturas.

4. Andropogon gayanus en el Centro de Brasil

a) Encuesta a la industria de semilla de pastos tropicales

En cooperación con CPAC/EMBRAPA y la Sección de Semillas del Programa Pastos Tropicales se realizó una encuesta a los principales productores y distribuidores de semillas de pastos tropicales para establecer el grado de difusión de A. gayanus en Brasil.

Los principales aspectos de importancia económica fueron:

- El volumen de semilla de A. gayanus manejado por los grandes productores de semilla fue de 175 ton en 1982, 422 ton en 1983 y 496 ton en 1984.

- El precio de la semilla de A. gayanus descendió rápidamente en términos reales desde US$13.63 en 1982 a US$1.58 en 1985.

- Los estimativos de la importancia de la producción de semilla de A. gayanus para uso propio y para comercio directo con otros ganaderos variaron en un amplio rango. La mediana de los estimativos de la participación del sector semillerista formal en el total del volumen de semilla producida fue de 65%.

- Utilizando esta información y la tasa mediana de siembra reportada, el área actual existente en Brasil fue estimada en cerca de 170.000 ha.

- Las principales áreas adoptadoras son la región de Mato Grosso, Goiás y Minas Gerais, áreas de menor importancia son el Pantanal y el Nordeste.

Más detalles de esta encuesta se presentan en el reporte de la Sección de Semillas.

b) Adopción temprana e impacto de A. gayanus en el Cerrado

En 1984 el Centro de EMBRAPA en el Cerrado (CPAC), contrató un estudio sobre adopción de tecnología generada por EMBRAPA para la región de los Cerrados. Este estudio fue realizado por la Universidad de Brasilia. Basado en los estudios agroecológicos de CPAC, la región geoeconómica de Brasilia (20 millones de ha) fue estratificada en zonas homogéneas y se muestrearon los once municipios considerados representativos de las principales zonas agroecológicas. En estos municipios 450 propietarios fueron seleccionados al azar. Esta encuesta incluía dos preguntas sobre A. gayanus: si el agricultor conoce el material y si lo está utilizando en su finca. Se consideran usuarios aquellas personas con cualquier área incluyendo pequeñas parcelas de prueba.

Una tabulación manual preliminar mostró que el 85% de los encuestados conocían el pasto y un 25% lo estaban utilizando. Dados estos primeros indicios de una amplia adopción se planeó entre CPAC y CIAT un estudio más detallado sobre el proceso de adopción y el uso actual.

Utilizando como marco censal las encuestas realizadas por la Universidad de Brasilia, se seleccionaron 60 usuarios de Andropogon estratificados según su

frecuencia en cada uno de los once municipios, así como 40 agricultores que lo conocían y 20 que no lo conocían. La encuesta fue diseñada para conocer las características generales de la finca, obtener información detallada sobre adopción y uso de A. gayanus así como el impacto en el sistema de producción de la finca y las intenciones de expandir áreas de este pasto. A los agricultores que no lo utilizaron se les hizo el mismo grupo de preguntas sobre características generales de la finca y preguntas específicas sobre las principales razones para no utilizar este material. La encuesta que ha sido completada; al presente (Diciembre 1985) está siendo tabulada y analizada. Resultados de esta encuesta serán usados para determinar el impacto de la tecnología.

5. Nivel de adopción de A. gayanus en el trópico latinoamericano (Octubre 1985)

Durante la última reunión de la RIEPT se realizó un sondeo sobre la difusión de A. gayanus en los países de Latinoamérica tropical. A los participantes se les pidió estimar el área presente de A. gayanus en su estado o departamento y en todo el país, desagregando este estimado en siembras puras y en asociaciones con leguminosas. Se les preguntó adicionalmente sobre las intenciones de siembra en 1986 tanto en siembras puras y en asociaciones.

El Cuadro 20 muestra que hasta la fecha (1985) han sido establecidas cerca de 300.000 ha. El panorama es claramente dominado por Brasil que contribuye con el 93% del total de las hectáreas existentes. Otras áreas importantes se presentan en Colombia y Venezuela, países con áreas sustanciales en sabanas con suelos ácidos e infértiles.

La adopción de A. gayanus se está dinamizando en Centro América y Panamá con más de 1.000 ha en este último país y áreas iniciales en Nicaragua, México, Honduras y Costa Rica. Virtualmente todas las áreas establecidas han sido plantadas como pastura de gramínea pura.

Las intenciones de expandir áreas representan para 1986 el 31% sobre área establecida a nivel de región. Estas cifras enmascaran la marcada diferencia entre Brasil y Colombia, donde el material fue liberado primero con tasas de 25% y 45% respectivamente y del resto de los países con tasas de crecimiento de 100%. Las intenciones de expandir indican una marcada tendencia a utilizar el A. gayanus como una pastura sola sin asociación de leguminosa.

Esta encuesta revela que A. gayanus representa un germoplasma valioso diferente y que contribuye a la producción de pasturas en América tropical. Sin embargo, también documenta que las leguminosas forrajeras tropicales aún representan el mayor desafío para el Programa Pastos Tropicales.

Cuadro 20. Uso de *A. gayanus* en América Latina, 1985[1] (hectáreas)

País	Existencia en 1985		Siembras programadas para 1985	
	Solo	Asociado	Solo	Asociado
Bolivia	100	0	450	0
Brasil	268000	0	66000	0
Colombia	7600	300	3400	300
Costa Rica	1	1	8	5
Guatemala	0	0	1	0
Guyana	2	0	0	0
Honduras	15	0	8	0
México	22	0	75	0
Nicaragua	245	0	150	0
Panamá	1032	50	1085	0
Paraguay	1000	0	1500	0
Perú	120	5	220	0
Venezuela	11100	200	17900	500
Total	289237	556	90797	805

1/ Basado en la encuesta a los investigadores de la RIEPT, Octubre 1985.

