

PN - ABD - 976 64527

# Informe Anual 1987

## Pastos Tropicales

Documento de Trabajo No. 45, 1988

El CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a 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 (GCAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, 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 1987: 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 (CE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, 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 1987**

**Pastos Tropicales**

**Documento de Trabajo No. 45, 1988**

# INDICE

INTRODUCCION .....	0-1
1. GERMOPLASMA .....	1-1
2. FITOMEJORAMIENTO .....	2-1
3. AGRONOMIA LLANOS .....	3-1
4. AGRONOMIA CERRADOS .....	4-1
5. AGRONOMIA TROPICO HUMEDO .....	5-1
6. AGRONOMIA CENTROAMERICA Y EL CARIBE .....	6-1
7. PROYECTO DE PASTURAS EN PANAMA (IDIAP/U. RUTGERS/CIAT)	7-1
8. ENTOMOLOGIA .....	8-1
9. FITOPATOLOGIA .....	9-1
10. MICROBIOLOGIA DE SUELOS .....	10-1
11. SUELOS/NUTRICION DE PLANTAS .....	11-1
12. DESARROLLO DE PASTURAS LLANOS .....	12-1
13. RECUPERACION PASTURAS TROPICO HUMEDO .....	13-1
14. ECOFISIOLOGIA .....	14-1
15. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS .....	15-1
16. PRODUCCION DE SEMILLAS .....	16-1
17. SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO .....	17-1
18. ECONOMIA .....	18-1
19. CAPACITACION .....	19-1
20. UNIDAD DE ESTUDIOS AGROECOLOGICOS .....	20-1
21. PUBLICACIONES .....	21-1
22. LISTA DE LOS MIEMBROS DEL PROGRAMA .....	22-1

# INTRODUCCION

## Antecedentes

### Dotación de tierra y ganado en América tropical

América tropical tiene unos 800 millones de hectáreas en sabanas y bosques significativamente subutilizadas, de las cuales dos terceras tienen suelos ácidos, de baja fertilidad (Oxisoles y Ultisoles). Las áreas de la sabana tropical (unos 250 millones de ha) tienen gran potencial agrícola, debido a su abundante radiación solar, precipitación de agua adecuada y regímenes de temperatura favorables para extensas temporadas en crecimiento. En la mayoría del área las propiedades físicas, topografía y suelo son también favorables generalmente. Partes de las áreas forestales (100-150 millones de ha) tienen también un alto potencial agrícola; sin embargo, tienen un alto riesgo ambiental, dadas las prácticas actuales y tecnología disponible.

En América tropical la ganadería es mucho más importante que en cualquier otra región tropical de Africa y el Sureste de Asia. Actualmente el hato total en América tropical se estima por encima de los 250 millones cabezas de ganado, aproximadamente 20% de la población mundial de ganado.

El consumo de carne de res y leche en este continente es claramente más alto que en otras regiones tropicales del mundo. El consumo promedio anual de 16 kg de carne de res per capita (entre 7-38 kg) en esta región es

significativamente más alto que en Africa y en Asia y alrededor de las dos terceras partes de la de Europa. La importancia primordial de carne de res y leche en gastos de alimento y su demanda creciente en poblaciones tropicales americanas de carácter urbano y rural, también han sido documentadas. La carne de res y la leche son los componentes principales del gasto alimenticio para todos los niveles de ingreso, pero especialmente entre el estrato de la población con ingresos más bajos.

### Proceso de urbanización

La urbanización se ha incrementado a una tasa promedio del 20%, a lo largo de la América tropical durante los últimos 25 años. En Suramérica y México tropical, la urbanización se aumentó en promedio desde 46% en 1960 a 67% en 1985; en los países de América Central el incremento fue de 39.5% a casi 59%.

La pobreza de las áreas rurales, pasada por alto anteriormente, está siendo transmitida a las ciudades siendo más y más evidentes en la forma de barrios marginales que crecen en las orillas y en la parte central de la mayoría de las ciudades. Estas sociedades económicamente marginadas o informales son, en efecto, más pobres en términos absolutos que las rurales. Al mismo tiempo, están ahora y estarán aún más en el futuro en una posición más fuerte para presionar a los políticos y a la sociedad, para un cambio drástico en la distribución de la

riqueza. Un cambio con miras a sociedades más balanceadas beneficiaría los sectores pobres, urbanos y rurales con más altos ingresos y mejores opciones para mejorar su nutrición. Esto podría, más adelante, incrementar la demanda de carne de res, leche y otras fuentes de proteína animal.

### Colonización

Paralela a la urbanización, otro fenómeno ocurre en la migración de la población. La población desprovista de tierra y en su mayoría rural, se está movilizándose activamente hacia las áreas de frontera marginal. Es apenas natural que la mayoría de estos colonizadores sean atraídos a fronteras más favorables y menos costosas: áreas con abundante agua, tales como las sabanas del trópico y las selvas lluviosas.

Las sabanas fueron ocupadas inicialmente por ganaderos acomodados. La colonización espontánea del pobre es muy difícil en este ecosistema, debido a la pobreza de los suelos y vegetación original. La selva húmeda después de que se desarrolle la infraestructura, con el fin de integrar territorios o abrir acceso a la explotación de madera y petróleo, será altamente atractiva para los colonizadores, debido a la fertilidad aparentemente más alta del suelo que ocurre después del desmonte y la quema de la biomasa original. La explotación de la madera, los cultivos transitorios y la ganadería, son los principales sistemas de producción en estas áreas.

Las tasas de crecimiento de la población son actualmente mucho más altas en las regiones húmedas tropicales que en el resto de estos países. Los colonizadores están activamente migrando a estas áreas, como es el caso de Rondonia en Brasil (tasa de crecimiento del 8.6%) y Ucayali en Perú (tasa de crecimiento

del 7.9%); esto es casi tres (3) veces la tasa nacional respectiva, 2.7%.

A pesar de la fragilidad del medio ambiente y la falta de capacidad de sostenimiento de los sistemas de cultivo actuales con la tecnología disponible, se debe reconocer que esta colonización acelerada de los trópicos húmedos es un fenómeno socio-económico que no puede ser ignorado y es difícil de parar. Es parcialmente un problema técnico que necesita ser resuelto.

### Redistribución del uso de la tierra

El crecimiento de la población y la redistribución en sociedades tropicales americanas han llevado a presiones en la distribución de la tierra y sistemas de producción agrícola. La intensificación del uso de la tierra y la expansión de la producción de cultivos en las tierras más fértiles están empujando los sistemas de producción de ganado hacia áreas fronterizas y marginadas, donde la tierra tiene un costo de oportunidad más bajo. Por ejemplo, la población ganadera en los estados desarrollados del Sur del Brasil, de Río Grande do Sul y Santa Catarina, consistió en 23.8% del hato nacional en 1940, mientras que en 1985 esta contribución se redujo a solamente 12.7%. En cambio, el ganado en los Estados de Goiás y Mato Grosso en la región del Cerrado (con suelos predominantemente ácidos y más pobres) se incrementó de una pequeña proporción del 15.3% del hato nacional en 1940, a una tercera parte de la población ganadera del Brasil en 1988 (Figura 1a). Similarmente, el Valle del Cauca, donde está ubicada la sede del CIAT, representó el 7.4% del hato colombiano en 1950; en los suelos predominantemente ácidos y pobres (Llanos), la población ganadera ha incrementado en forma significativa desde 0.6% hasta 6.1%; en Caquetá, región húmeda de los trópicos, la población ganadera se incrementó desde

1.4% hasta 5.5% del hato nacional, durante el mismo período (Figura 1b).

Es claro que las regiones marginales y fronterizas con suelos ácidos y pobres están siendo incorporadas paulatinamente dentro de la base de producción agrícola de los países. La baja productividad como resultado del bajo rendimiento de la industria agrícola en estas tierras, así como la escasa capacidad de sustentación de los sistemas de producción existentes y la fragilidad ambiental, se constituyen por tanto en asuntos prioritarios.

#### Limitantes a la productividad y sustentación

La limitante principal para la expansión de sistemas de producción de ganado fáciles de sostener en estas tierras marginales, es la nutrición animal. La forma más eficiente y común de producir carne de res y leche en dichas tierras es a través del pastoreo; sin embargo, la productividad natural de las mismas es predominantemente pobre en cantidad y calidad de forraje. La necesidad de nueva tecnología de pasturas es obvia; sin embargo, los productores tienen solamente recursos limitados para invertir en nuevas tecnologías aun cuando la relación fluctuante entre precio de los productos (carne de res y leche), los insumos (fertilizantes, semillas, sales minerales, maquinaria) esté a su favor. Los precios están influenciados por decisiones políticas que a menudo fluctúan entre favorecer a los productores o beneficiar la industria y/o consumidores. Dado el movimiento de la industria de la ganadería para áreas marginales y fronterizas, con infraestructura deficiente, la situación económica de los productores se agrava mucho más debido a los altos costos de transporte.

En consecuencia, si se va a adoptar una nueva tecnología apta para incrementar la productividad de la tierra y animales en forma sustentable, la misma debería basarse en el uso limitado de insumos comprados. La tecnología disponible anteriormente basada en especies de pasturas comerciales tradicionales y cultivares introducidos, seleccionados en otras regiones, fallaron frente a las limitantes de carácter biótico y suelo de las sabanas y de las regiones tropicales húmedas de este continente.

#### Participación de institutos nacionales

Dada la importancia de la industria ganadera en América tropical, como también las limitaciones que encuentra en el incremento de la utilización de tierras marginales y fronterizas, con suelos predominantemente pobres y ácidos, los países en la región están gastando importantes niveles de recursos (esto es, mano de obra, infraestructura y fondos operacionales) para resolver limitaciones asociadas con la industria ganadera en esas áreas.

Después del reconocimiento en 1979 de la necesidad de desarrollar la tecnología de pasturas in situ las instalaciones nacionales, junto con el CIAT, crearon conjuntamente la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) para consolidar un mayor esfuerzo cooperativo de investigación para el desarrollo de las nuevas opciones de pasturas, basadas en germoplasma adaptado de gramíneas y leguminosas. La RIEPT es un mecanismo de cooperación con y entre las instituciones nacionales, las cuales permiten el uso de ventajas comparativas entre las instituciones participantes, como también la captación de economías a grande escala, con el fin de facilitar una investigación eficiente y efectiva en pasturas y conducir a un proceso de desarrollo para los suelos pobres y

ácidos de las tierras marginales de América tropical.

### Metas generales del Programa

1. Incrementar la productividad y capacidad de sustentación de los sistemas de producción basados en pasturas de suelos marginales ácidos de los climas húmedos y subhúmedos.
2. Mejorar la nutrición de las poblaciones rurales y urbanas, incrementando su acceso a carne de res y leche.
3. Contribuir al crecimiento económico global y al bienestar social de poblaciones rurales y urbanas en los trópicos.

### Objetivos específicos

Para maximizar la complementación con las instituciones nacionales, los objetivos del Programa de Pastos Tropicales se definen además como:

1. Desarrollar una tecnología de pasturas de bajos insumos y bajos riesgos para incrementar la producción de carne de res y leche y así contribuir a la capacidad de sustentación de los sistemas de producción en suelos pobres y ácidos.
2. Reforzar las capacidades de investigación y desarrollo de pasturas de las instituciones nacionales y promover su cooperación horizontal.
3. Apoyar a las instituciones nacionales de investigación y desarrollo agrícola a través del desarrollo de un mejor entendimiento de relaciones, tipo causa y efecto sobre la interfase suelo-pastura-manejo en pasturas sometidas al pastoreo y el ajuste de metodologías aptas de investigación.

4. Contribuir al desarrollo de sistemas de producción en capacidad de sustentación, basados en pasturas en la sabana y ecosistemas de bosque lluvioso, impidiendo así la degradación adicional de estas áreas liberando tierras fértiles para la producción intensiva anual de cosechas.

### Estrategias del Programa

Para lograr estos objetivos, las estrategias del Programa de Pastos Tropicales son las siguientes:

1. Ampliar la base genética y variabilidad de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas herbáceas y arbustivas, con el fin de generar tecnología nueva basada en el germoplasma adaptado a limitantes del medio ambiente. La colección directa de gramíneas y leguminosas en su centro de diversidad (caracterizados por suelos ácidos), ha dado excelente resultado en cuanto a la obtención de nuevas plantas para la producción de pasturas en suelos ácidos con bajos insumos.

Hoy en día el CIAT posee la colección más grande del mundo de forrajes (gramíneas y leguminosas), para suelos ácidos de baja fertilidad. En el futuro la colección estará enfocada más en las especies claves de gramíneas y leguminosas y en arbustos y árboles leguminosos que son tolerantes a suelos ácidos y con alto contenido de aluminio, para el desarrollo de sistemas silvo-pastoriles.

Esta estrategia de desarrollo de germoplasma también incluye los esfuerzos de fitomejoramiento del Programa de Pastos Tropicales, para recombinar las características positivas de accesiones

en especies altamente prometedoras.

2. Investigar germoplasma en cuanto a su adaptación a limitantes climáticos, edáficos y bióticos de ecosistemas subhúmedos y húmedos con suelos ácidos. Esta es una estrategia clave para desarrollar una tecnología de pasturas de bajos insumos con requisitos reducidos para corrección de suelos, fertilizantes y otros agroquímicos. Esto incluye caracterización y evaluación de un amplio rango de especies y accesiones en sitios principales de investigación, representativos de ecosistemas mayores y regiones del mandato del Programa de Pastos Tropicales. Las opciones preseleccionadas del germoplasma para diferentes ambientes de la América tropical, son actualmente hechas en cooperación con a) el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Carimagua, Colombia, el cual representa las sabanas isohipertérmicas; b) el Centro de Pesquisa Agropecuária Cerrados (CPAC-EMBRAPA) en Planaltina, Brasil, representando las sabanas isotérmicas; c) el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales (INIAA) en Pucallpa, Perú, que representa los trópicos húmedos; y d) el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en tres (3) sitios de Costa Rica, representando las principales zonas climáticas de Centroamérica con suelos moderadamente ácidos.

Las preselecciones que resultan de estas actividades de selección son escogidas finalmente por su adaptación a medio ambientes y subecosistemas y son ensamblados

en pasturas relevantes a los sistemas de producción predominantes por las instituciones nacionales que participan en la RIEPT.

3. Desarrollar tecnologías con un enfoque de bajos insumos para que así los productores con acceso limitado a capital, puedan adaptarlas en áreas marginales de suelos ácidos e infértiles. El método de investigación del Programa es diseñado para reducir los costos de producción a través de:

- a. Asociaciones adaptadas de gramínea-leguminosa

Se espera que las leguminosas en estas asociaciones contribuyan directamente a la dieta animal en términos de proteína y energía (particularmente durante la estación seca) y a incrementar la productividad y persistencia de pastos, debido a la disponibilidad aumentada de nitrógeno en la pastura. Pasturas capaces de fijar N son una estrategia esencial de bajos insumos para obtener sistemas de producción basados en pasturas altamente productivos y que puedan sustentarse.

- b. Técnicas de bajo costo y bajo riesgo para el establecimiento de pasturas

Este es un componente particularmente importante dado que el riesgo y costo de establecimiento son determinantes importantes de adopción por parte de los productores. La interacción cultivos/pasturas brinda la posibilidad de reducir más los costos de establecimiento de pasturas, pues pastos y leguminosas podrían utilizar el efecto

residual de fertilizantes aplicados a los cultivos.

c. Manejo apropiado

El desarrollo de estrategias para utilizar las pasturas y maximizar la estabilidad de los componentes (pastos y leguminosas) y el reciclaje de nutrientes, también es crítico. Esta tecnología (por ejemplo, fertilización de mantenimiento, intensidad y frecuencia de pastoreo) tiene que ser pertinente a las posibilidades y necesidades de los productores. En consecuencia, cuando se ensamblan nuevas pasturas de gramíneas-leguminosas, se tendrá especial cuidado en la selección de pasturas que toleren una gama de estrategias de manejo y que necesiten un mínimo de fertilización de mantenimiento.

d. Las perspectivas del productor

El papel de las pasturas es muy variable, dependiendo del potencial en el uso de la tierra y su utilización a nivel de finca. Algunos sistemas de producción basados en pasturas podrían necesitar solamente una cobertura alta de suelo, en tanto que otros requerirán alta capacidad de carga para la producción de vacas-terneros en pendientes altamente erosionables o aún otras serán utilizables como suplemento estacional para praderas nativas pobres. En otros, el sistema podría necesitar pasturas de alta producción y calidad durante todo el año para alimentar vacas lecheras. Es obvio que estas pasturas deberán ser diferentes, o por lo menos ma-

nejadas en forma distinta. Por lo tanto, es esencial incorporar la perspectiva del productor en una etapa temprana en el diseño de sistemas alternativos.

4. Promover y consolidar la RIEPT, con el fin de evaluar sistemáticamente las opciones de pasturas dentro del enfoque de ecosistemas del Programa. Desde 1979 la RIEPT ha sido el mecanismo de cooperación dentro y entre las instituciones nacionales, catalizando investigación aplicada en pasturas y promoviendo el desarrollo, enfoques y metodologías relevantes de investigación de pasturas. Esta estrategia abarca la capacitación de una masa crítica de especialistas de pasturas (investigadores y promotores del desarrollo) a nivel nacional; la catálisis y consolidación de redes nacionales para maximizar la colaboración horizontal dentro del país, la coordinación de subredes regionales con la RIEPT, la participación del Comité Asesor de la RIEPT en el análisis del desarrollo de la red y el intercambio de ideas sobre técnicas de investigación y metodologías, como también la consideración de los métodos de investigación y desarrollo. Dado el crecimiento continuado de la RIEPT, el Comité Asesor decidió descentralizar sus actividades, creando así 4 subredes, a saber: los trópicos húmedos, los Llanos, los Cerrados y Centroamérica, coordinados por los agrónomos de pasturas del Programa de Pastos Tropicales en Pucallpa, Palmira, Brasilia y San José, respectivamente (Figura 2).
5. Realizar investigación para comprender las interfases, medio ambiente/germoplasma, planta/planta, planta/animal/manejo e

interacciones pastura/cultivo, el cual es esencial para entender las grandes "cajas negras" involucradas en la adaptación, producción y utilización de pasturas, bajo un amplio rango de manejo y recursos ambientales y permitir la extrapolación de resultados para elaborar recomendaciones tecnológicas.

6. Desarrollar y modificar metodologías para la selección eficiente de germoplasma, la evaluación de nuevas opciones de pasturas y su utilización en tipos de tierra pertinentes dentro de los sistemas de producción. El apoyo de la RIEPT necesita análisis continuo, paso por paso, de las metodologías utilizadas en otras regiones para conducir la selección, ensamblaje de pasturas, evaluación de productividad e investigación en finca. Estas metodologías son revisadas y analizadas anualmente por el Comité Asesor de la RIEPT. El Programa de Pastos Tropicales, junto con otros centros nacionales importantes de investigación en pastos, asume la responsabilidad para desarrollar, probar y ajustar las técnicas de investigación y metodologías, con el fin de acomodar mejor los recursos de programas de pasturas nacionales de tamaños diferentes, facilitando así un proceso de investigación confiable y costo eficiente. Esto incluye la captación de economías de escala importante entre grupos de investigación avanzados y más pequeños. En el pasado se ha puesto énfasis en las metodologías de selección de germoplasma y evaluación de pasturas bajo pastoreo. Con el avance de las actividades de la RIEPT hacia investigación en finca y transferencia de las nuevas opciones tecnológicas, se necesita mejores y más confiables

metodologías para estudiar el papel de los pastos e incorporar la perspectiva de los ganaderos en el proceso de investigación. Recientemente se iniciaron estudios de evaluación de pasturas en fincas en ecosistemas/sistemas de producción contrastantes con el fin de desarrollar experiencia y técnicas metodológicas en esta materia compleja para beneficio de las instituciones nacionales.