Capacitación

Con el objeto de colaborar con las instituciones nacionales en la capacitación integral y actualización de sus investigadores y de fortalecer de esta manera la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales RIEPT, durante 1985 se dio capacitación en diferentes aspectos relacionados con la produc- ción y utilización de pastos en suelos ácidos de baja fertilidad a 40 profe- sionales provenientes de 18 países (Cuadro 1). De estos profesionales, 7 permanecieron realizando trabajos de tesis para MS o Ph.D., 14 recibieron capacitación en investigación a través de las diferentes secciones del Programa y 17 asistieron a la Fase Intensiva Multidisciplinaria del Programa de Capacitación Científica en Investigación para la Producción y Utilización de Pastos Tropicales que se realizó entre el 4 de Febrero y el 29 de Marzo de 1985. La Fase de Especialización se inició el 30 de Marzo y 13 de los investigadores asistentes permanecieron varios meses participando en proyectos y trabajos de investigación en el campo de su especialidad en la respectiva sección del Programa de Pastos Tropicales.

Las secciones que más tiempo dedicaron a la capacitación durante 1985 fueron las de Calidad y Productividad de Pasturas (52.3 meses-hombre) y Suelos/Nutrición de Plantas (17.1 meses-hombre) como se aprecia en el Cuadro 1.

Respecto a la procedencia de los investigadores, se observa en el Cuadro 2 que de 18 países de origen de los participantes, a Colombia, Cuba y Perú correspondió la mayor proporción, seguidos por México y Brasil.

ALCANCES DE LA CAPACITACION EN PASTOS TROPICALES

Contribución a la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales

El fortalecimiento de la RIEPT ha sido un logro importante de la capacitación en el Programa de Pastos Tropicales. De 155 ensayos regionales establecidos en los diferentes ecosistemas de América tropical hasta Junio de 1985, 81 o sea el 52% son conducidos por profesiona- les capacitados por el CIAT (Figura 1).

Resumen de la capacitación en pastos tropicales

En el Cuadro 3 se incluye el número de investigadores capacitados en cada sección del Programa de Pastos Tropicales entre 1969 y 1985. Se observa cómo de 518 investigadores capacitados en este período, 75 (14%) han permanecido realizando trabajos de tesis para MS o Ph.D., 393 (76%) como Investigadores Visitantes y 50 (10%) recibiendo la Fase Intensiva Multidisciplinaria, o Curso Corto. Estas cifras muestran cómo se ha venido logrando el objetivo principal de capacitar en forma integral investigadores en pastos tropicales. Los investigadores entrenados por país a través de los 8 Programas de Capacitación Científica en Investigación se presentan en el Cuadro 4. La mayor

Cuadro 1. Investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales durante 1985, por categorías y meses/hombre en cada sección.

Sección	Investigadores Visitantes Asociados				Investigadores Visitantes						Becario del Curso				Subtotales	
	Tesis	Ph.D.	No tesis		Tesis MS		Especialización		Especializ más Curso Multidisc. Intensivo		Estudio		Multidisc Intensivo			
	No.	M/H*	No.	M/H	No.	M/H	No.	M/H	No.	M/H	No.	M/H	No.	M/H	No.	M/H
Germoplasma	1	12.0													1	12.0
Agronomía (Carimagua)									2	9.5	1	8.3			3	17.8
Ensayos Regionales							2	1.7	4	19.0					6	20.7
Entomología							1	4.4							1	4.4
Fitopatología									1	9.2					1	9.2
Suelos/Nutrición de Plantas	1	8.3							1	8.8					2	17.1
Microbiología de Suelos	1	8.7					2	4.9							3	13.6
Calidad y Productividad de Pasturas					2	8.9	4	21.2	3	22.2					9	52.3
Ecofisiología			1	8.0			1	2.1							1	10.1
Desarrollo de Pasturas							2	5.7							2	5.7
Producción de Semillas					1	2.2	1	9.1							2	11.3
Sistemas de Producción de Ganado	1	12.0							1	4.6					2	16.6
Economía							1	2.7	1	4.8					2	7.5
Fase Intensiva (Curso Corto)													4	7.4	4	7.4
Total	4	41.0	1	8.0	3	11.1	14	51.8	13	78.1	1	8.3	4	7.4	40	205.7

* Equivalente de meses/hombre de capacitación.