7. Establecer estudios experimentales de sistemas de producción basados en pasturas, o sea, estudios metodológicos en medio ambientes seleccionados para evaluar las nuevas tecnologías disponibles (pastura/árbol/cultivo) en sistemas de producción integrados y en capacidad de sustentarse. Se espera que la disponibilidad de un primer juego de nuevas opciones de pastura para ecosistemas específicos, tales como las sabanas isohiperterómicas y trópico húmedo, haga una contribución importante a la sustentación de sistemas de producción integrados y basados en pasturas en tierras marginales y fronterizas con suelos pobres y ácidos.

Dado el tiempo que se necesita para estudios de sustentación en sistemas de cultivo integrados, especialmente con plantas perennes tales como pasturas y árboles, el Programa de Pastos Tropicales, en colaboración con el IITA y el Consejo Internacional de Investigación en Agroforestación (ICRAF), buscará fondos en el futuro próximo para evaluar la integración de pasturas/cultivos/árboles en dos ecosistemas contrastantes. Esta estrategia de investigación proveerá una base firme para el desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles de alta productividad y capacidad de sustentación.

## Beneficios esperados

Los objetivos del Programa de Pastos Tropicales son, por naturaleza, a largo plazo; sin embargo, es ya evidente que genera resultados benéficos a corto plazo. En varios países se han sembrado grandes áreas (300.000 ha) de A. gayanus. En los Llanos colombianos ya está siendo adoptada S. capitata. Varios pastos y leguminosas nuevos, seleccionados por las instituciones nacionales de investigación y desarrollo han llegado a la etapa inicial de liberación.

El Programa de Pastos Tropicales está moviéndose paulatinamente en forma estratégica en regiones con productores más pequeños y un más alto potencial de adopción, evaluando también la integración de pasturas en sistemas de cultivos mixtos, en áreas de colonización activa. Esto asegurará una adopción rápida en áreas más favorables las cuales, a su vez, provocarán adopción en medio ambientes menos favorables. El reto inmediato, en colaboración con las instituciones nacionales, es el de demostrar en una forma más amplia el papel beneficioso de las pasturas mejoradas basadas en

leguminosas, en términos de producción animal y conservación de recursos en sistemas de producción pertinentes. En el largo plazo se espera que sistemas de producción integrados de ese tipo en suelos ácidos marginales, contribuyan al crecimiento económico y sostenimiento de dichas regiones.

Se espera que la tecnología de pasturas generada por el Programa, contribuya a una reducción relativa en los precios de carne de res y leche para consumidores urbanos y rurales. Una nutrición mejorada en poblaciones urbanas y rurales resultará de una mayor accesibilidad a carne de res y leche. Esta tecnología tendrá un impacto significativo en la conservación de recursos naturales en ambientes frágiles y contribuirá a la sustentación de sistemas de producción. No cabe duda que este compromiso continuo de carácter nacional e internacional para el desarrollo de una tecnología revolucionaria de pasturas, puede lograr un impacto en el desarrollo rural de tierras ácidas actualmente marginales y la nutrición global y bienestar social del continente.

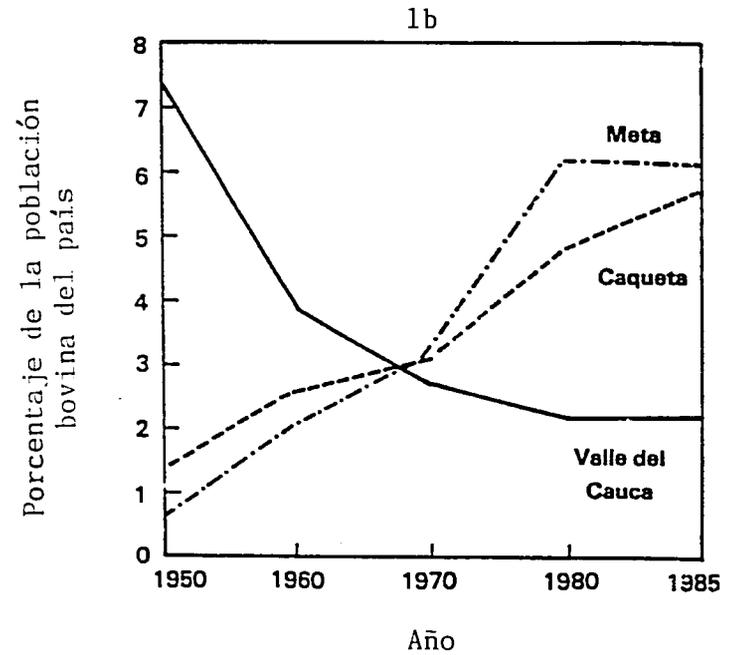
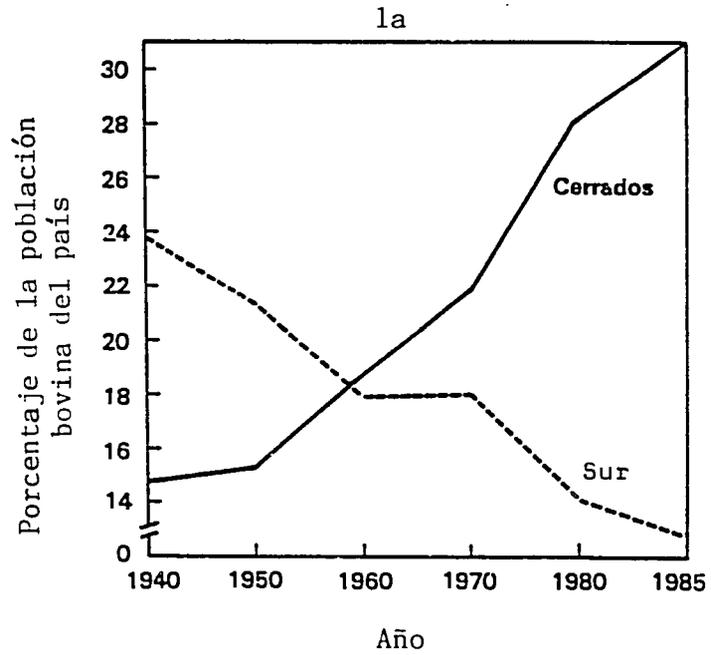


Figura 1. Cambios en la población bovina en Brasil (1a) y Colombia (1b) respectivamente.

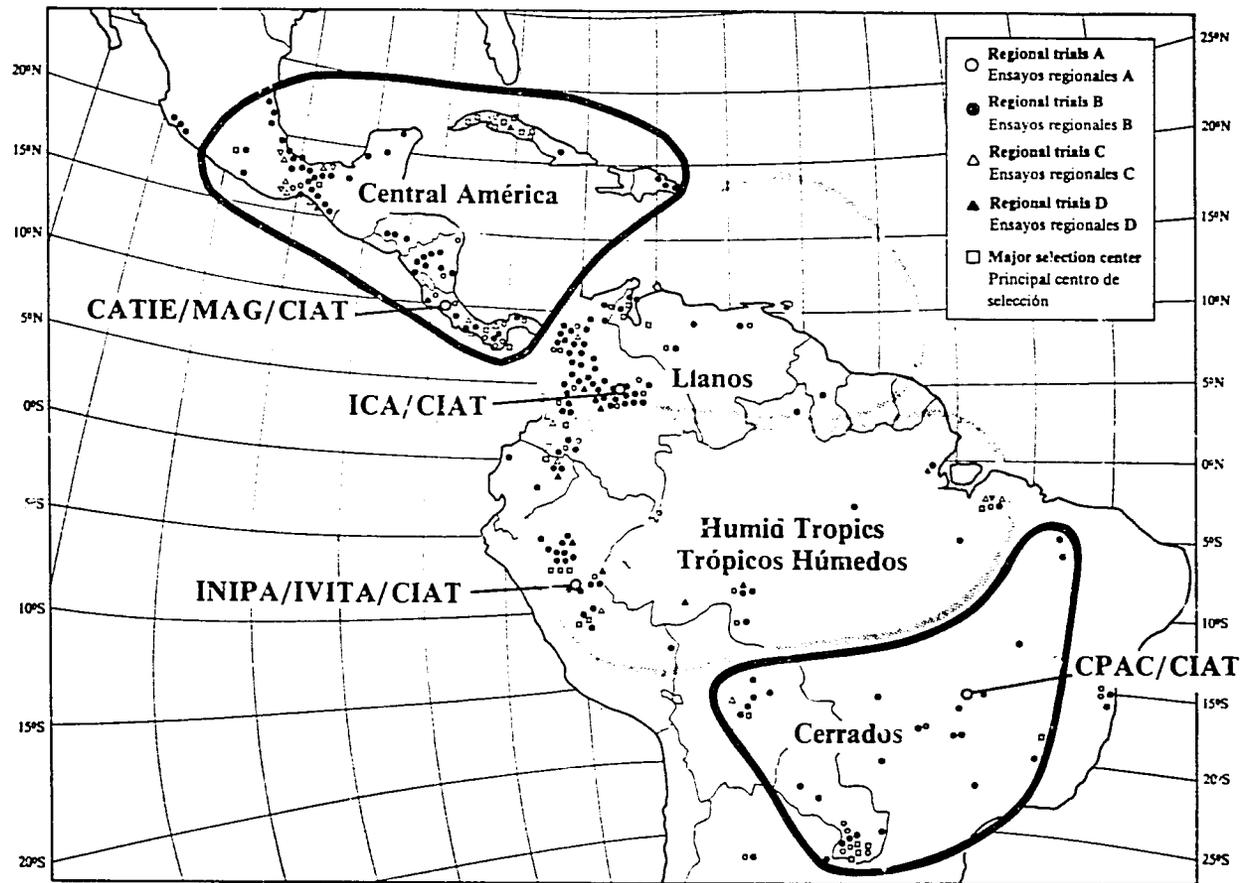


Figura 2. Subredes de la RIEPT y ubicación de ensayos regionales y centros mayores de selección.

10.

# 1. GERMOPLASMA

La responsabilidad de la sección Germoplasma comprende:

1. El ensamblaje de germoplasma mediante recolección directa en el campo e introducción por intercambio de materiales con otras instituciones.
2. Multiplicación y mantenimiento de germoplasma de interés particular para el Programa de Pastos Tropicales.
3. Caracterización y evaluación preliminar de nuevas introducciones.

Durante 1987, las dos últimas responsabilidades recibieron atención especial.

## RECOLECCION E INTRODUCCION DE GERMOPLASMA

### Recolección de germoplasma

Durante 1987 se colectó germoplasma en Brasil y Colombia.

a) Brasil: En colaboración con el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) y la Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), una mayor porción de la región sureste de Brasil fue muestreada con respecto a germoplasma de leguminosas nativas, con énfasis en los géneros Centrosema y Stylosanthes. El viaje de recolección cubrió partes de los estados de Goiás,

Minas Gerais, Sao Paulo, Rio de Janeiro y Espirito Santo (Figura 1). Un total de 328 muestras fueron colectadas (Cuadro 1). Mientras que Stylosanthes fue el más común de los géneros (120 muestras colectadas = 39%), la frecuencia de Centrosema fue decepcionantemente baja. Solamente 36 muestras (11%) fueron colectadas, lo cual es obviamente la consecuencia de una considerable erosión genética en la región.

b) Colombia: En colaboración con la Unidad de Recursos Genéticos (URG) del CIAT varios viajes y excursiones de recolección fueron llevados a cabo, algunos de ellos como parte de proyectos de entrenamiento para investigadores visitantes. Mientras los detalles de estos viajes de recolección se presentan en el Informe Anual de 1987 de la URG el Cuadro 2 resume los resultados. Un total de 356 muestras fueron colectadas, el 24% perteneciente a especies de Centrosema.

### Introducción de germoplasma

El germoplasma introducido durante 1987 comprende principalmente materiales de Centrosema y Stylosanthes, sobre todo recibidos de EMBRAPA-CENARGEN. Un total de 300 muestras fueron introducidas (Cuadro 3).

Con las adiciones hechas durante el año (aproximadamente 1000 accesiones), la colección de germoplasma de especies forrajeras del CIAT se ha incrementado ahora a aproximadamente

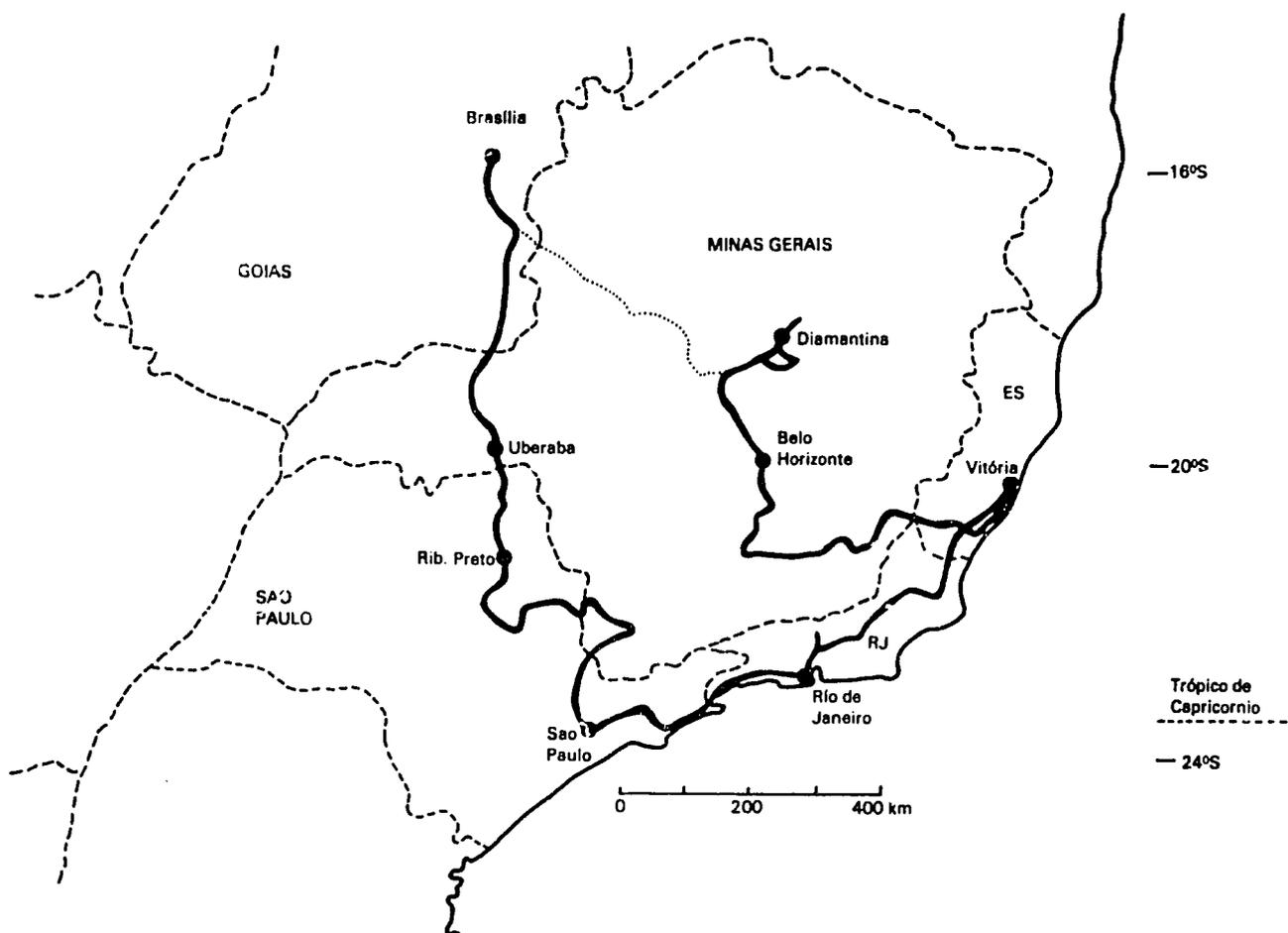


Figura 1. Rutas de recolección sistemática de germoplasma de leguminosas forrajeras tropicales en el sureste de Brasil, 1987 (EMBRAPA/CENARGEN-EPAMIG-CIAT).

19.500 accesiones. El valor particular de esta colección consiste en el hecho de que la mayoría de las accesiones son originarias de regiones con suelos ácidos y de baja fertilidad.

#### MULTIPLICACION Y MANTENIMIENTO

Como en años anteriores, la multiplicación de germoplasma de leguminosas y gramíneas continuó siendo una de las funciones de servicio importantes de la sección de Germoplasma. Durante 1987, las respectivas actividades consistieron en:

- Multiplicación de germoplasma de plantas en materas en condiciones de invernadero en Palmira y/o de plantas individuales o parcelas pequeñas en áreas específicas de multiplicación de germoplasma en CIAT-Palmira o CIAT-Quilichao: aproximadamente 2.200 accesiones.
- Multiplicación inicial de semilla de todo el material de germoplasma que se encuentra en evaluación preliminar en CIAT-Quilichao: aproximadamente 2.100 accesiones, incluyendo las colecciones de Brachiaria spp. y Panicum maximum.

Cuadro 1. Resumen de germoplasma forrajero tropical colectado en Brasil, 1987.

Géneros y especies	No. de muestras	Géneros y especies	No. de muestras
<u>Aeschynomene</u>	18	<u>Stylosanthes</u>	129
<u>Arachis</u> spp.	2	<u>bracteata</u>	1
<u>Calopogonium</u> spp.	8	<u>capitata</u>	3
<u>Centrosema</u>	36	<u>gracilis</u>	10
<u>acutifolium</u>	2	<u>grandifolia</u>	1
<u>angustifolium</u>	1	<u>guianensis</u>	
<u>arenarium</u>	1	var. <u>canescens</u>	12
<u>brasilianum</u>	1	var. <u>microcephala</u>	4
<u>grandiflorum</u>	2	var. <u>pauciflora</u>	15
<u>jaraguaense</u>	1	var. <u>vulgaris</u>	25
<u>plumieri</u>	1	<u>linearifolia</u>	1
<u>pubescens</u>	16	<u>macrocephala</u>	2
<u>venosum</u>	1	<u>ruellioides</u>	1
<u>vetulum</u>	1	<u>scabra</u>	38
<u>virginianum</u>	9	<u>viscosa</u>	16
<u>Desmodium</u> spp.	32		
<u>Galactia</u> spp.	7	Leguminosas varias*)	45
<u>Macroptilium</u> spp.	4		
<u>Vigna</u> spp.	2	<u>Paspalum</u> spp.	13
<u>Zornia</u> spp.	28	Gramíneas varias	4
Total: 328			

\*) Alysicarpus, Cajanus, Camptosema, Canavalia, Chaetocalyx, Clitoria, Cratylia, Crotalaria, Desmanthus, Indigofera, Medicago, Mimosa, Mucuna, Periandra, Phaseolus, Pueraria, Rhynchosia, Teramnus.

Cuadro 2. Resumen de germoplasma de leguminosas forrajeras tropicales colectado en Colombia, 1987.

Géneros y especies	No. de muestras	Géneros y especies	No. de muestras
<u>Aeschynomene</u>	22	<u>Macroptilium</u>	20
<u>Calopogonium</u>	12	<u>Stylosanthes</u>	42
<u>Centrosema</u>	87	<u>gracilis</u>	1
<u>angustifolium</u>	3	<u>guianensis</u>	24
<u>latidens</u>	1	<u>scabra</u>	16
<u>macrocarpum</u>	42	<u>viscosa</u>	1
<u>plumieri</u>	6	<u>Vigna</u>	17
<u>pubescens</u>	27	<u>Zornia</u>	10
<u>virginianum</u>	8	Leguminosas varias*)	70
<u>Desmodium</u>	60		
<u>Galactia</u>	15	Gramíneas	1
Total: 356			

\*) Acacia, Cajanus, Canavalia, Cassia, Chamaecrista, Clitoria, Crotalaria, Desmanthus, Dioclea, Flemingia, Eriosema, Indigofera, Lablab, Phaseolus, Rhynchosia, Sesbania, Stizolobium, Tephrosia, Teramnus.

Cuadro 3. Resumen de germoplasma forrajero tropical introducido a través de intercambio con otras instituciones, 1987.

Especies	No. de muestras	Especies	No. de muestras
<u>Hyparrhenia</u> spp.	16	<u>Paspalum</u> spp.	10
<u>Centrosema</u> spp.	123	<u>Stylosanthes</u> spp.	149
<u>acutifolium</u>	1	<u>angustifolia</u>	4
<u>angustifolium</u>	1	<u>capitata</u>	33
<u>arenarium</u>	2	<u>gracilis</u>	4
<u>brachypodium</u>	1	<u>guianensis</u>	
<u>capitatum</u>	2	var. <u>canescens</u>	5
<u>coriaceum</u>	1	var. <u>microcephala</u>	4
<u>brasilianum</u>	33	var. <u>pauciflora</u>	15
<u>grandiflorum</u>	2	var. <u>vulgaris</u>	4
<u>pascuorum</u>	13	<u>hamata</u>	3
<u>platycarpum</u>	5	<u>humilis</u>	18
<u>plumieri</u>	4	<u>leiocarpa</u>	1
<u>pubescens</u>	16	<u>macrocephala</u>	12
<u>rotundifolium</u>	2	<u>pilosa</u>	5
<u>sagittatum</u>	2	<u>scabra</u>	30
<u>schottii</u>	6	<u>viscosa</u>	11
<u>venosum</u>	1		
<u>virginianum</u>	31	<u>Arachis</u> <u>pintoi</u>	2
Total: 300			

Después de su multiplicación, la semilla se entrega a la URG la cual tiene la responsabilidad de la conservación del material en condiciones apropiadas de cuarto frío, y de la distribución de germoplasma.

#### CARACTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

El germoplasma tanto de especies prioritarias (especies "claves") como de especies nuevas o agrónomicamente desconocidas, se establece en CIAT-Quilichao para multiplicación de semilla y observaciones respecto a algunos descriptores importantes (forma de vida, hábito de crecimiento, floración, perennidad, etc.). Con base en puntajes mensuales asignados durante un total de 12-24 meses, se evalúa además la adaptación del material a las condiciones de Quilichao, en términos de: Rendimiento potencial

de materia seca en un Ultisol muy ácido e infértil, incluyendo el recrecimiento después de un corte y el comportamiento durante las estaciones secas que prevalecen en Quilichao; resistencia a enfermedades e insectos; y potencial de producción de semilla. La metodología de establecimiento y evaluación es la misma que la de la Categoría I, utilizada también en otros sitios de evaluación de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales.

Esta evaluación inicial ayuda a definir prioridades respecto al flujo de germoplasma hacia los sitios principales de evaluación del Programa en los ecosistemas de sabana (Carimagua y Brasilia), el trópico húmedo (Pucallpa) y Centro América (Costa Rica).

A continuación se resumen los

resultados de las evaluaciones preliminares más importantes que se llevaron a cabo durante 1987:

### 1. Centrosema macrocarpum

Mediante el análisis de conglomerado (cluster analysis) se clasificaron 89 accesiones en cinco grupos distintos con base en: producción de materia seca; producción de semilla; y capacidad de enraizamiento en los nudos de tallos rastreros (Cuadro 4). Los grupos 1 y 2 comprenden 34 accesiones particularmente interesantes debido a sus altos rendimientos de materia seca y semilla como también a su buena capacidad para enraizar en los nudos de tallos rastreros. Ellos incluyen la accesión testigo CIAT 5713. Todas las accesiones de bajo rendimiento (en términos de materia seca así como de semilla) y no estoloníferas pertenecen a la variedad botánica andinum y se encuentran en el grupo 3.

### 2. Centrosema brasilianum

Se clasificó una colección de 54 accesiones con base en los rendimientos de materia seca acumulada durante 12 meses. En la Figura 2 se presenta la respectiva distribución de frecuencias; sobresalen dos grupos particularmente productivos, compuestos de una accesión cada uno, CIAT 15387 y CIAT 5657. El grupo con la tercera más alta producción de materia seca (rango de 0.4 - 0.6 kg MS/m<sup>2</sup>) incluye el testigo CIAT 5234 y algunas nuevas introducciones originarias de la isla de Marajó en Brasil.

### 3. Centrosema tetragonolobum

Una pequeña colección de 12 accesiones de ésta nueva especie, la cual está estrechamente relacionada con C. brasilianum, está siendo comparada con C. brasilianum CIAT

5234 y CIAT 5657 (Cuadro 5). C. tetragonolobum es de floración algo más tardía y su alta producción de MS y proporción de hojas son una consecuencia de su mejor resistencia al añublo foliar por Rhizoctonia. Mientras que no hay mayores diferencias respecto al valor nutritivo incluyendo el contenido de minerales en las hojas, es notable que la concentración de Na en C. tetragonolobum es considerablemente más baja que en C. brasilianum.

### 4. Centrosema pubescens

Una colección de C. pubescens formada por 575 accesiones está siendo evaluada en Quilichao. La mayoría de las características son altamente variables. Como un ejemplo, el número de días hasta la primera floración cubre un amplio rango de 31 a 125 días (Figura 3).

### 5. Pueraria phaseoloides

En una colección de Pueraria phaseoloides compuesta por 96 accesiones el número de días a la primera floración ha sido también muy variable observándose un rango de 90 a 319 días (Figura 4). La accesión testigo CIAT 9900 está en el grupo de 146-156 días. La producción de semilla fue también muy variable; el 55% de la colección se encuentra en el grupo de muy bajos rendimientos (0-16 g/parcela). Algunas accesiones alcanzaron altos niveles en la producción de semilla bajo las condiciones de Quilichao. El grupo de más alto rendimiento (210-270 g/parcela) está compuesto por las accesiones CIAT 7978, 8042, y 8171; el testigo CIAT 9900 se ubicó en el segundo grupo más productivo (120-184 g/parcela). Similarmente se observó un amplio rango de producción de materia seca: el grupo de más alto rendimiento comprendió las accesiones CIAT 744,

% de  
Colección

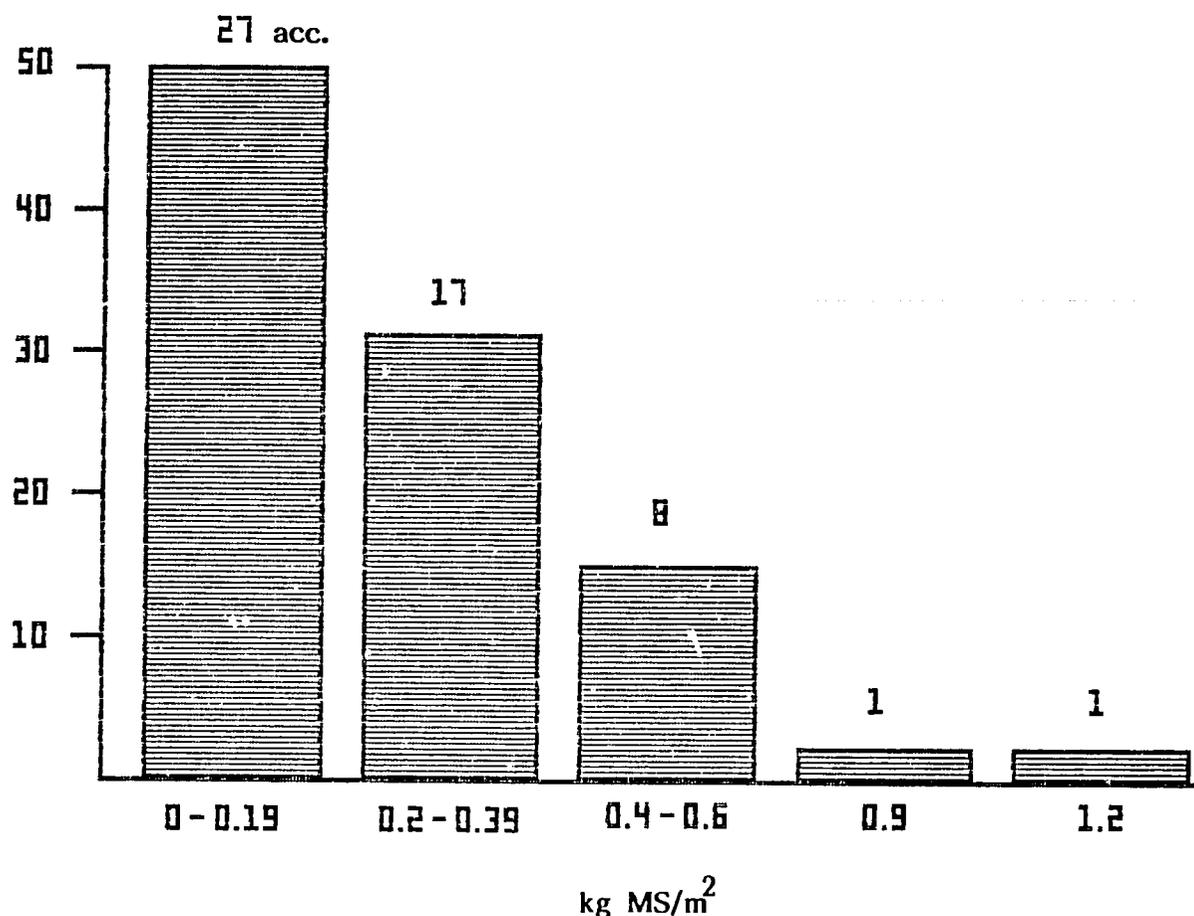


Figura 2. Clasificación de 54 accesiones de C. brasilianum: Distribución de frecuencias del rendimiento de materia seca.

7182, 7978, 17291, 17294 y 17323; la accesión testigo CIAT 9900 se encuentra en el segundo grupo de más alto rendimiento (0.71 - 0.90 kg/parcela).

#### 6. Dioclea guianensis y D. virgata

La colección de D. guianensis y D. virgata está representada por 143 accesiones bastante variables. Como un ejemplo, en la Figura 5 se presentan los rendimientos de semilla. Mientras 21 accesiones no produjeron semilla (5 de ellas no florecieron),

se registraron rendimientos de semilla hasta de 685 g/parcela.

#### GRAMINEAS

Las dos colecciones mayores de gramíneas que se encuentran en el campo, Panicum maximum (aprox. 440 accesiones) y Brachiaria spp. (aprox. 400 accesiones), están siendo usadas principalmente como fuente de semilla y material vegetativo. La caracterización y evaluación preliminar de ambas colecciones se iniciará en 1988.

Cuadro 5. Evaluación comparativa de *C. tetragonolobum* y *C. brasilianum*.

Parámetro	12 accesiones		<i>C. brasilianum</i>	
	<i>C. tetragonolobum</i>		CIAT	CIAT
	Media	Rango	5234	5657
Días a la primera floración (No.)	73	61- 92	50	35
Rendimiento de semilla (g/parcela)	50	8- 161	79	180
Rendimiento MS (g/m <sup>2</sup> )	509	390- 662	330	375
Porcentaje de hojas (%)	58	52- 63	43	46
Proteína cruda en hojas (%)	23.5	21.2-25.0	23.1	23.6
DIV de la MS en hojas (%)	60	56- 64	57	58
Taninos en hojas (%)	0.12	0.05-0.16	0.06	0.13
P en hojas (%)	0.20	0.18-0.22	0.20	0.17
Ca en hojas (%)	0.62	0.50-0.74	0.57	0.60
Mg en hojas (%)	0.27	0.23-0.30	0.21	0.24
S en hojas (%)	0.25	0.20-0.28	0.24	0.25
Zn en hojas (ppm)	20	17- 23	23	21
Cu en hojas (ppm)	16	13- 20	14	12
Na en hojas (ppm)	80	30- 183	417	448

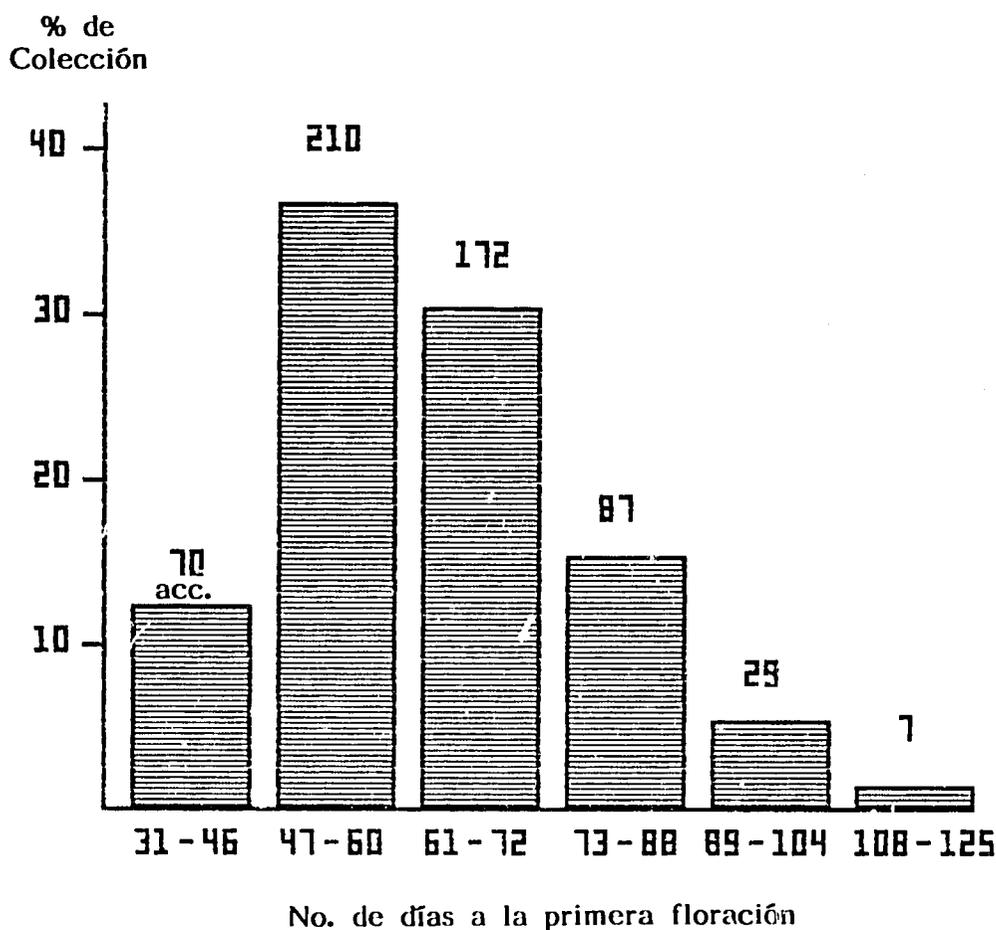


Figura 3. Clasificación de una colección de 575 accesiones de *Centrosema pubescens*: Distribución de frecuencias del número de días a la primera floración.

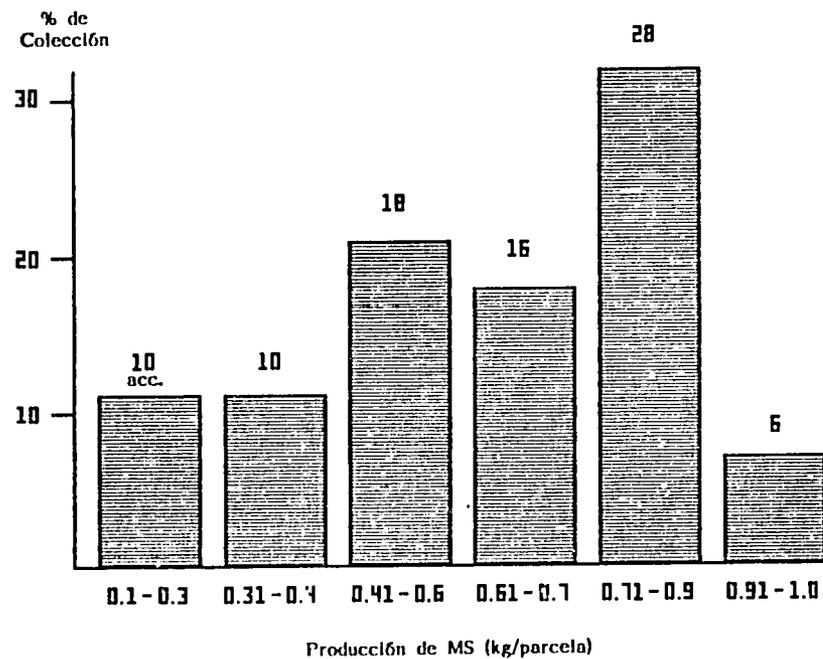
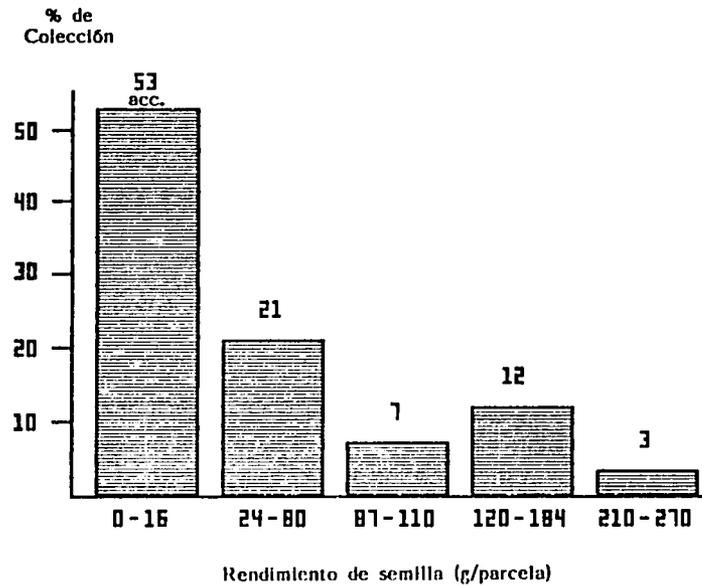
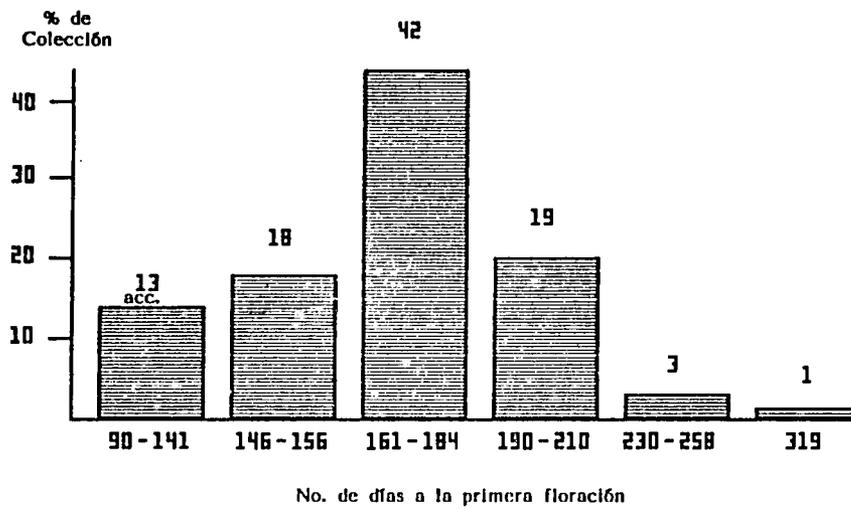


Figura 4. Clasificación de una colección de 96 accesiones de Pueraria phaseoloides: Distribución de frecuencias del número de días a la primera floración, rendimiento de semilla y producción de materia seca.