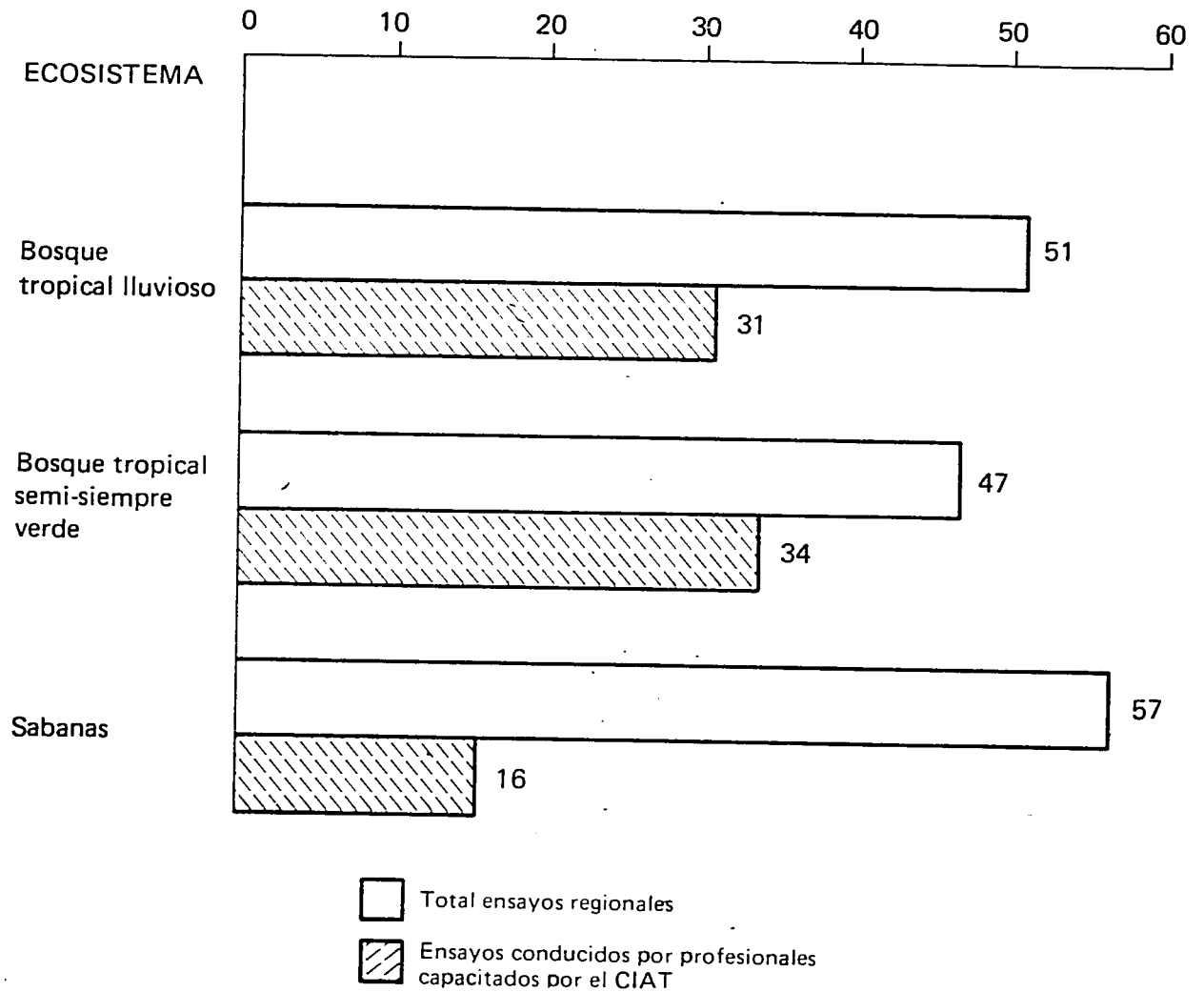


Figura 1. Total de ensayos regionales de pastos tropicales establecidos por ecosistema hasta Junio de 1985 y conducidos por profesionales capacitados en el CIAT.

Cuadro 2. Distribución por países de origen de los investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales durante 1985.

País de Origen	No. de Investigadores	Porcentaje
Alemania	1	2.5
Bolivia	1	2.5
Brasil	3	7.5
Colombia	6	15.0
Cuba	7	17.5
Ecuador	1	2.5
Estados Unidos	1	2.5
Guatemala	1	2.5
Guyana	1	2.5
Mexico	4	10.0
Nicaragua	1	2.5
Panama	1	2.5
Paraguay	2	5.0
Peru	6	15.0
Reino Unido	1	2.5
República Dominicana	1	2.5
República de China	1	2.5
Total	40	

proporción de investigadores capacitados pertenecen a Brasil, Colombia y Perú, países que poseen extensas áreas con suelos ácidos de baja fertilidad.

El Programa de Capacitación Científica en Investigación ha estado dirigido principalmente a profesionales vinculados a entidades nacionales que trabajan en pastos tropicales en el área de actuación del Programa de Pastos Tropicales del CIAT y que colaboran con la RIEPT.

Cuadro 3. Investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales por año y por categorías entre 1969 y 1985.

Año	Categorías de Capacitación					
	Invest. Visit.Asoc. Tesis Ph.D.	Investigadores Visitantes			Curso Intensivo Multidiscipli-. nario	Sub-totales
		Tesis MS	Capacitac. Especial en Investiga-ción	Curso Inten-sivo multi-disciplinario más Especializ. en Investigación		
1969			9			9
1970		1	10			11
1971			7			7
1972	2		27			29
1973		3	23			26
1974	2	1	11			14
1975	8	1	40		1	50
1976			21			21
1977	4	2	27			33
1978	3	2	27			32
1979	5	6	34			45
1980	5	2	10	21	8	46
1981	4		11	12	5	32
1982	5	3	13	15	2	38
1983	1	4	4	19	3	31
1984	3	1	5	19	27	55
1985	4	3	15	13	4	39
Sub-totales	46	29	294	99	50	518
Totales (5)	75(14%)		393(76%)		50(10%)	

Cuadro 4. Participantes por países en los ocho Programas de Capacitación Científica en Investigación para la Producción y Utilización de Pastos Tropicales, realizados en el CIAT entre 1978 y 1985*.

País	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total	Porcentaje
Argentina	1								1	0.6
Bolivia	1	2	2	1		1	3	1	11	6.6
Brasil	7	3	5	4	5		3	1	28	17.0
Belice		2							2	1.2
Colombia	4	4	5	3	3	2		3	24	14.5
Costa Rica			1	1	1				3	1.8
Cuba	1		2				1		4	2.4
Ecuador		2	1			1		1	5	3.0
Guatemala								1	1	0.6
Holanda						1			1	0.6
Honduras			2	1	1	1			5	3.0
Haiti				1					1	0.6
Mexico				1			2	3	6	3.6
Nicaragua	2	1	2		1	3	2	1	12	7.3
Panama	1		2	3		6	2	1	15	9.1
Paraguay							1	1	2	1.2
Peru	3	4	3	2	1	3	4	4	24	14.5
Dominican Republic		1	1		4	2	1	1	10	6.0
Venezuela	1	5	2	1			1		10	6.0
Total	21	24	28	18	16	20	20	18	165	

* No se incluyen profesionales que llevaron a cabo capacitación posgrado para MS o Ph.D., o Investigadores Especiales.