18-

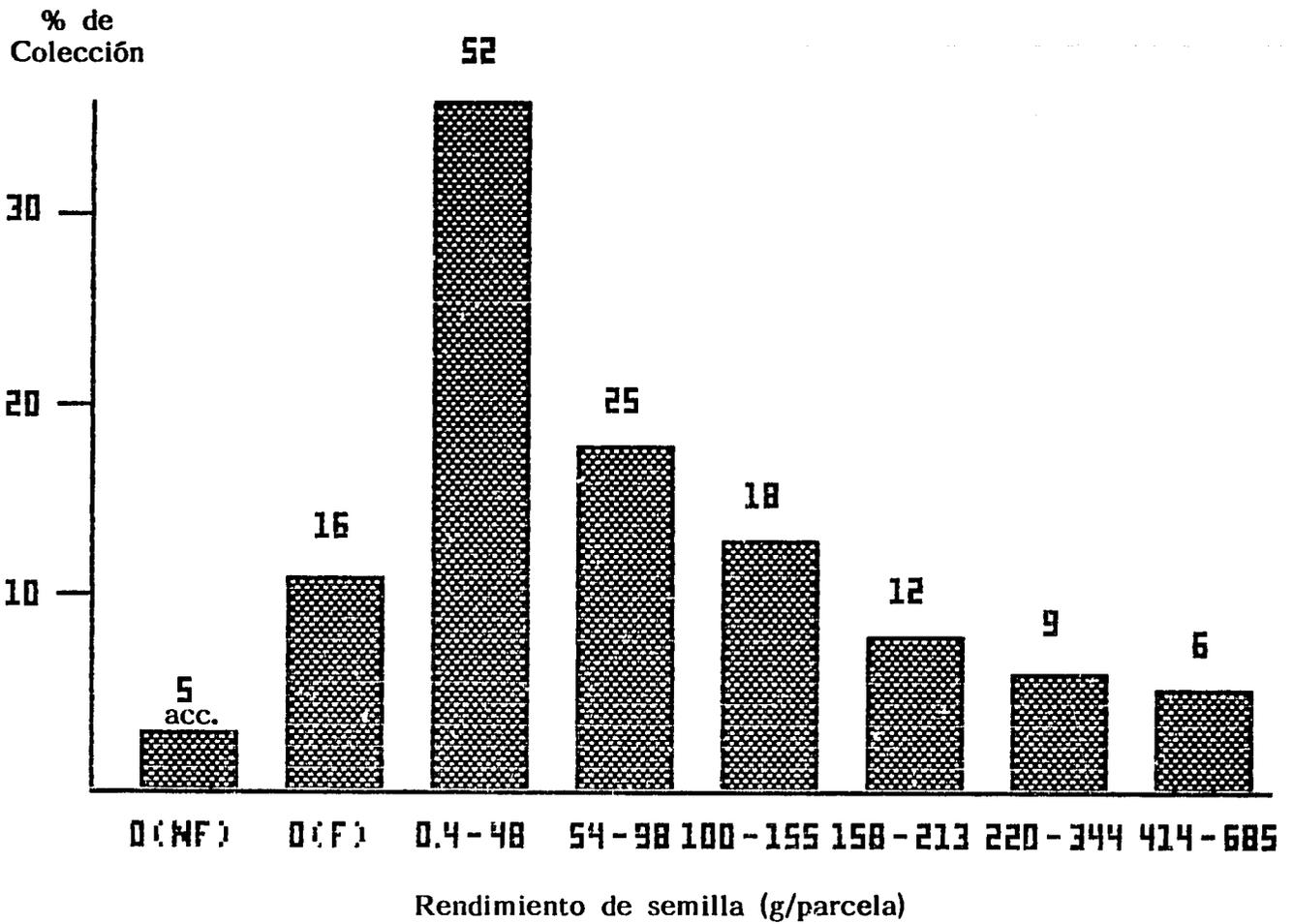


Figura 5. Clasificación de una colección de 143 accesiones de Dioclea guianensis y D. virgata: Distribución de frecuencias del rendimiento de semilla.

## 2. FITOMEJORAMIENTO

### INTRODUCCION

El objetivo básico de la Sección sigue siendo el de producir líneas genéticamente mejoradas de un número limitado de especies claves, mientras se genera información sobre la genética y mejoramiento de especies de plantas en gran parte desconocidas.

El proyecto principal en mejoramiento continúa siendo el que busca mejorar la resistencia a enfermedades e insectos en Stylosanthes guianensis. Un proyecto más modesto pretende modificar la arquitectura de la planta Andropogon gayanus, con el fin de mejorar su compatibilidad con las leguminosas.

Durante 1987 se inició la distribución de los primeros productos del proyecto de mejoramiento de S. guianensis para una evaluación más amplia a través de la Red de Ensayos Regionales; además se continuó el mejoramiento a través de un método de selección recurrente. Una prueba de progenies  $M_3$  identificó un número de posibles marcadores de plántulas en S. guianensis, las cuales deberán mejorar sustancialmente la eficiencia de programas de selección recurrente. Una caracterización completa de estos mutantes está en curso.

Progenies de polinización abierta (hermanos medios) de los clones parentales del segundo ciclo de una población de A. gayanus de baja estatura fueron establecidas en Quilichao y Carimagua para una selección posterior. Se obtuvo la primera evidencia

sobre la importancia relativa de factores genéticos o no genéticos que afectan la calidad de semilla y vigor de plántulas de A. gayanus. Esta indica un componente genético impotente.

Un número de nuevos híbridos de Centrosema ha sido ahora confirmado con base en el fenotipo de la  $F_1$ .

En colaboración con la Sección de Fitopatología se iniciaron ensayos de campo, en un esfuerzo por dilucidar las condiciones bajo las cuales puede evaluarse la reacción a añublo foliar por Rhizoctonia.

En 1987 se iniciaron estudios exploratorios sobre hibridación involucrando especies apomíticas de Brachiaria.

### PROYECTOS DE MEJORAMIENTO

#### Stylosanthes guianensis

##### Cruces dialélicos

La serie de cruces dialélicos, la cual se inició en 1981, ha sido desarrollada por selección genealógica, por avance masal y por selección natural bajo pastoreo.

##### Selección genealógica

Cincuenta líneas  $F_4$  seleccionadas por sobrevivencia y producción de semilla durante el primer año en Carimagua, fueron evaluadas por rendimiento de semilla en Quilichao durante 1986 a 1987.

El rendimiento promedio de semilla en

este ensayo fue bajo. Sin embargo los rendimientos de las líneas de la variedad vulgaris se aproximaron a 200 kg/ha (Cuadro 1); no se detectaron diferencias significativas entre las líneas dentro de la variedad pauciflora ni entre éstas y los cultivares testigos CIAT 2031 y CIAT 10136.

Con base en los datos de rendimiento de semilla 15 líneas de la variedad vulgaris, fueron seleccionadas para una evaluación más amplia a través del Programa de Ensayos Regionales (Cuadro 1). Mientras se admite que estas líneas no tienen suficiente resistencia a antracnosis y/o barrenador del tallo para sobrevivir más de 2 años en Carimagua, todas son substancialmente mejores que las accesiones testigo de la variedad vulgaris, CIAT 136 y CIAT 184 y deben ser mejor que estas accesiones también en producción de semilla. Se anticipa que una o más de estas líneas deben ser superiores en áreas donde la presión de antracnosis no sea tan intensa como en Carimagua.

Cinco de las líneas de la variedad pauciflora reseleccionadas con base en su sobrevivencia en el segundo año en Carimagua, se incluyeron en una evaluación más detallada de producción de semilla en 1987 en Carimagua (Cuadro 2). Las accesiones testigos de la variedad pauciflora fueron CIAT 2031 y CIAT 10136.

También se incluyó un tratamiento con o sin insecticida aplicado desde la iniciación de la floración en un intento por dilucidar el grado de disminución de rendimiento de semilla de las diferentes líneas debidas al perforador de botones, Stegasta sp.

Las observaciones realizadas hasta la fecha (lo. de Noviembre de 1987), sugieren que al menos dos de las líneas son tan productivas como CIAT 2031 y tan resistentes a la antracnosis como CIAT 10136. La

floración no ha comenzado todavía en ninguna de las 7 entradas.

Varias líneas de esta variedad pauciflora han sido incluidas para una evaluación más amplia en una serie de ensayos regionales establecidos en los Llanos de Colombia en 1987.

Selección natural.- Los tratamientos con pastoreo han continuado en la sabana nativa en asociación con una población de S. guianensis, sometida a la selección natural. La disminución rápida en el número de plantas del S. guianensis observada en los dos primeros años, parecen haberse nivelado. Este año no intentamos muestrear la población de S. guianensis debido al fracaso en años anteriores cuando muchas de las plantas muestreadas no sobrevivieron a producir semilla. La semilla fue cosechada manualmente de las plantas sobrevivientes en los potreros pastoreados durante Febrero y Marzo de 1987 en cada uno de los tratamientos de pastoreo. Se obtuvo 100 plántulas de la semilla cosechada de cada uno de los potreros bajo pastoreo. Estas plántulas se sembraron espaciadamente en el campo en Quilichao, junto con 10 plantas cada una del CIAT 2031, CIAT 10136 y 4 líneas obtenidas por selección genealógica.

La semilla será cosechada en cada planta individual y el rendimiento de semilla de las sobrevivientes de la selección natural se comparará con las accesiones testigo y las líneas. Los subsiguientes ensayos de las progenies en pequeñas parcelas deben dar alguna indicación de la eficacia de la selección natural hasta el presente.

Avance masal.- Durante 1986 a 1987 fue realizada una cuarta generación de avance masal. Problemas de establecimiento causaron la pérdida completa de tres de las siete poblaciones. Los rendimientos de semilla registradas en las otras cuatro parcelas que quedaron no indica

Cuadro 1. Rendimiento de semilla obtenido en líneas seleccionadas de S. guianensis en Quilichao, 1986-87 (FM-01-86).

Variedad	Entrada	Cruce (No. de acces. CIAT)	Rendimiento de (kg/ha)
<u>vulgaris</u>	14	0015 x 1539	190.5
	4	0015 x 1539	136.7
	6	0015 x 1539	134.1
	15	0015 x 1539	113.7
	5	0015 x 1539	111.7
	16	0015 x 1539	107.2
	2	0015 x 1539	104.1
	25	1122 x 1539	95.6
	13	0015 x 1539	89.5
	3	0015 x 1539	70.0
<u>pauciflora</u>	28	1808 x 10136	29.1
	44	10136 x 2031	28.9
	41	10136 x 2031	27.7
	29	1808 x 10136	24.1
	9	1317 x 1808	23.6
Testigos::	CIAT 2031	-	22.0
	CIAT 10136	-	12.8

que el rendimiento de semilla se está incrementando desde el segundo ciclo (Cuadro 2). En Mayo de 1987 se volvió a sembrar una repetición de la cuarta generación masal para poblaciones 1, 2, 3 y la quinta generación masal para poblaciones 4, 10, 11 y 12.

Selección recurrente.- Se anticipa un

progreso continuado hacia el objetivo de una resistencia estable a la antracnosis, barrenador del tallo y perforador del botón combinado con un aceptable rendimiento de semillas (en el orden de 100 kg/ha), a través de ciclos de selección recurrente y recombinación genética. Dos poblaciones de S. guianensis están

22

Cuadro 2. Rendimiento de semilla, por ciclo, de avance masal en poblaciones de S. guianensis.

Subpoblación masal	Fecha aproximada de cosecha	Ciclo			
		Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
		----- kg/ha -----			
1	01 Octubre	0.43	9.07	2.11	- <sup>A</sup>
2	15 Octubre	4.38	19.69	6.43	-
3	29 Octubre	3.48	8.28	9.07	-
4	12 Noviembre	0.08	0.60		
5	26 Noviembre	0.13	0.06		
6	10 Diciembre	0.12	0.04		
7	24 Diciembre	0.15	0.09	1.05	0.49
8	07 Enero	0.12	1.27		
9	21 Enero	0.36	0.19		
10	04 Febrero	0.36	6.02	4.04	0.37
11	18 Febrero	0.26	10.11	5.42	2.43
12	04 Marzo	1.33	5.38	11.13	7.24

<sup>A</sup> Establecimiento fracasado. Semilla no cosechada.

siendo sometidas a selección recurrente: una población de la variedad vulgaris y otra de la variedad pauciflora.

a) Variedad vulgaris.- En 1986 fueron seleccionadas 40 progenies de plantas de flor blanca de un bloque de cruzamiento con base en su rendimiento de semilla. Doscientas veinte plántulas de cada progenie (8.800 plantas en total) se transplantaron al campo en Quilichao, con el objeto de identificar cruzamientos (con flor amarilla) y para producir semilla S<sub>1</sub> de éstas.

Las mismas 40 progenies fueron también establecidas en Carimagua, en un ensayo de pequeñas parcelas para su evaluación por resistencia a la antracnosis.

Siguiendo la tendencia mencionada en el informe anual del año pasado hacia una disminución en el nivel de cruzamiento natural en Quilichao desde 1982, la obtención de cruces de flor amarilla fue muy baja en este año (0.41%). Las progenies S<sub>1</sub> resultantes de la semilla cosechada de estos cruces (S<sub>0</sub>) deberán evaluarse por

23

sobrevivencia y producción de semilla durante 1988 y 1989 en Carimagua para seleccionar progenies para una subsiguiente recombinación.

b) Variedad pauciflora.— En Mayo de 1987, se establecieron en Carimagua por siembra directa 180 progenies S<sub>1</sub> de una población de la variedad pauciflora en un ensayo con tres repeticiones y un surco por parcela. El establecimiento fue excelente. La evaluación de sobrevivencia y producción de semilla de estas progenies se realizará durante dos años, antes de que se hagan las selecciones para recombinación.

#### Andropogon gayanus

##### Población de baja estatura

Los 200 clones parentales del segundo ciclo establecido el año pasado (1986) en Carimagua, fueron reducidos a 180 con base en la evaluación de la altura de planta tanto en Quilichao como en Carimagua. Estos 180 clones estuvieron sometidos a un intercruzamiento y la semilla obtenida por polinización abierta se cosechó en Enero de 1987 en Quilichao. Con base en el rendimiento de semilla (Quilichao) y el aspecto general de las plantas (Carimagua) (vigor, libre de enfermedades, alta relación hoja:tallo); estas 180 progenies de medios hermanos fueron reducidos a 100. Estas se establecieron en un ensayo de campo tanto en Carimagua como en Quilichao en Julio de 1987. Dos repeticiones de 10 plantas, en parcelas de un solo surco, se sembraron en cada localidad. Aproximadamente 100 plantas individuales se seleccionaron en cada sitio y éstas se propagarán vegetativamente para establecer un bloque de cruzamiento con repeticiones en 1988 para iniciar el tercer ciclo de selección.

Mientras se ha hecho un progreso substancial en este proyecto en la disminución de la altura de planta la población es todavía muy variable, tanto para altura de planta como para

respuesta de floración en bajas latitudes en Colombia. Mejorar la uniformidad en la fecha de floración será un objetivo importante en los próximos ciclos de selección. Esto puede requerir dos años de evaluación si la fecha de floración en el primer año no es confiable. Se están obteniendo datos de un segundo año en un ensayo clonal replicado en Carimagua los cuales dirigirán una decisión en este punto.

##### Población de floración tardía

El año pasado en Carimagua se estableció un bloque de cruzamiento con 22 clones obtenidos por la Sección de Agronomía de Forrajes mediante selección a partir del CIAT 621 por floración tardía. De este bloque no se pudo producir semilla debido a lo muy tardíos y la floración tan débil de estos clones. Estos clones han sido propagados vegetativamente a Quilichao en donde se establecerá otro ensayo para producir progenies de polinización abierta, de modo que estos materiales puedan ser evaluados apropiadamente con base en una prueba de progenies. A finales de Septiembre de 1987 se estableció un bloque de cruzamiento con 10 repeticiones, parcelas de plantas individuales (1 x 1 m). Se espera que la semilla de hermanos medios puede ser cosechada a principios de 1988 para las pruebas de progenies en el próximo año (1988).

#### OTROS ESTUDIOS

##### Proyecto de mejoramiento por mutación

Se seleccionaron 255 plántulas como cloróticas de una siembra en la generación M<sub>2</sub> (aproximadamente 140.000 plántulas) realizada en arena esterilizada, fertilizada sin nitrógeno e inoculada con una cepa de Rhizobium (CIAT 71) compatible con S. guianensis y de éstas se obtuvieron 190 progenies M<sub>3</sub>. Estas progenies M<sub>3</sub> se evaluaron en un ensayo con dos repeticiones con parcelas de 10 plantas (20 plántulas por progenie), también evaluadas en

arena esterilizada, sin fertilización con nitrógeno e inoculadas con la misma cepa de *Rhizobium* compatible para confirmar que fuera heredable la aparente incompatibilidad con *rhizobium* observada en las plántulas M<sub>2</sub>. De las 190 progenies solamente 5 estaban todavía uniformemente cloróticas 5 semanas después de sembradas.

Varias plantas de estas 5 líneas se iniciaron de semilla remanente M<sub>3</sub> en materas plásticas de 15.24 cm de diámetro en suelo no estéril de CIAT Quilichao. La semilla cosechada de estas plantas se está usando para evaluar el rango de incompatibilidad con *rhizobium* de estas líneas.

Quince progenies (M<sub>4</sub>) de plantas individuales, representando 4 de las 5 líneas seleccionadas originalmente, además de la accesión original de *S. guianensis* (CIAT 0015 [= cv. "Graham"]) se inocularon con 22 cepas de *Rhizobium*, encontradas previamente compatibles con CIAT 0015, además de una mezcla de todas las 22 cepas.

La quinta línea aparentemente tiene muy limitado el rango de incompatibilidad del *Rhizobium* ya que todas las plantas crecidas en suelo no esterilizado aparentaba estar fijando nitrógeno normalmente.

Se están realizando cruces con el CIAT 0015 para subsiguientes estudios de la herencia de los mutantes. Si el fenotipo mutante está, en efecto, condicionado por un solo gen, se habrá obtenido un marcador genético muy útil, identificable dentro de los 30 días de sembrado y fácilmente modificado por adición o supresión de fertilizante nitrogenado al medio de crecimiento. Estos mutantes deben tener utilidad adicional en estudios de fijación de nitrógeno.

Un segundo tipo de mutante, que exhibe una clorosis en las hojas nuevas apareció en varias líneas M<sub>3</sub> originadas del CIAT 2312. Este mutante no es

un fenotipo con deficiencia de nitrógeno, pero si de una clase diferente de los mutantes aparentemente incompatibles con *Rhizobium*. Este fenotipo mutante es obvio aún en plántulas más jóvenes que en los mutantes incompatibles con *Rhizobium* (con la aparición de las primeras hojas verdaderas, aproximadamente 10 días de sembrado) y se obtuvieron plantas adultas casi normales. La herencia de este segundo mutante está siendo estudiada.

#### Progenies somaclonales

Un análisis cuantitativo más completo de los datos sobre progenies somaclonales reportado en la sección de Biotecnología en el Informe Anual del año pasado (Programa de Pastos Tropicales, 1986) ha sido completado. En este experimento 10 tetraploides y 66 diploides progenies de la primera generación por autofecundación de *S. guianensis* derivadas de plantas individuales regeneradas de cultivo de tejidos más el genotipo testigo original (CIAT 2243), se evaluaron en el campo en CIAT Quilichao para ocho caracteres en parcelas de plantas individuales en 15 repeticiones (7 para área foliar) en bloques completos al azar. La línea testigo fue incluida 4 veces en cada bloque.

Para la mayoría de caracteres el valor promedio de las líneas diploides difiere del de las líneas tetraploides (Cuadro 3). Uno de los resultados más interesantes de este estudio es la alta frecuencia de la generación espontánea de tetraploides en un cultivo de tejido in vitro. El Cuadro 4 compara el genotipo testigo (de donde se obtuvieron las plantas por cultivo de tejido) con las líneas diploides derivadas del cultivo de tejido. Para todos los caracteres, a excepción del peso de 100 semillas, al menos algunos de las líneas diploides difieren del genotipo testigo, demostrando la generación de variación genética heredable a través del cultivo in vitro. Sin embargo, en la mayoría de los casos gran parte de las

líneas diferentes del testigo fue inferior (menor número de tallo, menor longitud de entrenudos, menor radio máximo de plantas, mayor frecuencia de antracnosis y menor rendimiento de semilla). Un número mayor de las líneas tuvieron un área foliar mayor que los testigos que tuvieron el área foliar menor. Se desconoce si es que el área foliar es un carácter positivo, negativo o neutral desde el punto de vista del mejoramiento.

El hecho de que la variación genética fue fácilmente generada en cultivo de tejido in vitro, es por sí mismo interesante. Sin embargo, los resultados no sugieren que la variación somaclonal será de mayor utilidad en el mejoramiento genético de S. guianensis, al menos la generación de esta variación puede ser complementada con procedimientos muy eficientes de selección in vitro.

El Cuadro 5 resume la variación encontrada entre las líneas tetraploides, demostrando simplemente que además de ser inducidas a la tetraploidía en estas líneas se indujo una variación genética heredable para la mayoría de los atributos.

#### Andropogon gayanus

##### Calidad de la semilla y vigor de la plántula

En 1986 se estableció un experimento de campo de parcelas divididas 4 con cinco genotipos al azar en cada una de 3 accesiones de A. gayanus (CIAT 621, CIAT 6053, CIAT 6054). Se aplicó 0 ó 180 kg/ha de nitrógeno en parcelas principales. Los 15 genotipos se establecieron en subparcelas de plantas individuales de 1 x 1 m. La primera semilla cosechada de este experimento fue en Enero de 1987.

El análisis de varianza de rendimiento de semilla cruda, porcentaje de espiguillas llenas (contenido de carióspsides, transformado por  $\arcsen(X)^2$ ) y el peso de 100 carióspsides no

mostró efecto del nivel de nitrógeno en ninguna de las tres variables de respuesta. Sin embargo se detectaron grandes efectos genéticos: para el peso de 100 carióspsides se detectó un efecto altamente significativo debido a accesión y también a clon dentro de accesión (Cuadro 6). La magnitud de efecto de la accesión fue aproximadamente seis veces mayor que la de los clones dentro de accesiones. La variación significativa entre accesiones y entre clones dentro de accesiones fue también detectada para el rendimiento de semilla cruda. Sin embargo, la magnitud del efecto de la accesión para rendimiento fue solamente una tercera parte del efecto de los clones dentro de la accesión. Las accesiones no difirieron por porcentaje de espiguillas llenas pero se encontró diferencias altamente significativas entre clones dentro de accesiones (Cuadro 6).

Las carióspsides de la primera cosecha de semillas se pusieron a germinar en el invernadero en bandejas de 25 x 50 cm con suelo de Quilichao. Dos repeticiones de 50 carióspsides de cada planta (subparcela) del ensayo de campo fueron sembradas en parcelas de un surco en el invernadero. Las variables de respuesta fueron de porcentaje de germinación, (transformado por el  $\arcsen(X)^2$ ), área bajo la curva de germinación acumulativa (tomada como una medida de la velocidad de germinación) y peso seco de plántulas (por plántula) a los 20 días de sembradas. Los efectos genéticos predominaron en la variación encontrada para la variable de germinación (Cuadro 7). Las diferencias entre accesiones, así como entre clones dentro de las accesiones, fueron altamente significativas con el efecto de accesión aproximadamente 3 veces mayor que los efectos de clones dentro de las accesiones para todos los atributos. El nivel de nitrógeno en el ensayo de campo no afectó ni el vigor de plántula (peso seco) ni la velocidad de germinación. Un efecto

Cuadro 3. Promedios<sup>A</sup> para 8 caracteres de progenies autofecundadas diploides o tetraploides de plantas de Stylosanthes guianensis regeneradas a partir de cultivo de tejidos.

Carácter	Diploides (70) <sup>B</sup>	Tetraploides (10)
Area foliar <sup>D</sup> (cm <sup>2</sup> )	0.818	1.142 *** <sup>C</sup>
Número de tallos <sup>E</sup>	3.3	3.3 n.s.
Longitud de entrenudos <sup>F</sup> (cm)	4.16	4.32 **
Radio máximo <sup>G</sup> (cm)	97.4	75.7 ***
% materia seca	50.14	54.03 ***
Reacción a Antracnosis <sup>H</sup> (puntaje)	2.7	2.5 n.s.
Rendimiento de semilla (g/planta)	0.317	0.093 ***
Peso de 100 semillas (mg)	219.4	217.8 n.s.

<sup>A</sup> Promedio de 15 repeticiones de plantas individuales.

<sup>B</sup> Número de líneas en paréntesis.

<sup>C</sup> n.s. = Promedios no diferentes ( $P > 0.05$ ); \*\*, \*\*\* Promedios diferentes a  $P < 0.01$  ó  $P < 0.001$ , respectivamente.

<sup>D</sup> Promedio de 5 hojas por unidad experimental (plantas).

<sup>E</sup> Número de ramificaciones a partir de la base del tallo principal.

<sup>F</sup> Promedio de medida de 3 entrenudos en cada uno de los 3 tallos por unidad experimental.

<sup>G</sup> Longitud de la rama lateral más larga.

<sup>H</sup> Promedio de 6 evaluaciones visuales de severidad a antracnosis tomadas en un período de 6 meses en una escala de 7 puntos (0 = sin síntomas; 6 = planta muerta).

Cuadro 4. Comparación para ocho caracteres del testigo (CIAT 2243) con progenies de la primera generación autofecundada de plantas diploides de Stylosanthes guianensis.

Carácter	Testigo <sup>A</sup>	Rango entre diploides	Número de líneas diploides Menores que <sup>B</sup>	Mayores que
Area foliar <sup>C</sup> (cm <sup>2</sup> )	0.762	1.080 a 0.636	2	20
Número de tallos <sup>D</sup>	3.66	3.86 a 2.67	18	0
Longitud de internudos <sup>E</sup> (cm)	12.54	13.46 a 10.70	4	0
Radio máximo <sup>F</sup> (cm)	106.6	111.0 a 71.6	20	0
% materia seca	50.56	54.29 a 46.05	4	1
Reacción a antracnosis (puntaje) <sup>G</sup>	2.24	3.91 a 1.53	0	16
Producción de semilla (gm/plant)	0.479	0.886 a 0.074	24	1
Peso de 100 semillas (mg)	221.8	288.6 a 192.0	0	0

<sup>A</sup> Promedio de 60 repeticiones de plantas individuales.

<sup>B</sup> Significativamente diferentes del promedio testigo ( $P < 0.05$ ).

<sup>C</sup> Promedio de 5 hojas por unidad experimental (planta).

<sup>D</sup> Número de ramas provenientes de la base del tallo principal.

<sup>E</sup> Promedio de la medida de 3 entrenudos en cada uno de los 3 tallos por unidad experimental.

<sup>F</sup> Longitud de la rama lateral más larga.

<sup>G</sup> Promedio de 6 evaluaciones visuales de la severidad del ataque de antracnosis tomado en un período de 6 meses en una escala de 7 puntos (0 = sin síntomas; 6 = planta muerta).

28

Cuadro 5. Variación genética para 8 caracteres entre tetraploides, primera generación de líneas autofecundadas de plantas de Stylosanthes guianensis.

Carácter	Rango entre líneas 4x		
Area foliar <sup>B</sup> (cm <sup>2</sup> )	1.03	to	1.39 ** <sup>A</sup>
Número de tallos <sup>C</sup>	2.67	a	4.36 ***
Longitud de entrenudos <sup>D</sup> (cm)	11.40	a	14.45 **
Radio máximo <sup>E</sup> (cm)	69.73	a	84.91 n.s.
% materia seca	50.54	a	56.27 n.s.
Reacción a antracnosis <sup>F</sup> (puntaje)	1.53	a	3.29 **
Rendimiento de semilla (g/planta)	0.014	a	0.199 n.s.
Peso de 100 semillas (mg)	0.205	a	0.229 n.s.

<sup>A</sup> n.s. = Promedios no diferentes ( $P > 0.05$ ); \*\*, \*\*\* promedios diferentes a  $P < 0.01$  o  $P < 0.001$ , respectivamente.

<sup>B</sup> Promedios de 5 hojas por unidad experimental (planta).

<sup>C</sup> Número de ramas provenientes de la base del tallo principal.

<sup>D</sup> Promedio de la medida de 3 entrenudos en cada uno de los 3 tallos por planta.

<sup>E</sup> Longitud de la rama lateral más larga..

<sup>F</sup> Promedio de 6 evaluaciones visuales de severidad tomados en un período de 6 meses en una escala de 7 puntos (0 = no síntomas; 6 = planta muerta).

Cuadro 6. Promedio de 15 genotipos de Andropogon gayanus (cinco clones de cada una de tres accesiones) para rendimiento y calidad de semilla.

Accesioón	Clon	Producción	Contenido de	Peso de 100
		de semilla	cariópsides <sup>A</sup>	cariópsides
		(g/planta)		(mg)
CIAT 0621	1	32.1	0.549 [27.2]	100.0
	2	39.2	0.315 [ 9.6]	60.0
	3	51.6	0.518 [24.5]	126.3
	4	17.2	0.388 [14.3]	78.7
	5	32.4	0.591 [31.1]	77.5
Prom.de Acc.		34.5	0.472 [20.7]	88.5
CIAT 6053	1	28.9	0.444 [18.4]	13.8
	2	41.8	0.472 [20.7]	6.3
	3	32.5	0.476 [21.0]	.8
	4	46.3	0.676 [39.2]	0
	5	17.0	0.670 [38.5]	.3
Prom.de Acc.		33.3	0.548 [27.1]	102.6
CIAT 6054	1	22.1	0.466 [20.2]	161.3
	2	7.1	0.082 [ 0.7]	133.0
	3	16.8	0.664 [38.0]	142.5
	4	34.1	0.694 [40.9]	113.8
	5	55.3	0.670 [38.6]	112.5
Prom.de Acc.		27.1	0.515 [24.3]	132.6
LSD's:				
Entre clones	.05	13.03	0.165	21.25
	.01	17.28	0.219	28.19
Entre acces.	.05	5.82	<sub>-</sub> B	9.50
	.01	<sub>-</sub> B	<sub>-</sub> B	12.61

A Valores transformados en  $\text{Arcseno}(X)^{1/2}$ , donde X = número de espiguillas llenas en una muestra de 100 espiguillas divididas por 100 y expresado en radianes.  
(Valores promedios retransformados, expresados como porcentaje de espiguillas llenas en paréntesis).]

B Prueba de F no significativa.

30

Cuadro 7. Características de germinación de carióspsides de 15 genotipos de Andropogon gayanus (cinco clones en cada una de tres accesiones).

Accesión	Clon	% de germinación, 19 días <sup>A</sup>	Velocidad de germinación <sup>B</sup>	Peso seco de plántulas a los 20 días <sup>C</sup>
				(mg)
CIAT 0621	1	0.842 [55.6]	418.4	2.476
	2	1.045 [74.8]	548.1	1.894
	3	0.791 [50.6]	390.8	3.022
	4	0.840 [55.5]	414.4	1.973
	5	1.054 [75.6]	508.7	2.019
Prom.de Acc.		0.910 [62.3]	452.3	2.305
CIAT 6053	1	1.054 [75.6]	596.1	3.807
	2	1.072 [77.1]	568.6	3.161
	3	0.932 [64.4]	465.6	2.342
	4	1.110 [80.2]	544.1	2.946
	5	0.944 [65.6]	481.9	2.374
Prom.de Acc.		1.026 [73.1]	533.2	2.954
CIAT 6054	1	0.901 [61.5]	469.1	3.284
	2	0.753 [46.7]	341.7	2.643
	3	0.877 [59.1]	457.1	3.291
	4	0.877 [59.1]	437.3	2.708
	5	0.959 [67.0]	513.7	2.698
Prom.de Acc.		0.889 [60.2]	456.7	2.960
LSD's:				
Entre clones	.05	0.072	47.16	0.410
	.01	0.095	62.32	0.542
Entre acces.	.05	0.032	21.09	0.183
	.01	0.042	27.87	0.242

A Valores transformados en  $\text{Arcsin}(X)^{1/2}$ , donde X = número de plántulas obtenidas de una muestra de 50 carióspsides divididas por 50, expresada en radianes (valores promedios retransformados, expresados como porcentaje de germinación, en paréntesis).

B Area bajo la curva de germinación acumulativa, donde el número de carióspsides germinadas está registrado en el eje vertical y tiempo (en días) desde la siembra en el eje horizontal.

C Peso seco de plántulas expresado con base en una plántula.

pequeño atribuible al nivel de nitrógeno fue detectado para porcentaje de germinación (62.9% de germinación con nitrógeno vs. 67.3% sin nitrógeno [ $P < 0.05$ ]).

Los resultados de esta primera cosecha sugieren que hay un componente genético grande en rendimiento y calidad de semilla de A. gayanus. No se detectó evidencia de efectos no genéticos importantes (nivel de fertilización con nitrógeno).

Estas conclusiones son muy preliminares. Las pruebas de calidad y de germinación se realizarán en semilla de cosechas subsiguientes de este experimento. Los factores de calidad de semilla de A. gayanus procedente de una latitud alta (Valledupar, aproximadamente 10°N) todavía necesitan ser comparados con aquellos de semilla cosechada en Quilichao (aproximadamente 3°N).

#### Centrosema spp.

##### Resistencia a Rhizoctonia en C. brasilianum

El año pasado se informó sobre las dificultades encontradas en la obtención de una evaluación confiable de las accesiones de C. brasilianum en su reacción al añublo foliar por Rhizoctonia. Este año se establecieron en Carimagua dos ensayos de campo en un intento por aclarar las condiciones necesarias para un desarrollo confiable y uniforme de la enfermedad.

En el primer experimento se está evaluando número y frecuencia de inoculación y defoliación. En el segundo experimento se comparan dos distancias entre surcos (2.5 m vs. 0.625 m) y seis métodos de inoculación (inoculación al suelo al momento de la siembra; con una suspensión de micelio en agua a alta o baja concentración; follaje infectado picado y aplicando o al suelo o sobre el follaje inóculo natural (testigo no inoculado). A la fecha (1 Noviembre, 1987) el desarro-

llo de la enfermedad no ha sido lo suficientemente confiable para evaluar los efectos del tratamiento.

El año pasado se estableció un ensayo con 14 accesiones promisorias de C. brasilianum, el cual se modificó este año con un tratamiento con o sin aplicación de fungicida. A 1 de Noviembre, 1987, no se había detectado ningún efecto del fungicida sobre el nivel del añublo foliar. Sin embargo, este grupo de accesiones continúa mostrando grandes diferencias en vigor y en resistencia aparente a insectos chupadores del follaje. Particularmente, una de las accesiones que mostró más promesa el año pasado (CIAT 5178), hoy se presenta bastante susceptible al daño por el mismo insecto. Dos accesiones, CIAT 5671 y CIAT 5657, siguen mostrando un comportamiento sobresaliente; pero este comportamiento probablemente no tiene nada que ver con la reacción a Rhizoctonia.

Todavía se considera prematura una evaluación de las progenies de cruces dialélicos de C. brasilianum por su reacción a Rhizoctonia. Sin embargo, avances recientes en la evaluación de resistencia a la enfermedad hechos en el invernadero (ver Sección Fitopatología) pueden permitir adelantos en esta área.

##### Hibridación interespecífica en Centrosema

El año pasado se inició un programa muy importante de hibridación en Centrosema, con el objetivo de definir las compatibilidades entre especies dentro de este género.

Semilla de  $F_1$  putativas de 35 cruces disponibles a 1 de Julio de 1987, fue sembrada junto con muestras de las accesiones parentales involucradas en cada uno de los cruces. Una comparación visual de las plantas  $F_1$  con los padres sugiere que actualmente una mayoría son autofecundaciones accidentales en vez de cruces verdaderos

(Cuadro 8). Sin embargo, se ha obtenido un híbrido que no había sido anteriormente registrado: C. brasilianum x C. tetragonolobum.

Se encontró cierto nivel de incompatibilidad aparente en cruces previamente considerados completamente compatibles (Cuadro 8). Parece que ninguno de los cruces de C. pubescens x C. acutifolium fue exitoso; el cruce 949 fue muy anormal, pues se obtuvieron plántulas F<sub>1</sub> atrofiadas. Además, en uno de los cruces de C. acutifolium x C. macrocarpum (el número 1399) fue anormal, las plántulas F<sub>1</sub> atrofiadas sugieren que existen barreras de incompatibilidad entre estas dos especies que no se habían registrado anteriormente.

Se ha realizado un gran número de cruces adicionales y la progenie de éstos se analizará oportunamente.