Publicaciones

ALVAREZ, VARGAS A. de ; LENNE, J.M. 1985. Asociación de Aspergillus spp. con semillas de Stylosanthes capitata en Carimagua, Colombia. Cali, Colombia. Centro International de Agricultura Tropical. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Cali, Colombia, Noviembre 25-29, 1985.

BOHNERT, E.; LASCANO, C.; WENIGER, J.H. 1985. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia. I. Botanical composition of forage available and selected. Z. Tierzüchtung Züchtungsbiologie 102 (5): 385-394.

BRADLEY, R.S.; KIPE-NOLT, J.; HARRIS, D.J. 1985. Evaluación, selección y manejo de sistemas leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 71 p. Guía de Estudio, preparada para el Programa de Capacitación relacionado con el Curso Intensivo llevado a cabo en la Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomía, Porto Alegre, Brasil.

BRADLEY, R.S.; MOSQUERA, D.; MENDEZ, J.E. 1985. Rhizobium inoculation response of tropical forage legumes using reduced tillage establishment. Paper presented at 6th International Symposium on Nitrogen Fixation. Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA, August 4-10, 1985.

BRADLEY, R.S.; RAMIREZ, F. de; KIPE-NOLT, J.; OCAMPO, G.I. 1985. Evaluación, selección y manejo de sistemas leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. Manual de Métodos. 1a. edición. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.

BRADLEY, R.S.; RAMIREZ, F. de; MAYOR, L. de. 1985. Colony characteristics of some tropical forage legume rhizobia. Paper presented at 10th North American Rhizobium Conference. Wailea, Maui, Hawaii. August 11-17, 1985.

BRANDAO, M.; COSTA, N.M.S.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1985. Pauciflora uma nova variedade de Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. Trabajo presentado en Congresso Nacional de Botánica, 36o., Curitiba - PR, Brasil, Enero 20-26, 1985.

CAJAS, G.S.; VERA, R.R.; TERGAS, L.E.; AYALA, H. 1985. Efecto de la carga animal en una pastura mejorada sobre el desarrollo y aparición de celos en novillas. Pasturas Tropicales. Boletín 7 (3): 2-7.

CALDERON, M.; ARANGO, G., eds. 1985. Insectos asociados con especies forrajeras en América tropical. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical 52 p.

CARDOZO,C.I.; FERGUSON, J.E.; SANCHEZ, M.S. 1985. Aspectos de manejo para la producción de semilla de Capica. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 18 p. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Noviembre 25-29, 1985.

DA ROCHA, C.M.; PALACIOS, E.; GROF, B. 1985. Capacidad de propagación de Arachis pintoi bajo pastoreo. Pasturas Tropicales. Boletín 7 (3):24-25.

ESCOBAR, G.; SCHULTZE-KRAFT, R.; GONZALEZ, R. 1985. Aspectos coevolutivos en la polinización de Centrosema macrocarpum Benth. (Leguminosae, Fabaceae). Trabajo presentado en el Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), 12o., Medellín, Colombia, Julio 17 - 19, 1985.

ESTRADA, R.D. 1985. Cálculo de costos para el establecimiento de pastos en sabanas tropicales. Pastos Tropicales. Boletín Informativo , 7(1): 6-9.

FERGUSON, J.E. 1985. Investigación en producción de semillas en especies de forrajeras tropicales. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 17 p. Trabajo presentado al Taller de Investigación y Capacitación en Tecnología de Semillas, Cali, Colombia, Julio 15-19, 1985.

FERGUSON, J.E.; SERE, C.; VERA, R.R. 1985. The release process and initial adoption of Andropogon gayanus in tropical Latin America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st. 1985. (Proceedings in press)

FERGUSON, J.E.; REYES, C. 1985. Integración de la multiplicación y la investigación de semillas dentro de la RIEPT. In: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Reunión del Comité Asesor, 3a, Cali, Colombia, 1985. Necesidad de investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 1-43.

FRANCO, L.H.; PIZARRO, E.A.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Alto Menegua, Puerto López, Meta, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, pp.59-73.

FRANCO, L.H.; PIZARRO, E.A.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Pachaquiaro, Puerto López, Meta, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, pp. 125-139.

FRANCO, L.H.; GOMEZ-CARABALY, A.; PIZARRO, E.A.; MONSALVE, S. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Villavicencio, Meta, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.2, pp. 865-886.

GIRALDO, H.; TOLEDO, J.M. 1985. Compatibilidad y persistencia de gramíneas y leguminosas bajo pastoreo en pequeñas parcelas. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, 1985. Resultados 1982-1985, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.2, pp. 1079-1083

GROF, B. 1985. Especies forrajeras promisorias para las sabanas de suelos ácidos e infértiles de América tropical. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, pp.5-26

GROF, B. 1985. Forage attributes of the perennial groundnut Arachis pintoi in a tropical savanna environment in Colombia. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985.(Proceedings in press).

GROF, B.; PIZARRO, E.A. 1985. Adaptación y producción de ecotipos de Aeschynomene spp. en los Llanos Orientales de Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, pp. 53-58.

HAYASHI, H.; TERGAS, L.E. 1985. The effects of burning and grazing on the population dynamics of the native savanna of Colombia. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th., Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

HOYOS, P.; LASCANO, C. 1985. Calidad de Brachiaria humidicola en pastoreo en un ecosistema de bosque semi-siempre-verde estacional. Pasturas Tropicales. Boletín 7(2): 3-5.