#### Brachiaria spp.

El género Brachiaria es sin duda una de las fuentes más importantes de gramíneas forrajeras de importancia comercial en el trópico americano. El trabajo de mejoramiento ha sido inhibido hasta ahora por el hecho de que todas las especies comercialmente importantes (con excepción de B. ruziziensis) son consideradas apomíticas obligadas. Ahora, sin embargo, parece factible hacer cruces utilizando un tetraploide inducido de B. ruziziensis como madre y un apomítico tetraploide B. decumbens, B. brizantha, como padre, etc. Resultados recientes de C. do Valle (EMBRAPA/CNPQC, Campo Grande, Brazil) sugieren un nivel importante de sexualidad aún en las especies "apomíticas" de B. decumbens y B. brizantha (9.8 ó 13.4%, respectivamente basado en el análisis de saco embrionario), de modo que pueda ser posible realizar hibridaciones directamente entre o dentro de estas especies.

Lo crítico para el progreso de algún

trabajo de hibridaciones en Brachiaria spp. es la existencia de un marcador genético confiable para identificar las progenies híbridos, particularmente en cruces entre genotipos predominantemente apomíticos. Un trabajo colaborativo reciente con la Unidad de Biotecnología iniciado por el científico visitante F. Cruz (ICA, Cuba), mostró que las bandas de la isoenzima esterasa puede diferenciar genotipos dentro y entre Brachiaria spp. (Figura 1).

Actualmente se está intentando desarrollar técnicas confiables de cruzamiento utilizando la accesión tetraploide de B. ruziziensis (CIAT 16103 obtenida de C. do Valle) como madre, con confirmación de las progenies híbridas con los marcadores esterasa. En futuros estudios, una vez las técnicas de hibridación estén definidas, se enfocará estudios de la herencia de la sexualidad en generaciones avanzadas de estos cruces. Además, se buscará relacionar determinaciones del grado de sexualidad basado en análisis del saco embrionario con la recuperación de híbridos dentro de la progenie obtenida de los cruces entre especies de Brachiaria predominantemente apomítica. Esta línea de investigación dependerá críticamente de marcadores genéticos confiables.

Hoy por hoy puede enfatizarse que estas investigaciones de hibridación son estrictamente de naturaleza exploratoria. Un programa activo está en curso para caracterizar y evaluar una nueva colección de accesiones de germoplasma de Brachiaria spp., particularmente con la observación de la reacción por salivazo (ver Secciones Agronomía y Entomología).

Se tiene la esperanza de poder iniciar un trabajo de mejoramiento, si esto resultara necesario, sin demora cuando se completen los resultados de las evaluaciones agronómicas.

Cuadro 8. Resultados de observaciones de híbridos putativos interespecíficos de Centrosema.

Hembra	Macho	Cruce	Resultado
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. acutifolium</u>	38	Autofecundación probable
		105	No se puede clasificar
		949	1/3 muerta: 2/3 muy atrofiado
		951	1/1 muerta
		1028	1/1 muerta
<u>C. acutifolium</u>	x <u>C. pubescens</u>	2024	1/3 muerta: 2/3 autofecundación probable
		765	Autofecundación probable
		766	1/3 muerta: 2/3 posible cruce
		926	Autofecundación probable
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. virginianum</u>	2020	Cruce probable
		2023	Cruce probable
		66	Autofecundación probable
<u>C. virginianum</u>	x <u>C. pubescens</u>	176	Autofecundación probable
		179	Autofecundación probable
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. schottii</u>	2018	Autofecundación probable
		121	Autofecundación probable
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. brachypodum</u>	261	Autofecundación probable
		140	Autofecundación probable
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. brasilianum</u>	576	Autofecundación probable
<u>C. pubescens</u>	x <u>C. arenarium</u>	2019	Autofecundación probable
<u>C. brasilianum</u>	x <u>C. tetragonolobum</u>	1055	Cruce probable
		1092	Cruce probable
		1093	Cruce probable
		1094	Cruce probable
		2207	3/3 atrofiado
		2261	Cruce probable
<u>C. brasilianum</u>	x <u>C. acutifolium</u>	1892	Autofecundación probable
<u>C. acutifolium</u>	x <u>C. schiedeanum</u>	1386	Autofecundación probable
<u>C. acutifolium</u>	x <u>C. macrocarpum</u>	1399	1/3 muerta; 2/3 muy atrofiado
		1763	Autofecundación probable

BR-2

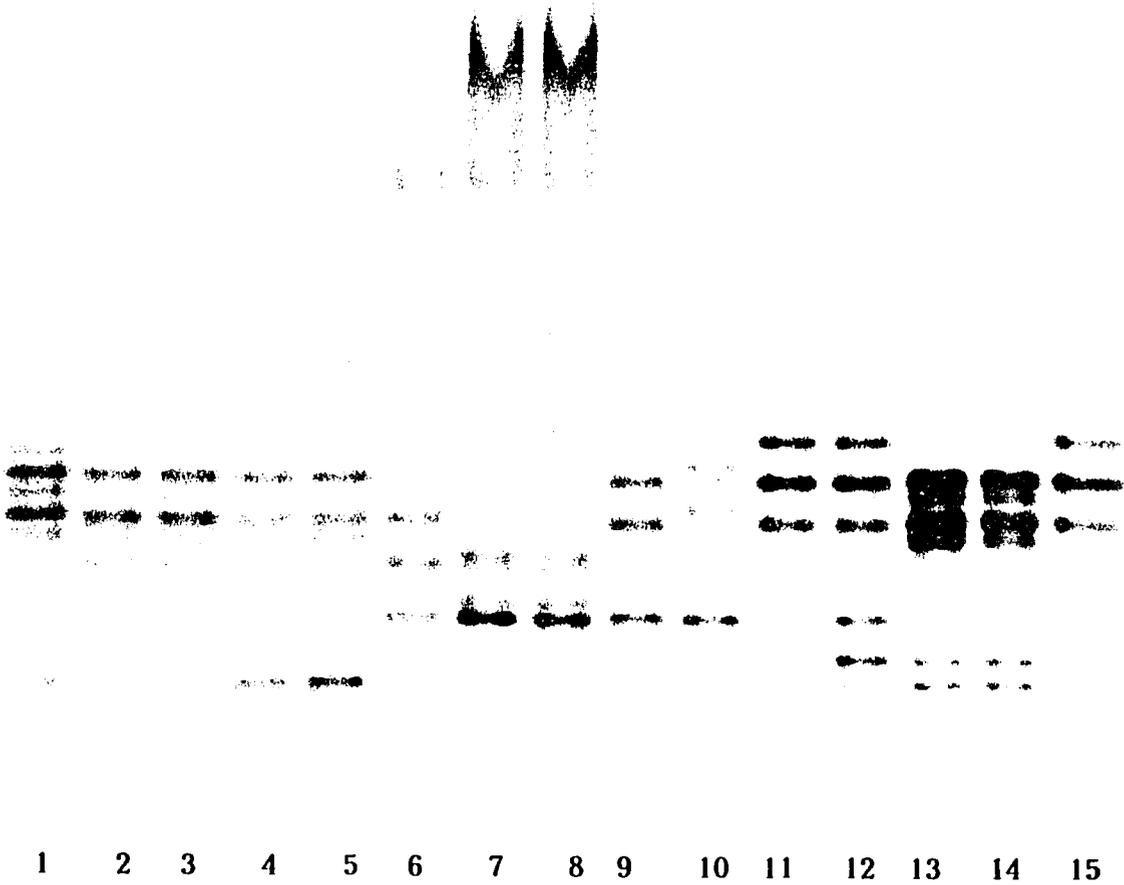


Figura 1. Patrones de bandas de esterasas de 10 accesiones de Brachiaria spp. Columnas 1-5 B. ruziziensis (1=CIAT 654; 2,3 = CIAT 656; 4,5 = CIAT 16103). Columnas 6-10, B. brizantha (6 = CIAT 6297; 7,8 = CIAT 6675; 9 = CIAT 6384; 10 = CIAT 6686). Columnas 11-15, B. decumbens (11,12 = CIAT 606; 13, 14 = CIAT 641; 15 = CIAT 6392).

### 3. AGRONOMIA LLANOS

Los estudios agronómicos que se llevaron a cabo en la Estación de Investigación de Carimagua continuaron enfocándose hacia la selección de leguminosas y gramíneas para el ecosistema "Llanos".

#### EVALUACION AGRONOMICA DE GERMOPLASMA (CATEGORIA III)

El objetivo de esta etapa de evaluación es seleccionar accesiones adaptadas a los factores climáticos, edáficos y bióticos del ambiente. Las accesiones crecieron en parcelas pequeñas en cultivos puros y se someten a defoliaciones periódicas. Se hacen observaciones sobre vigor, tiempo de floración, potencial de producción de semilla, resistencia a sequía e incidencia de plagas y enfermedades. La evaluación se está llevando a cabo en dos localidades, "Yopare" y "La Alcancía". Entre las localidades hay variación en la textura del suelo y el contenido de materia orgánica (véase Informe Anual de Pastos Tropicales 1986). Las accesiones bajo evaluación se establecen en pasturas nativas, sin la remoción de la vegetación de las áreas entre parcelas. Esta técnica permite que haya alguna competencia entre plantas y aumenta el potencial de presión de plagas y enfermedades, haciendo así menos artificial la evaluación en la Categoría II. También el suelo queda protegido contra la erosión y disminuyen las actividades de mantenimiento.

#### Stylosanthes macrocephala

En los últimos años, varias accesiones de la especie han sido atacadas por el añublo foliar por Rhizoctonia en una serie de localidades de los "Llanos". Con el fin de seleccionar la colección por resistencia a la enfermedad en Mayo de 1986 se sembraron 111 accesiones de S. macrocephala. Como testigos se incluyeron las accesiones CIAT 1281 (cv. Pioneiro) y CIAT 1643. La mayoría de las accesiones fueron colectadas en los estados brasileños de Bahía y Minas Gerais.

En general, las plantas han mostrado un vigor vegetativo pobre, y la incidencia a enfermedades es similar en ambas localidades. Un 4% de las plantas se encuentra completamente libre de enfermedad; las únicas introducciones que no mostraron síntomas en todas las repeticiones en ambas localidades fueron las accesiones CIAT 10017, CIAT 10428 y CIAT 10431. Un 33% de la colección muestra problemas de enfermedad desde una incidencia moderada a alta. Parece que para el ecosistema "Llanos" esta especie brindaría poco potencial agronómico. En cambio la especie es prometedora en las áreas más secas de la sabana del Brasil, por lo tanto información sobre la resistencia al añublo foliar por Rhizoctonia dentro de la colección tiene relevancia en este ecosistema.

#### Stylosanthes scabra

En Mayo de 1986 se sembraron 93 líneas promisorias de S. scabra en las loca-

lidades de "Yopare" y "La Alcanfía". Estas líneas habían sido seleccionadas originalmente de una colección de más de 500 accesiones en Quilichao. Ochenta y cuatro de las noventa y tres accesiones se colectaron en Brasil (principalmente de Bahía) y el resto en Colombia y Venezuela. Como testigos también se incluyeron los cultivares comerciales australianos Seca y Fitzroy.

Hay una variación marcada en la morfología, identificándose tres tipos principales. Dos están representados por los hábitos de crecimiento de los cultivares comerciales Seca y Fitzroy, mientras el tercer grupo presenta un tipo arbustivo de bajo crecimiento de origen venezolano. Se han seleccionado como promisorias cinco accesiones de este tipo para ambas localidades. Es interesante que aunque la mayor parte de la colección es procedente del Brasil, son los ecotipos venezolanos que están mostrando el mejor vigor y resistencia a la antracnósis y al barrenador del tallo. Casi el 40% de las plantas ha muerto debido al ataque de enfermedades y barrenador de tallo, incluyendo el cv. Seca y algunas plantas del cv. Fitzroy. Sólo el 9% de la colección está libre de enfermedad, siendo principalmente los tipos venezolanos.

Los rendimientos de materia seca comestible de las cinco accesiones seleccionadas se muestran en el Cuadro 1. Se observaron diferencias marcadas entre el rendimiento de materia seca de las accesiones seleccionadas y el cultivar Fitzroy. Estadísticamente se mostró que las diferencias morfológicas entre ambas localidades no son significativas.

#### Centrosema brasilianum

En Junio de 1986 se establecieron 18 accesiones de C. brasilianum procedentes de Brasil y Venezuela en la localidad "La Alcanfía". C. brasilianum ha mostrado mejor poten-

cial como leguminosa para las regiones de sabana pero el añublo foliar por Rhizoctonia sigue siendo un problema. Se seleccionaron en Carimagua nueve accesiones de C. brasilianum (aquellos números CIAT de cuatro dígitos) incluyendo el testigo CIAT 5234, y la evaluación bajo pastoreo comenzará en 1988. Las otras nueve accesiones (aquellos números CIAT de cinco dígitos) son nuevas y fueron seleccionadas en Quilichao.

Se observaron problemas de enfermedades e insectos a comienzos de la estación lluviosa. La mayoría de las accesiones fueron atacadas por el añublo foliar por Rhizoctonia, pero el 67% fueron atacadas en forma ligera a moderada. Las 18 accesiones fueron atacadas fuertemente por insectos chupadores de hojas, pero este ataque fue transitorio y las plantas se están recuperando bien.

Los rendimientos de materia seca comestible se muestran en el Cuadro 2. Hubo considerable variación entre las accesiones, pero únicamente CIAT 15521 produjo más materia seca en forma significativa que el testigo CIAT 5234.

#### Panicum maximum

En Mayo de 1986 se estableció una colección de 436 accesiones en ambas localidades. Se clasificó la colección en grupos representativos de los principales cultivares comerciales. El 32% fue similar al cv. Hamil; el 40.6% fue similar al cv. Common, el 27.1% similar al cv. Petrie Green Panic y el 0.2% similar al cv. Embu.

Generalmente las gramíneas se seleccionan con base en el rendimiento de materia seca, seleccionando para estudios posteriores las de mayor producción. Sin embargo, en gramíneas tropicales macolladoras como Andropogon gayanus, una alta proporción (hasta un 40%) de la materia seca producida hacia la segunda parte de la estación

Cuadro 1. Producción de materia seca comestible en accesiones seleccionadas de S. scabra en los sitios de "Yopare" y "La Alcancía" en Carimagua.

No. CIAT	Origen	Rendimiento*MS (g/planta)		Promedio
		"Yopare"	"La Alcancia"	
2808	Venezuela	239	211	225
1926	Venezuela	152	224	188
1526	Venezuela	198	134	166
1522	Venezuela	128	180	154
2818	Venezuela	117	150	134
cv. Fitzroy	Brasil	27	0	14
Promedio		144	150	
LSD		55(**)	80(**)	
cv. (%)		15.2	19.8	

\* Suma de dos cortes

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca de accesiones de C. brasilianum en la localidad "La Alcancía" en Carimagua.

No. CIAT	Origen	Rendimiento MS (kg/ha)	No. CIAT	Origen	Rendimiento MS (kg/ha)
15521	Brasil	3396 a	15526	Brasil	2339 cde
5486	Brasil	2774 b	5810	Brasil	2315 cde
15387	Venezuela	2647 bc	15520	Brasil	2257 de
15522	Brasil	2616 bc	15523	Brasil	2065 ef
15527	Brasil	2606 bcd	5657	Venezuela	1831 f
5725	Brasil	2586 bcd	15524	Brasil	1766 fg
5828	Brasil	2550 bcd	5667	Venezuela	1745 fg
15525	Brasil	2531 bcd	5671	Venezuela	1462 gh
5234 (control)	Brasil	2494 bcd	5178	Venezuela	1421 h

\* Suma de dos cortes.

Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0.05) según la Prueba de Duncan.

lluviosa consistió en material en proceso de senescencia que carece de valor nutritivo para el animal. Además, las gramíneas que presentan un alto rendimiento son muchas veces incompatibles con las leguminosas. Así mismo, con el fin de seleccionar gramíneas menos agresivas y de mayor calidad, se decidió utilizar como criterio de selección "el rendimiento de materia seca digerible en hoja". Ochenta y seis accesiones de porte bajo a intermedio (incluyendo tres testigos) fueron seleccionadas a finales de 1986 de tres de los cuatro grupos morfológicos. No se incluyeron accesiones parecidas al cv. Hamil pues estos tipos gigantes son difíciles de manejar bajo condiciones de pastoreo, y son más indicados para el sistema de "corte y lleve".

Se identificaron cinco grupos (Figura 1) por análisis de conglomerado, dos de los cuales contenían cinco accesiones con buen comportamiento para ambas localidades. Se hizo análisis de conglomerado utilizando datos de las dos localidades en base a "rendimiento de materia seca en hoja" en vista de que los datos sobre digestibilidad no estuvieron disponibles a la fecha de este informe. Los rendimientos de las cinco principales accesiones son mucho más altos que los de los testigos comerciales (Cuadro 3). Ninguna de estas accesiones fue atacada por añublo, que se encuentra con frecuencia en las inflorescencias de P. maximum en la región.

#### Siembras nuevas

En Junio de 1987 se sembraron en forma vegetativa en Carimagua, 264 accesiones de especies de Brachiaria. Se establecieron las parcelas dentro de un pasto ya existente de B. humidicola con el fin de aumentar la presión del Salivazo. El 53% de la colección es B. brizantha, 14% es B. decumbens, 12% es B. humidicola, 8% es B. jubata, 6% es B. ruziziensis, 2% es B. dictyoneura y 5% son especies misce-

lâneas de Brachiaria. Los cultivares comerciales han sido incluidos como testigos. La colección presenta una variación considerable en cuanto a morfología y tolerancia al ataque del Salivazo, éste será un criterio de alta prioridad para la selección del material. El establecimiento ha sido muy variable, y se han tenido que replantar muchas parcelas. Ahora ya se han establecido la mayoría de las accesiones, y las evaluaciones detalladas comenzarán en 1988. La colección se ha sembrado también en la Estación de Investigación "La Libertad" del ICA cerca a Villavicencio, donde las poblaciones de Salivazo son naturalmente más altas que las de Carimagua.

La colección de Pueraria phaseoloides de 99 accesiones ha sido establecida en las localidades de "Yopare" y "La Alcancía". La colección contiene los tres tipos botánicos var. javanica, var. phaseoloides y var. subspicata. El cultivar comercial, incluido como testigo muestra una adaptación pobre debido a la baja fertilidad del suelo, una baja tolerancia a la sequía y una producción de semilla no confiable. Otras especies que se sembraron durante 1987 fueron Desmodium ovalifolium (37 accesiones), Centrosema acutifolium (26 accesiones) y C. "tetragonolobum" (10 accesiones).

#### EVALUACION DE GERMOPLASMA BAJO PASTOREO (CATEGORIA III)

El objetivo principal de esta etapa de evaluación es registrar el comportamiento de leguminosas promisorias en condiciones de pastoreo en parcelas pequeñas, en asociación con una gramínea acompañante. Es de interés especial la persistencia de la leguminosa y la compatibilidad de la gramínea-leguminosa. A este nivel de evaluación de Categoría III ha habido un alto nivel de colaboración de la sección de Ecofisiología, y en esta parte del informe se encontrarán ciertos datos de los ensayos agronómicos.

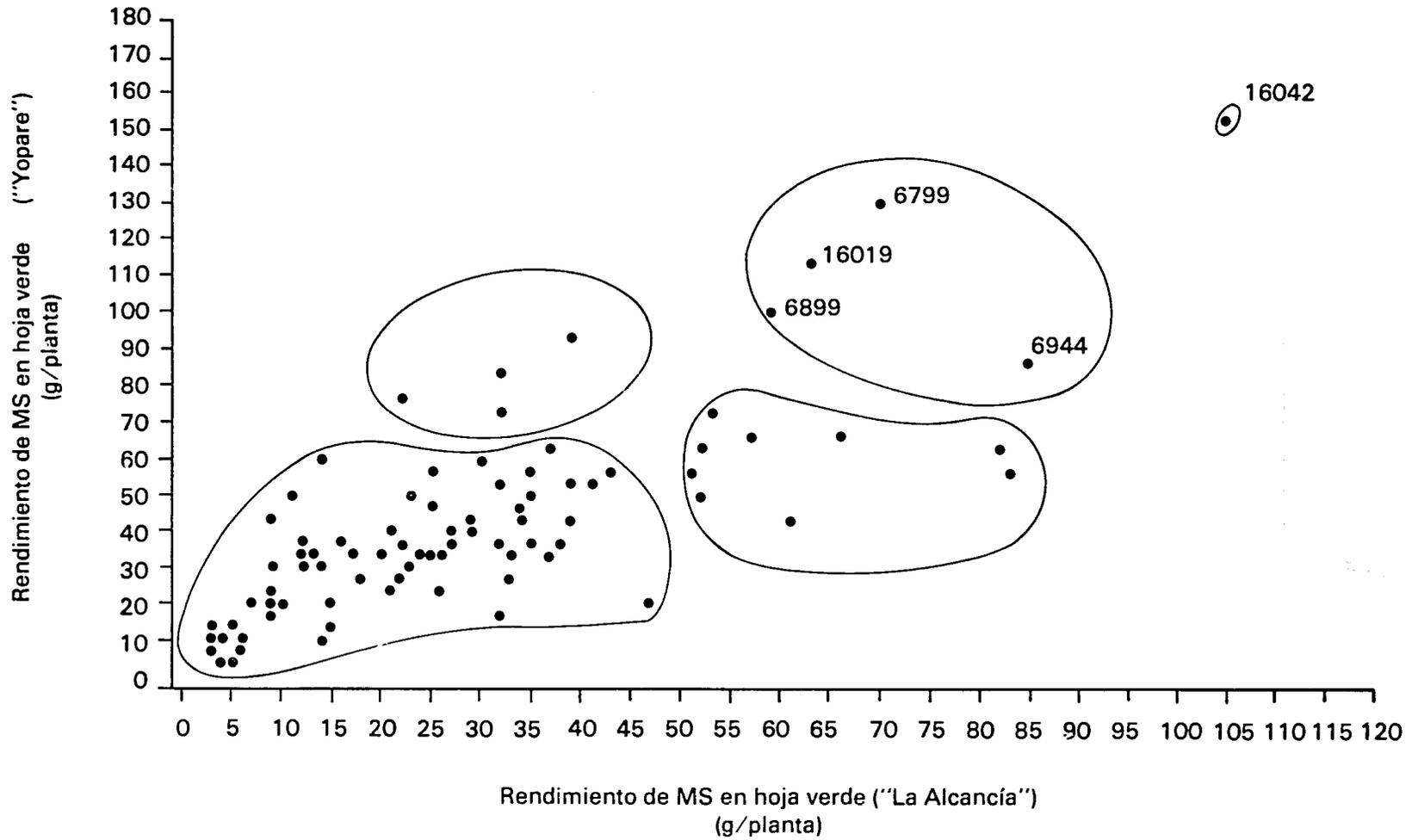


Figura 1. Análisis de conglomerado de accesiones de *Panicum maximum* en base al rendimiento de materia seca en hoja en las localidades de "La Alcancía" y "Yopare" en Carimagua.

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca en hoja (g/planta) en algunas accesiones promisorias de P. maximum en las localidades de "Yopare" y "La Alcancía" en Carimagua.

No. CIAT	Tipo*	"Yopare" (g/planta)	"La Alcancía" (g/planta)	Promedio (g/planta)
16042	GP	212	140	176
16019	GP	174	88	131
6944	GP	148	139	144
cv. Petrie	GP	54	30	42
6799	C	260	158	209
6899	C	142	75	109
cv. Común	C	66	22	44

\* GP = cv. Green Panic; C = cv. Común  
 Dos cortes (Agosto y Diciembre 1987)

#### Desmodium ovalifolium

La accesión CIAT 350 ha demostrado ser considerablemente promisorio para las condiciones de los "Llanos" como leguminosa acompañante de especies vigorosas de Brachiaria. Sin embargo, la planta es muy susceptible al nemátodo del tallo (Pterotylenchus cecidogenus) y a la Falsa Rosa (Synchytrium desmodii). Se han seleccionado algunas accesiones en base a la resistencia a plagas y enfermedades. En Julio de 1985 se estableció un ensayo para evaluar cinco accesiones en asociación con B. dictyoneura CIAT 6133 (ahora cv. Llanero) tomando como testigo (CIAT 350). Se están imponiendo dos presiones de pastoreo mediante variación en el número de días en que se pastorean las parcelas.

Los cambios en la proporción de leguminosa a través de las presiones de pastoreo se muestran en la Figura 2. En todos los tratamientos del presente año ha habido un descenso marcado de más del 70% de leguminosa y menos del 10% en los casos de las accesiones

CIAT 3776 y CIAT 3794. Los contenidos de leguminosa más altos se notaron en las asociaciones que contenían CIAT 350, CIAT 13092 y CIAT 13129. No hubo diferencias entre las presiones de pastoreo. Este descenso en el rendimiento de la leguminosa no parece estar en relación con la incidencia de plagas y enfermedades. A pesar de la inoculación artificial no hubo problemas de nemátodos, aún en CIAT 350, mientras que la incidencia de CIAT 13089 sigue siendo la accesión más tolerante (Cuadro 4).

La selección de leguminosa por los novillos fistulados varió notablemente durante el año y fue descendiendo a través del tiempo (Figura 3). Generalmente los animales tendían a escoger menos D. ovalifolium en asociación en todos los tratamientos. Sin embargo, la selección de leguminosa varía de promedio entre Agosto 1986 y Julio 1987, de un 14% de presión baja de pastoreo hasta un 60% de presión alta de pastoreo (Cuadro 5). El consumo de leguminosa fue mayor cuando se utilizó presión alta de pastoreo (donde se da menos

Cuadro 4. Incidencia del nemátodo de tallo y Falsa Roya en accesiones de D. ovalifolium con B. dictyoneura bajo Categoría III en Carimagua.

Número de Accesión CIAT	Nemátodo de tallo Puntaje	Porcentaje de filas afectadas			
		0	Falsa Roya 1-2	3	4-5*
350	0	12	50	38	0
3776	0	0	87	13	0
3794	0	4	92	4	0
13089	0	23	77	0	0
13092	0	0	90	10	0
13129	0	0	76	24	0

\* 0 = Sin síntomas; 1-2 = Incidencia baja; 3 = Incidencia moderada;  
4-5 = Incidencia alta

Registrada el 27 de Enero 1987

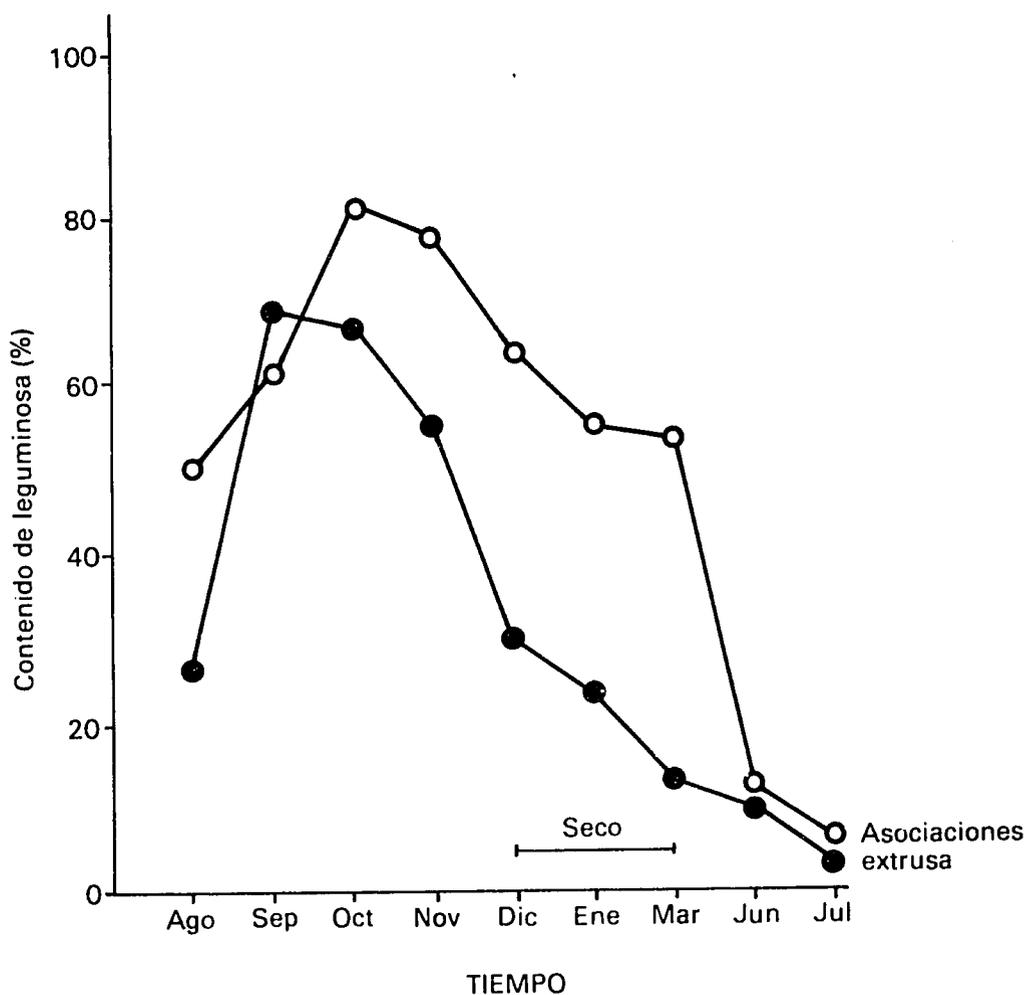


Figura 3. Cambios en la proporción de leguminosa en asociaciones de B. dictyoneura y D. ovalifolium en muestreos de extrusa bajo Categoría III en Carimagua.

42

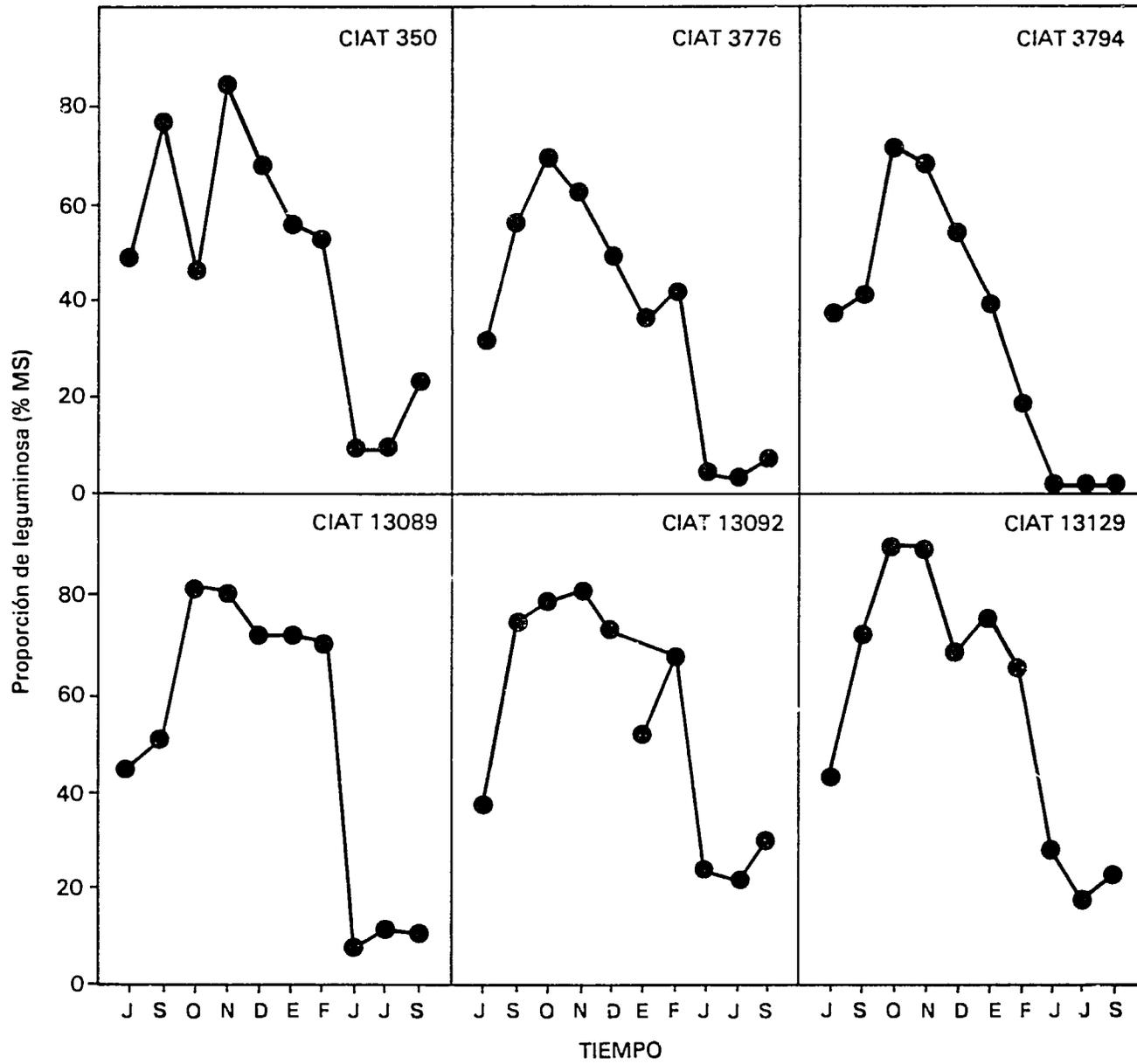


Figura 2. Cambios en la proporción de leguminosa en 6 asociaciones de B. dictyoneura y D. ovalifolium en Carimagua (promedio de 2 presiones de pastoreo).

Cuadro 5. Leguminosa seleccionada por novillos fistulados en asociaciones de B. dictyoneura y D. ovalifolium en Categoría III en Carimagua. Agosto 2, 1986 - Julio 31, 1987

CIAT No.	Presión de pastoreo		Promedio
	Alta	Baja	
	Contenido de leguminosa (%)		
350	31	48	39
3776	24	31	28
3794	60	14	37
13089	40	19	30
13092	35	21	28
13129	51	41	46
Promedio	41	29	

oportunidad de selección) que en presión baja de pastoreo.

A. pintoi CIAT 17434 ha mostrado un potencial considerable como leguminosa para asociaciones que contienen especies vigorosas de Brachiaria. En Octubre de 1984 se estableció un ensayo con cinco asociaciones de Brachiaria que contenían B. humidicola CIAT 679 (testigo), CIAT 6705, CIAT 6709, CIAT 6369 y B. brizantha CIAT 6294. Se están sometiendo a dos presiones de pastoreo.

En la Figura 4 se presentan los efectos de las presiones de pastoreo en el contenido de leguminosa en las 4 asociaciones que contienen B. humidicola. A. pintoi siguió dominando las cuatro asociaciones. Sólo en el testigo CIAT 679 hubo una proporción razonable de gramínea. No hubo diferencias entre las presiones de pastoreo. Se sabe que B. humidicola CIAT 679 tiene una aceptabilidad relativamente baja por parte de los animales y es posible que las accesiones mas nuevas tengan un mas alto valor nutritivo. Para investigar esta posibilidad, se conducirán ensayos utilizando animales en jaulas metabólicas.

#### Leguminosas en sabana

En Junio de 1986 se sembró un ensayo en la sabana con diez leguminosas (Cuadro 6). Se sabe que ocho de estas leguminosas - con excepción de Centrosema acutifolium y C. brasilianum - presentan un consumo pobre por parte de los animales en especial cuando se cultivan con gramíneas mejoradas de alta aceptabilidad. El propósito de esta evaluación es determinar si estas especies son mejor consumidas cuando se les asocia con gramíneas nativas de inferior calidad. El establecimiento ha sido excelente y el pastoreo comenzará en Diciembre de 1987. Las especies serán pastoreadas individualmente por novillos fistulados.

#### Siembras nuevas

En Junio de 1987 se estableció un ensayo bajo la Categoría III con nueve accesiones de Centrosema brasilianum, asociadas con Andropogon gayanus cv. Carimagua I y Brachiaria dictyoneura cv. Llanero. Las accesiones son CIAT 5234 (testigo), CIAT 5486, CIAT 5725, CIAT 5810, CIAT 5828 (de Brasil), CIAT 5178, CIAT 5657, CIAT 5667 y CIAT 5671 (de Venezuela). Las semillas se

44

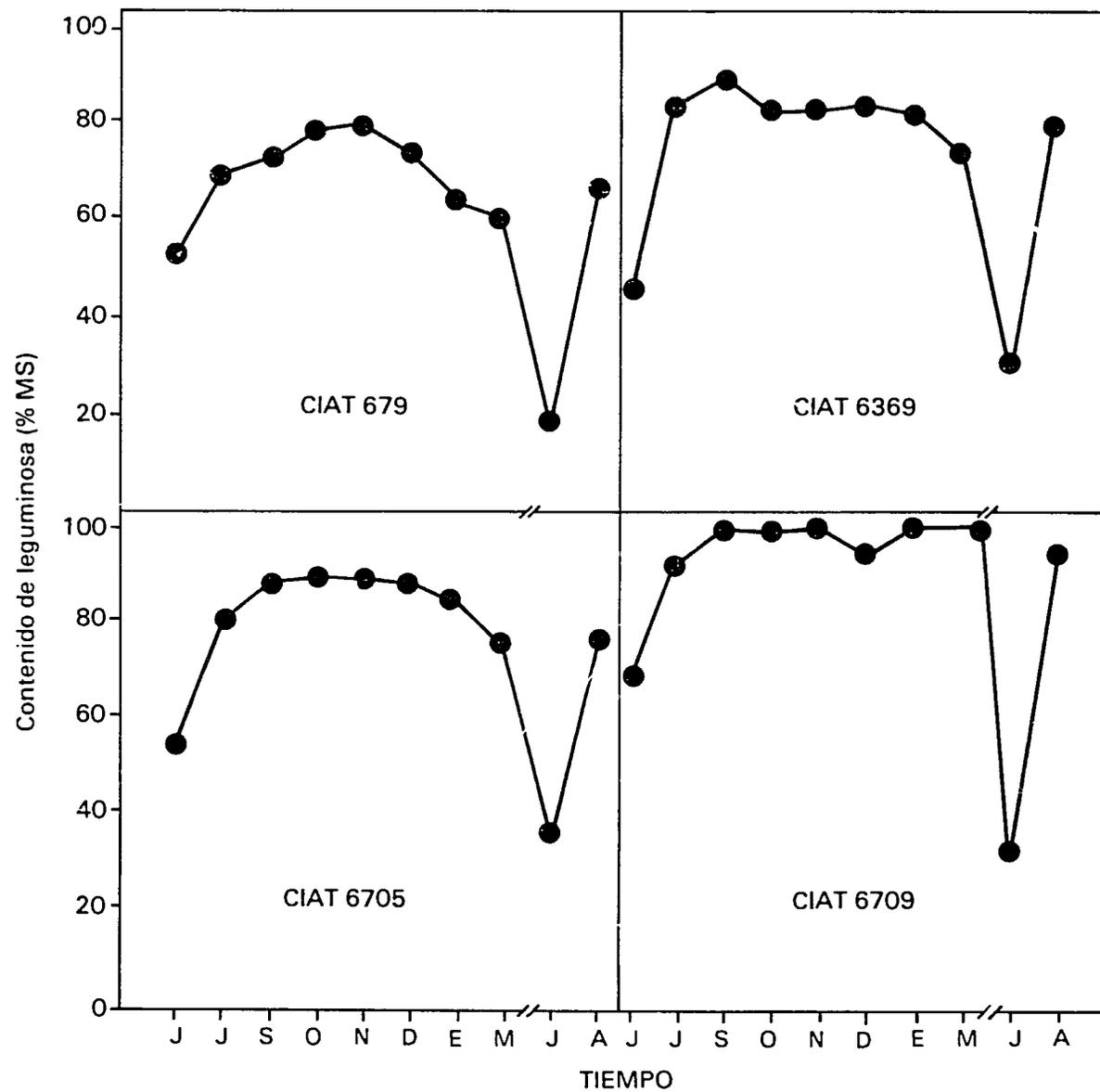


Figura 4. Efectos de las presiones de pastoreo en el contenido de leguminosa de *A. pintoi* CIAT 17434 en asociación con 4 accesiones de *B. humidicola* en Carimagua.