KANG, B.T.; SPAIN, J.M. 1985. Management of low activity clay soils with special reference to Alfisols, Ultisols and Oxisols in the tropics. Published by the Soil Management Support Services (SMSS), USDA, Washington, D.C. (In press).

LASCANO, C. 1985. Evaluación de pasturas cultivadas. Marco de referencia. In Molestina, C. J., ed. Manejo de pasturas cultivadas y suplementación para producción lechera. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur IICA/BID/PROCISUR, Rafaela, Argentina, 1-5 Julio, 1985.

LASCANO, C.; HOYOS, P.; SCHULTZE-KRAFT, R.; AMEZQUITA, M.C. 1985. The effect of previous experience of animals on subsequent preference in a palatability grazing trial. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

LENNE, J.M. 1985. Synchytrium desmodii, cause of wart disease of the tropical pasture legume Desmodium ovalifolium in Colombia. Plant Disease 69: 806-808.

LENNE, J.M. 1985. Variation in anthracnose reaction within native Stylosanthes capitata populations in Brazil. Paper presented at the American Phytopathology Society Annual Meeting, Reno, Nevada, August 11-15, 1985.

LENNE, J.M. 1985. Potential of mixtures of Stylosanthes guianensis for controlling anthracnose. Paper presented at the American Phytopathology Society Annual Meeting, Reno, Nevada, August 11-15, 1985.

LENNE, J.M. 1985. Recent advances in the understanding of anthracnose of Stylosanthes in tropical America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grasslands Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

LENNE, J.M.; SONODA, R.M. 1985. Diseases of Macroptilium atropurpureum - A review. Tropical Grasslands 19: 28-34.

LENNE, J.M.; HERNANDEZ, L.A. 1985. First report of charcoal rot of Stylosanthes guianensis in Colombia. Plant Disease 69: 83.

LENNE, J.M.; CHAVARRO, A.; LOPEZ, C. 1985. Effect of Corynebacterium flaccumfaciens on yield of Zornia glabra and Phaseolus vulgaris in Colombia. Paper presented at the American Phytopathology Society Annual Meeting, Reno, Nevada, August 11-15, 1985.

LENNE, J.M.; VARGAS, A.; TORRES, C. 1985. Damaging fungal diseases of promising pasture legumes in the tropical American lowlands. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

LENNE, J.M.; PIZARRO, E.A.; TOLEDO, J.M. 1985. Importance of diseases as constraints to pasture legume adaptation in the tropical American lowlands. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

LENNE, J.M.; CALDERON, M.A.; VALLES, C. 1985. Metodologías para la evaluación de plagas y enfermedades en forrajeras tropicales. In Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Reunión del Comité Asesor, 3a., Cali, Colombia 1985. Necesidad de investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT. Cali; Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp.1-32

MILES, J.W. 1985. Evaluation of potential genetic marker traits and estimation of outcrossing rate in Stylosanthes guianensis. Australian Journal of Agricultural Research 36: 259-265.

MISAS, A.; ARANGO, G., comp. 1985. Insectos asociados con cultivos del trópico húmedo (1973-1984). Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 124 p. Búsqueda bibliográfica No. 172.

ORDOÑEZ, H.; TOLEDO, J.M. 1985. Recuperación con Brachiaria decumbens de una pastura degradada utilizando diferentes prácticas agronómicas. Pasturas Tropicales. Boletín. 7(2): 21-23.

OROZCO, D.; LENNE, J.M. 1985. Reconocimiento de la microflora de semillas de Stylosanthes capitata cosechadas en Colombia. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Cali, Colombia, Noviembre 25-29, 1985.

ORTIZ, A.; SANCHEZ, M.S.; FERGUSON, J.E. 1985. Germinación, viabilidad y latencia en Brachiaria spp. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 29 p. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Cali, Colombia, Noviembre 25-29, 1985.

PACHICO, D.; SERE, C. 1985. Food consumption patterns and malnutrition in Latin America: some issues for commodity priorities and policy analysis. In SERE, C., ed. Trends in CIAT commodities. Internal Document Economics 1.10, May 1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp.27-53.

PATTANAVIBUL, S.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1985. Collecting germplasm of Desmodium and Pueraria pahseoloides in Thailand and Peninsular Malaysia. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985 (Proceedings in press).

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Villanueva, Casanare, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, pp.75-89.

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Guadalupe, Puerto López, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.1., pp.91-105.

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; CASTILLA, C.E.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Orocué, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1., pp.391-417.

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; ECHEVERRY, D. 1985. Adaptación y producción de Leucaena leucocephala en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.1, pp. 473-477.

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Santander de Quilichao II, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.1, pp.549-564.

PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H.; MOLINA, D.L. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Santander de Quilichao III, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.1, pp.565-569.

PIZARRO, E.A.; LASCANO, C.; FRANCO, L.H.; GIRALDO, H. 1985. Evaluación de germplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas en Santander de Quilichao, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.2, pp.1085-1088.

PIZARRO, E.A.; SALINAS, J.G.; FRANCO, L.H.; GOMEZ-CARABALY, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Leticia, Colombia. In Pizarro, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, V.2, pp. 811-839.

PIZARRO, E.A.; TOLEDO, J.M.; AMEZQUITA, M.C. 1985. Adaptation of grasses and legumes to the humid tropics of America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

RIVAS, L.; SERE, C. 1985. Price and supply seasonality of beef in Colombia-Implications for the role of improved pastures. In SERE, C., ed. Trends in CIAT commodities. Internal Document Economics 1.10, May 1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 54-73.

RIVAS, L.; SERE, C. 1985. Análisis de precios de productos e insumos ganaderos, 1984. Documento Interno de Trabajo para la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 42 p.

RIVAS, L.; SERE, C. 1985. Situación y perspectivas de la producción lechera en el mundo y en América Latina. Trabajo presentado en el Seminario sobre Producción Lechera en el Sierra Ecuatoriana, IICA, Quito, Ecuador, Julio 29- Agosto 3, 1985.

SAIF, S.R. 1985. VA mycorrhiza investigations in the Tropical Pastures Program of CIAT: Importance, Justification and Future strategies. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 80 p.

SAIF, S.R. 1985. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in tropical forage species as influenced by season, soil texture, fertilizers, host species and ecotypes. Angewandte Botanik. (In press).

SALAS, I.N.; LENNE, J.M. 1985. Reconocimiento de la presencia de Pseudomonas marginalis (Pseudomonas fluorescens Biotipo II) en semillas de 50 lotes de Centrosema spp. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Cali, Colombia, Noviembre 25-29, 1985.

SALINAS, J.G. 1985. Oxisoles y Ultisoles de Colombia y Latinoamérica, características diagnósticas implicadas en su uso y manejo. Suelos Ecuatoriales 15(1): 16-29.

SALINAS, J.G.; SANZ, J.I.; SIEVERDING, E. 1985. Importance of VA mycorrhizae for phosphorus supply to pasture plants in tropical Oxisols. Plant and Soil 84(3): 347-360.

SALINAS, J.G.; PERDOMO, C.E. 1985. Producción y calidad forrajera de Brachiaria humidicola con fertilización y uso de escardillos en Carimagua, Colombia. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 14 p. Trabajo presentado en el Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, 9o., Cali, Colombia, Agosto 26-30, 1985,

SALINAS, J.G.; GARCIA, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 87 p.

SALINAS, J.G.; CASTILLA, C.E.; GUALDRON, R. 1985. Requerimientos de micronutrimentos para leguminosas forrajeras tropicales en los Llanos Orientales de Colombia. Trabajo presentado en el IX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Agosto 26-30, 1985, Cali, Colombia. 15 p.

SANINT, L.R.; RIVAS, L.; DUQUE, M.C.; SERE, C. 1985. Análisis de los patrones de consumo de alimentos en Colombia a partir de la encuesta de hogares DANE/DRI de 1981. Revista de Planeación y Desarrollo 17(3):37-68.

SCHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G.; BELALCAZAR, J.; BENAVIDES, G. 1985. Centrosema macrocarpum Benth., a promising tropical forage legume for acid soils. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985 (Proceedings in press).

SCHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G. 1985. Testing new Centrosema germplasm for acid soils. Tropical Grasslands 19(4): 171-180.

SCHULTZE-KRAFT, R.; PATTANAVIBUL, S. 1985. Collecting native forage legumes in Eastern Thailand. IBPGR/SEAN 9(1): 4-5.

SCHULTZE-KRAFT, R.; 1985. Development of an international collection of tropical forage germplasm for acid soils. Cali, Colombia, Centro Internacional de AGricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985 (Proceedings in press).

SCHULTZE-KRAFT, R.; 1985. The potential of exotic and native legumes for forage production in Southeast Asia. Paper presented at the Workshop on Forages in S.E. Asian and S.Pacific Agriculture, Cisarua, Indonesia, August 19-24, 1985. (Proceedings in press).

SERE, C. 1985. Aspectos económicos de la producción de semilla de plantas forrajeras en el trópico latinoamericano. Pasturas Tropicales. Boletín 7(3): Diciembre 20-23.

SERE, C. ed. 1985. Trends in CIAT commodities. Internal Document Economics 1.10, May 1985. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 170p.

SERE, C.; CARRILLO, L.A.; ESTRADA, R.D. 1985. Brasil. 2. Análisis económico. In VERA, R.R.; SERE, C., eds. Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Informe Final Proyecto ETES (Estudio Técnico y Económico de Sistemas de Producción Pecuaria) 1978-1982. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 149-212

SERE, C.; ESTRADA, R.D. 1985. Colombia. Análisis económico. In VERA, R.R.; SERE, C., eds. Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela: Informe Final Proyecto ETES (Estudio Técnico y Económico de Sistemas de Producción Pecuaria) 1978-1982. Cali Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 279-335.

SPAIN, J.M. 1985. Reclamation of degraded pastures in the humid tropics. Paper presented as an issue in the 1984 CIAT Annual Review. January 21, 1985, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 26 p.

SPAIN, J.M. 1985. Manejo de suelos para el establecimiento y mantenimiento de praderas en sabanas bien drenadas. Trabajo presentado en el Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo, 20o, Belem, Brazil, 14-21 Julio 1985. 4 p.

SPAIN, J.M. 1985. Establecimiento de pasturas tropicales: etapa clave para el éxito de la investigación bajo pastoreo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 24 p. Conferencia presentada en la Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 3a., Cali, Colombia. Octubre 15-18, 1985. (mimeografiado).

SPAIN, J.M.; PEREIRA, J.M.; GUALDRON, R. 1985. A flexible grazing management system proposed for the advanced evaluation of associations of tropical grasses and legumes. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, 24th-31st, August 1985. (Proceedings in press).

STANTON, J.M. 1985. Survival of Pterotylenchus cecidogenus following storage in galls of Desmodium ovalifolium desiccation and exposure to high osmotic pressure. Nematológica (in press).

STANTON, J.M. 1985. Biology and influence of Pterotylenchus cecidogenus on Desmodium ovalifolium. Journal of Nematology (in press).

STANTON, J.M. 1985. Effects of Pterotylenchus cecidogenus, the stem gall nematode, on establishment and growth of the tropical pasture legume, Desmodium ovalifolium. Paper presented at XVII Annual Meeting, organization of Tropical American Nematologists. St. Augustine, Trinidad, July 28- August 2, 1985.

STANTON, J.M. 1985. Effects of desiccation, osmotic pressure and storage conditions of galls on survival of Pterotylenchus cecidogenus, the stem gall nematode. Paper presented at XVII Annual Meeting, Organization of Tropical American Nematologists. St. Augustine, Trinidad, July 28- August 2, 1985.

STANTON, J.M.; HERNANDEZ, R. 1985. Occurrence and evaluation of damage caused by the root-knot nematode, Meloidogyne javanica, on Desmodium heterocarpon in the Llanos Orientales of Colombia. Tropical Grasslands (in press).

SUAREZ, S.; RUBIO, J.; RAMIREZ, A.; PIZARRO, E.A.; TOLEDO, J.M. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná, Caldas. Cenicafé, 36(2): 51-63.

THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. DE; GROF, B. 1985. Problems experienced with forage legumes in a tropical savanna environment in Brazil. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press),

THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. DE; LENNE, J. 1985. Preliminary observations with accessions of Stylosanthes guianensis ssp. guianensis var. pauciflora in Brazil. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th - 31st., 1985. (Proceedings in press).

THOMAS, D.; ANDRADE, R.P. DE; DA ROCHA, C.M. 1985. Further evaluation of forage germplasm at the Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados in Central Brazil. In PIZARRO, E.A., ed. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 3a., Cali, Colombia, 1985. Resultados 1982-1985. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. V.1, 287-304.

TOLEDO, J.M. 1985. Pasture development for cattle production in the major ecosystems of the Tropical American Lowlands. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Plenary Session Paper. Kyoto, Japan, August 24th-31st, 1985. (Proceedings in press).

TOLEDO, J.M. 1985. The role of forage research networking in tropical humid and subhumid environments. Paper presented at the Southeast Asian and South Pacific Agriculture. Cisarua, Indonesia, August 19-24, 1985. (Proceedings in press).

TOLEDO, J.M.; LI PUN, H.H.; PIZARRO, E.A. 1985. Network approach in pasture research: tropical American experience. In KATEGILE, J.A., ed. Pasture improvement research in Eastern and Southern Africa, Harare, Zimbabwe, 1984. Proceedings of a Workshop. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. pp. 475-498.

TORRES, C.; LENNE, J.M. 1985. Efecto de varios tratamientos en la supervivencia de Corynebacterium flaccumfaciens en semillas de Zornia glabra CIAT 7847. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Trabajo presentado en el Seminario Panamericano de Semillas, 11o., Cali, Colombia, Noviembre 25-29, 1985.

VERA, R.R.; SERE, C. 1985. Brasil, Colombia, Venezuela: los sistemas de producción pecuaria extensiva del trópico sudamericano. Análisis comparativo. In _____., eds. Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Informe Final Proyecto ETES (Estudio Técnico y Económico de Sistemas de Producción Pecuaria) 1978-1982. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 431-464

VERA, R.R.; SERE, C. eds. 1985. Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela: Informe Final Proyecto ETES (Estudio Técnico y Económico de Sistemas de Producción Pecuaria) 1978-1982. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 538 p.

VERA, R.R.; SERE, C. 1985. Evaluation of tropical pastures with a farming system perspective. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Paper presented at the International Grassland Congress, 15th. Kyoto, Japan, August 24th- 31st, 1985. (Proceedings in press).

TESIS

ANGULO, M.R.; COLLAZOS, G. 1985. Evaluación de ecotipos de gramíneas y leguminosas en piedemonte amazónico colombiano. Tesis Ing. Agr. Florencia, Colombia, Universidad de la Amazonía.

Supervisor: Dr. Esteban Pizarro

CAICEDO, C.A. 1985. Efecto de la carga sobre la productividad animal en la asociación Andropogon gayanus, Melinis minutiflora y Stylosanthes capitata con diferentes clases de animales. Tesis Zootecnista. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 118 p.

Supervisor: Dr. Raúl R. Vera

CARMONA, R. 1985. Algunos aspectos relacionados a producao e qualidade de sementes em Stylosanthes capitata e S. macrocephala. Dissertacao de MSc. Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

Supervisor: Dr. John E. Ferguson

HERNANDEZ, L.A. 1985. Efecto de diferentes proporciones de tres accesiones de Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. "tardío" en antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides) (Penz.) Sacc. Tesis Mag. Sc. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 187 p.

Supervisor: Dr. Jill M. Lenné

MELENDEZ, C.G. 1985. Respuesta de ecotipos de Stylosanthes capitata a dosis de cobre en solución nutritiva. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 94 p.

Supervisor: Dr. Esteban A. Pizarro

NUÑEZ, L.E. 1985. Efecto del estrés por sequía en el desarrollo de la antracnosis en tres ecotipos de Stylosanthes spp. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 179 p.

Supervisores: Dr. Jill M. Lenné
Dr. José M. Toledo

OLAYA, G. 1985. Características de aislamiento de Rhizoctonia solani Kuhn y su importancia como patógeno de Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 148 p.

Supervisora: Dra. Jill M. Lenné

RAMIREZ, G.; POSSO, L. 1985. Algunos factores relacionados con la digestibilidad de la leguminosa Desmodium ovalifolium. Tesis Zootecnista. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 58 p.

Supervisor: Dr. Carlos Lascano

RODRIGUEZ, J.C. 1985. Evaluación bajo pastoreo de la calidad nutritiva de genotipos de Andropogon gayanus (Kunth). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica. 135 p.

Supervisor: Dr. Carlos Lascano

SATIZABAL, J.H. 1985. Interacción micorriza vesículo-arbuscular, Rhizobium - Leguminosa en un oxisol de los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Mag. Sc. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 146 p.

Supervisor: Dr. S.R. Saif

VALERO, O.A. 1985. Persistencia y productividad estacional de seis leguminosas forrajeras puras y asociadas con dos gramíneas en un Ultisol. Tesis Ing. Agr. Plamira, Universidad Nacional de Colombia. 144 p.

Supervisor: Dr. Esteban A. Pizarro

VILLAQUIRAN, M. 1985. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales; C. macrocarpum, S. guianensis, S. macrocephala y Z. brasiliensis. Tesis Zootecnista. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 85 p.

Supervisor: Dr. Carlos Lascano

Lista de los miembros del Programa Pastos Tropicales

Científicos Principales

José M. Toledo, Ph.D. Líder

Rosemary S. Bradley, Ph.D. Microbiología
* Walter Couto, Ph.D. Desarrollo de Pasturas (en EMBRAPA-CPAC/IICA/CIAT Planaltina, Brasil)
John Ferguson, Ph.D. Producción de Semillas
Myles Fisher, Ph.D. Ecofisiología
Bela Grof, Ph.D. Agronomía Cerrados (en CPAC-EMBRAP/IICA/CIAT Planaltina, Brasil)
Gerhard Keller-Grein, Dr. agr. Agronomía Trópico Húmedo (en INIPA/IVITA/CIAT Pucallpa, Perú)
Carlos Lascano, Ph.D. Calidad y Productividad de Pasturas
Jillian M. Lenné, Ph.D. Fitopatología
John W. Miles, Ph.D. Fitomejoramiento
Esteban A. Pizarro, Ph.D. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales
José G. Salinas, Ph.D. Suelos/Nutrición de Plantas
Rainer Schultze-Kraft, Dr.agr. Germoplasma
Carlos Seré, Dr. agr. Economía
James M.Spain, Ph.D. Desarrollo de Pasturas (en ICA/CIAT Carimagua)
Derrick Thomas, Ph.D. Agronomía Llanos
Raúl R. Vera, Ph.D. Sistemas de Producción de Ganado

Senior Research Fellow

Pedro Argel, Ph.D. Programa Pasturas en Panamá (IDIAP/Rutgers University/AID/CIAT David, Panamá)
Tsuyoshi Mitamura, Ph.D. Establecimiento de Pastos (TARC/CIAT)
Saif ur Rehman Saif, Dr. agr. Microbiología
Carlos Magno Campos da Rocha, M.Sc. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

Científicos Posdoctorales

* Aldo Barrientos, Ph.D. Entomología
Julie M. Stanton, Ph.D. Fitopatología
Philip K. Thornton, Ph.D. Sistemas de Producción

Personal Científico CPAC del Convenio EMBRAPA-CPAC/CIAT

Carlos Magno Campos da Rocha, M.Sc.
Ronaldo de Andrade, M.Sc.
Francisco Beni de Sousa, M.Sc.

---

* Se retiro de la institución durante 1985

Investigadores Asociados Visitantes

Georg Cadisch, Dipl. Ing. Microbiología
Brigitte Maass, Dipl. Ing. Germoplasma
Bernardo Rivera, D.V.M., Sistemas de Producción de Ganado (en Carimagua)
Chairman Sackville Hamilton, Ph.D. Ecofisiología
* José Ignacio Sanz, Ing. Agr. Suelos/Nutrición de Plantas

Asociados de Investigación

Carlos Castilla, M.Sc. Suelos/Nutrición de Plantas
Rubén Darío Estrada, M.Sc. Economía
Obed García, D.V.M. Sistemas de Producción de Ganado (en Carimagua)
Ramón Gualdrón, Ing. Agr. Desarrollo de Pastos (en Carimagua)
Silvio Guzmán, M.Sc. Sistemas de Producción de Ganado
Libardo Rivas, M.Sc. Economía

Asistentes de Investigación

Amparo de Alvarez, Ing. Agr. Fitopatología
Guillermo Arango, Lic. Biología, Entomología
José Ancizar Arenas, Ing.Agr. Germoplasma
Alvaro Arias, Ing. Agr. Germoplasma
Patricia Avila, Zootecnista, Desarrollo de Pasturas (en Carimagua)
* Hernando Ayala, M.V.Z. Sistemas de Producción de Ganado (en Carimagua)
Gustavo Benavides, Ing. Agr. Germoplasma (en Quilichao)
Javier Asdrúbal Cano, Econ. Oficina del Líder.
Carlos Iván Cardozo, Ing. Agr. Producción de Semillas
Fernando Díaz, Ing. Agr. Agronomía (en Carimagua)
Martha Lucía Escandón, Ing. Agr. Fitomejoramiento
Julián Estrada, M.V.Z. Calidad y Productividad de Pasturas (en Carimagua)
Luis H. Franco, Ing. Agr. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales
Manuel Arturo Franco, Ing. Mec. Oficina del Líder
César Augusto García, Ing. Agr. Entomología y Fitopatología (en Carimagua)
Hernán Giraldo, Ing. Agr. Ecofisiología
* Arnulfo Gómez-Carabaly, Ing. Agr. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales
José M. Gómez, Zootecnista, Calidad y Productividad de Pasturas (en Quilichao)
Jesús A. Mendez, Ing. Agr. Microbiología (en Carimagua)
Carlos Humberto Molano, Ing. Agr. Fitomejoramiento
Diego Molina, Ing. Agr. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales
Dazier Mosquera, Ing.Agr. Microbiología
Gloria Navas, Ing. Agr. Entomología
Carlos E. Perdomo, Ing. Agr. Suelos/Nutrición de Plantas (en Carimagua)
Carlos Alberto Ramírez, M.V.Z. Sistemas de Producción de Ganado (en Carimagua)

Fabiola de Ramírez, Lic. Bacteriología, Microbiología
José Ignacio Roa, Ing. Agr. Fitomejoramiento - Producción de Semillas (en Carimagua)
Edgar Salazar, Ing. Agr. Agronomía (en Carimagua)
Manuel Sánchez, Ing. Agr. Producción de Semillas
Blanca Torres G., Bacterióloga, Sistemas de Producción
Celina Torres, Ing. Agr. Fitopatología