Cuadro 6. Leguminosas establecidas en pasto nativo a nivel de Categoría III en Carimagua.

Especies	No. CIAT
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277
<u>Centrosema arenarium</u>	5236
<u>Centrosema brasilianum</u>	5234
<u>Desmodium incanum</u>	13032
<u>Desmodium strigillosum</u>	13155, 13158
<u>Desmodium velutinum</u>	13204, 13213, 13215
<u>Flemingia macrophylla</u>	17403, 17407
<u>Stylosanthes guianensis</u>	2031
<u>Tadehagi triquetrum</u>	13276
<u>Zornia glabra</u>	8279

sembraron en parcelas de 50 m<sup>2</sup> y el establecimiento ha sido excelente. Se observaron bajos niveles de ataque de añublo foliar por Rhizoctonia y Mancha Foliar por Cylindrocladium en las accesiones de C. brasilianum. Los problemas de insectos no fueron de consideración. Se comenzará a pastorear en 1988.

#### MULTIPLICACION DE SEMILLAS

Se sigue produciendo semilla y

material vegetativo de una serie de especies promisorias para su inclusión en futuros ensayos de evaluación bajo pastoreo (véase Informe Anual de Pastos Tropicales de 1986). En la temporada anterior se produjo semilla suficiente de las nueve accesiones de C. brasilianum para permitir que se sembrara la nueva prueba de Categoría III. Hasta una cantidad de 6 kg de semilla fue cosechada en algunas de las accesiones.

## 4. AGRONOMIA CERRADOS

Varias leguminosas y gramíneas edáficamente adaptadas al ecosistema de los Cerrados ya han sido identificadas. Sin embargo, del total de leguminosas evaluadas en el CPAC antes de 1985, aproximadamente 60% fueron accesiones de especies de Stylosanthes. Además, los resultados de los experimentos de pastoreo indicaron la necesidad de un rango más amplio de leguminosas y gramíneas con mejor tolerancia al pastoreo. Durante los últimos dos años se evaluó un rango más extenso de material genético de las especies clave, incluyendo 12 especies de Centrosema. El actual programa de evaluación en el CPAC incluye 351 accesiones de leguminosas introducidas en 1985/86 y 87 accesiones de Centrosema spp. introducidas en 1986/87. La evaluación de 311 leguminosas establecidas en 1984/85 se concluyó recientemente.

En la búsqueda sistemática por nuevas plantas forrajeras en las sabanas de suelos ácidos e infértiles de América tropical, el CIAT ha puesto énfasis en la selección de leguminosas adaptadas. Sin embargo, el bajo valor nutritivo y productividad de la mayoría de las gramíneas nativas, el alto requerimiento nutricional de muchos cultivares de gramíneas comerciales y la susceptibilidad al salivazo del B. decumbens sembrado extensivamente, hacen necesario que también se enfatice la búsqueda de gramíneas acompañantes adecuadas.

Actualmente los géneros Paspalum y

Brachiaria están recibiendo especial atención en el CPAC. Las especies de Paspalum están particularmente bien adaptadas a las condiciones deficientemente drenadas y las especies de Brachiaria tienen un gran significado económico en las regiones de suelo ácido de los Cerrados y en áreas de bosque tropical de Brasil. Se ha estimado que aproximadamente la mitad de los 30 millones de hectáreas de pasturas mejoradas en los Cerrados consiste de especies de Brachiaria. Se establecieron un total de 322 accesiones de gramíneas, incluyendo 287 accesiones de 12 especies de Brachiaria y 35 accesiones de Paspalum spp. y un grupo de gramíneas misceláneas, para caracterización preliminar y evaluación durante 1986/87.

### Evaluación y caracterización de especies de Brachiaria spp.

En vista del alto potencial de especies de Brachiaria en los Cerrados, es de primordial importancia la evaluación de la colección en el CPAC y las pruebas subsiguientes de las accesiones seleccionadas en los ensayos multi-localivos. Se establecieron 258 accesiones en el Centro de Ganado de Carne, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Puesto que la colección se originó de un amplio rango de situaciones ambientales, la enorme variabilidad entre las accesiones no es sorprendente. Se establecieron las 287 accesiones en el CPAC en parcelas

de campo replicadas durante enero y Febrero de 1987. Los objetivos de la evaluación de las especies de Brachiaria son: la selección de accesiones superiores y el desarrollo de los cultivares adaptados a los factores edáficos, climáticos y bióticos de los Cerrados.

El 52% de la colección actualmente en evaluación corresponde a ecotipos de Brachiaria brizantha, la especie más promisoría y variable en la colección. La mayoría de las accesiones (87%) son plantas erectas o semi-erectas. Aproximadamente 50% del total de la colección de este especie es material de floración temprana. Hasta la fecha, no se ha observado daño por el salivazo en la colección de B. brizantha, aunque las accesiones de B. decumbens, B. ruziziensis y B. jubata fueron afectadas. Se seleccionaron para evaluación adicional unas 26 accesiones, incluyendo 19 de B. brizantha (Cuadro 1).

#### Evaluación de Paspalum spp. en várzea

Tierras inundadas periódicamente con un alto nivel freático (várzea) constituyen una porción significativa de los Cerrados. Se calcula que hay  $30 \times 10^6$  ha de suelos hidromórficos en Brasil con aproximadamente  $12 \times 10^6$  ha de várzea localizadas en los Cerrados.

Paspalum es un género grande, de más de 250 especies distribuidas en los trópicos y subtropicos en el mundo. Sin embargo, la mayoría de las especies se origina en las Américas. De acuerdo con la literatura más de 160 especies de Paspalum nativas del Brasil son aceptables para los animales en pastoreo. Se estableció una colección de Paspalum spp. y las otras gramíneas de tierra húmedas en un experimento de parcela pequeña en várzea. Este material fue recolectado y suministrado por el Dr. J.F. Valls, conservador de gramíneas en el CENARGEN. Se establecieron 15

accesiones de esta colección en tres bloques al azar para ser evaluadas bajo un régimen de corte periódico. Se cosecharon las muestras para rendimiento en períodos de máxima y mínima precipitación durante el año. Los resultados mostraron que algunas accesiones de Paspalum sp. aff. plicatulum son altamente promisorias. Se observó entre estas accesiones una considerable variación en la fecha de floración y el rendimiento de la semilla. Las gramíneas promisorias y de alto rendimiento fueron resistentes al salivazo y tolerantes a la inundación estacional y a un alto nivel freático.

Las accesiones de Paspalum sp. aff. plicatulum produjeron los rendimientos más altos de materia seca durante la estación lluviosa; el rango para el período noviembre-marzo (max. precipitación) fue de 3.8 a 8.8 t/ha (Cuadro 2). Una selección de P. urvillei, buena productora de semilla y autopropagadora, también produjo un alto rendimiento de MS (7.6 t/ha). Sin embargo, esta accesión resultó tallosa (leñosa) durante la etapa de maduración y al momento del muestreo. Axonopus complanatus y otras especies de Paspalum produjeron bajos rendimientos que oscilaron desde 0.5 t/ha a 1.5 t/ha en este experimento (Cuadro 2).

Las accesiones de Paspalum sp. aff. plicatulum también produjeron altos rendimientos durante el período de mínima precipitación. El rango para las ocho accesiones fue de 1.0 a 3.1 t/ha (Cuadro 2). Se observó una variabilidad considerable en la fecha de floración y el rendimiento de la semilla, produciendo las accesiones de floración temprana altos rendimientos de semillas. Los rendimientos promedios de la semilla limpia para cinco accesiones de Paspalum sp. aff. plicatulum de floración temprana oscilaron entre 214.4 y 917.6 kg/ha. Se observaron diferencias marcadas en la tolerancia a la sequía entre las

Cuadro 1. Accesiones de especies de Brachiaria seleccionadas en el CPAC.

	CIAT No.		CIAT No.
<u>B. brizantha</u>	16107	<u>B. brizantha</u>	16307
<u>B. brizantha</u>	16121	<u>B. brizantha</u>	16311
<u>B. brizantha</u>	16128	<u>B. brizantha</u>	16315
<u>B. brizantha</u>	16253	<u>B. brizantha</u>	16318
<u>B. brizantha</u>	16168	<u>B. brizantha</u>	16319
<u>B. brizantha</u>	16288	<u>B. brizantha</u>	16339
<u>B. brizantha</u>	16294	<u>B. brizantha</u>	16467
<u>B. brizantha</u>	16301	<u>B. brizantha</u>	16473
<u>B. brizantha</u>	16306	<u>B. brizantha</u>	26110
<u>B. decumbens</u>	16488	<u>B. decumbens</u>	26181
<u>B. decumbens</u>	16500	<u>B. serrata</u>	16221
<u>B. decumbens</u>	26185	<u>B. humidicola</u>	26154
<u>B. leucacrantha</u>	16459		

Cuadro 2. Rendimientos de materia seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de 15 accesiones de gramíneas producidas durante los períodos de máxima y mínima precipitación en el área de várzeas en el CPAC.

Especies	BRA No.	Rendimientos de materia seca	
		( $t\ ha^{-1}$ )	
		Máxima	Mínima
<u>Paspalum sp. aff. plicatum</u>	009610	8.8a*	1.2 efg
<u>P. urvillei</u>	010686	7.6ab	1.7 cde
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	003913	7.6ab	1.6 def
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	009661	7.1abc	2.1 bcd
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	003638	6.8abc	1.0 fgh
<u>P. urvillei</u>	007323	5.8abcd	1.5 def
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	009431	5.7 bcd	1.4 ef
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	009628	5.1 cd	3.1a
<u>Hemarthria altissima</u>		5.1 cd	1.5 def
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	009407	4.0 d	2.5 b
<u>P. sp. aff. plicatum</u>	008486	3.9 d	2.2 bc
<u>P. oteroi</u>	003905	1.5 e	0.7 ghi
<u>P. pauciciliatum</u>	003891	1.3 e	0.5 hi
<u>P. modestum</u>	006203	0.6 e	0.5 hi
<u>Axonopus complanatus</u>		0.4 e	0.4 i

\* Promedios seguidos por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) (Prueba de rango múltiple de Duncan).

especies y los ecotipos, y también se registraron efectos significativos en el rebrote después del corte en la estación seca. Las accesiones seleccionadas (BRA 003113, 009610 y 009661) también exhibieron puntajes altos en este aspecto (Cuadro 3).

Las digestibilidades in vitro de materia seca (DIVMS) medidas durante la estación seca oscilaron desde 37 a 61% para este grupo de accesiones, mientras que los contenidos de PC oscilaron desde 3.9 a 7.8% (Cuadros 4 y 5). El contenido de proteína cruda para las ocho accesiones de Paspalum sp. aff plicatulum fue más alta durante la estación seca y osciló desde 7.1 a 9.0% mientras que la DIVMS varió desde 41 a 56%.

#### Evaluación preliminar de Stylosanthes spp.

Se sembró un total de 173 accesiones de Stylosanthes en enero de 1986. La antracnosis continúa siendo el problema principal en las accesiones de los Stylosanthes, aunque la infestación fue solamente moderada durante el período. De las accesiones en observación, un 27% estuvo libre de la enfermedad; menos de 1% de ellas fueron eliminadas y las restantes resultaron afectadas ligera o moderadamente.

#### Stylosanthes capitata

Además de S. capitata CIAT 1097 (BRA 005886) que es una accesión de floración temprana, los híbridos nos. 56 y 111 (líneas de floración temprana y tardía, respectivamente), son tipos superiores con relación al vigor y la resistencia a la antracnosis. Ambos híbridos están bajo multiplicación de semilla. Las accesiones nuevas seleccionadas incluyen una forma de crecimiento más bien distinta con largos tallos postrados y resistencia a la antracnosis. Estas son: BRA 014401 (CIAT 2546), BRA 014532 (CIAT 2553), BRA 014508 (CIAT 2551), BRA

014281 (CIAT 2536), BRA 029050 (CIAT 10398).

La mayoría de las accesiones de S. capitata de floración temprana se defolían cuando sus semillas maduran. En consecuencia, el hábito de floración tardía con retención de hojas durante la estación seca es un criterio importante para la selección de ecotipos apropiados en esta especie. Las siguientes accesiones se seleccionaron por estas características: CIAT 2320 (BRA 015113), CIAT 2353 (BRA 035173), CIAT 2534 (BRA 014362), CIAT 2546 (BRA 014401).

#### Stylosanthes guianensis var. pauciflora

La selección de accesiones con un hábito de floración temprana y producción de semilla mejorada continuó en pequeñas parcelas establecidas en 1985/86. Las accesiones listadas como tipos de floración temprana maduraron sus semillas antes que el cv. Bandeirante (Cuadro 6). La semilla de este cultivar se cosecha normalmente alrededor de mediados de agosto. La mayoría de las accesiones estaban defoliadas parcial o completamente al momento en que maduraron sus semillas. Sin embargo, pocas retuvieron las hojas verdes por un período después de la madurez. Estas formas de S. guianensis var. pauciflora son de interés particular y su potencial de producción de semilla será evaluado durante la estación siguiente.

Se establecieron para evaluación 50 líneas híbridas de las generaciones  $F_3$  a  $F_5$  de S. guianensis var. pauciflora x S. guianensis var. vulgaris. Las semillas de estos híbridos fueron proporcionadas por el Dr. J.W. Miles del programa de fitomejoramiento que se encuentra en progreso en Carimagua. Se establecieron plantas especiales en las parcelas del invernadero y se calificaron por su vigor, tiempo de floración, resistencia a la antracnosis y la segregación.

Cuadro 3. Evaluación del rebrote (1 mín. - 5 máx.) de 15 gramíneas durante el período de mínima precipitación en las várzeas en el CPAC.

	Accesión BRA No.	Calificación del rebrote*
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	009661	2.27a**
<u>P. urvillei</u>	010685	2.12a
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	003913	2.11a
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009610	2.04ab
<u>P. urvillei</u>	007323	1.86 bc
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	003638	1.77 cd
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009407	1.68 cd
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009431	1.58 de
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	008486	1.58 de
<u>Hemarthria altissima</u>		1.58 de
<u>P. pauciciliatum</u>	003891	1.34 ef
<u>P. oteroi</u>	003905	1.22 f
<u>P. modestum</u>	006203	1.22 f
<u>Axonopus complanatus</u>		1.22 f
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009628	1.22 f

\* Valores transformados:  $\sqrt{x + 0.5}$

\*\* Promedios seguidos por una letra diferente son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) (Prueba de rango múltiple de Duncan).

Cuadro 4. Composición química y digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de 15 gramíneas al final de la estación lluviosa en una región de várzeas en el CPAC.

Especies	Accesión BRA No.	CP	Ca	P	K	DIVMS
		----- % -----				
<u>Paspalum modestum</u>	006203	5.9	0.37	0.13	1.31	62.0
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	009431	6.2	0.67	0.14	1.04	61.1
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	008486	6.4	0.53	0.17	1.46	59.7
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	003913	5.2	0.51	0.14	1.63	59.0
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	009610	4.7	0.47	0.13	1.33	57.7
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	009661	5.9	0.63	0.13	1.17	54.8
<u>P. oteroi</u>	003905	3.7	0.32	0.11	1.22	53.0
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009407	7.8	0.67	0.19	1.51	50.0
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	003638	3.5	0.40	0.11	1.26	49.4
<u>Hemarthria altissima</u>		4.1	0.15	0.12	1.16	48.4
<u>Axonopus complanatus</u>		7.1	0.25	0.16	1.37	48.4
<u>P. pauciciliatum</u>	003891	7.5	0.27	0.13	2.52	47.8
<u>P. urvillei</u>	010685	3.4	0.15	0.10	1.51	46.9
<u>P. urvillei</u>	007323	4.3	0.15	0.10	1.40	45.6
<u>P. sp. aff. plicatulum</u>	009628	5.1	0.26	0.14	1.99	36.9

Cuadro 5. Composición química y digestibilidad in vitro (DIVMS) de 15 gramíneas durante la estación seca en una región de várzeas en el CPAC.

Especies	Accesión	CP	Ca	P	Mg	K	IVDMD
	BRA No.						
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	009661	8.6	1.16	0.17	0.98	0.93	55.8
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	009628	7.1	0.38	0.12	0.46	1.45	40.1
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	009610	8.4	1.13	0.18	1.04	1.20	51.8
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	009431	9.5	1.09	0.17	0.97	1.30	50.5
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	009407	7.6	0.73	0.15	0.59	1.39	41.1
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	003913	7.4	1.01	0.16	1.06	0.89	55.0
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	003638	9.0	0.97	0.17	0.75	1.12	45.1
<u>Paspalum</u> sp.							
<u>aff. plicatulum</u>	008486	7.1	0.65	0.14	0.80	1.46	49.1
<u>P. urvillei</u>	010685	7.8	0.44	0.16	0.35	1.33	50.6
<u>P. urvillei</u>	007323	7.9	0.38	0.16	0.50	1.26	46.7
<u>P. pauciciliatum</u>	003891	11.5	0.44	0.16	0.36	1.87	44.7
<u>P. oteroi</u>	003905	6.5	0.63	0.17	0.50	1.04	44.1
<u>P. modestum</u>	006203	5.2	0.40	0.09	0.36	0.75	48.9
<u>Axonopus complanatus</u>	n.d.*	8.2	0.51	0.18	0.42	1.23	44.3
<u>Hemarthria altissima</u>	n.d.*	8.6	0.32	0.18	0.48	1.18	53.1

\* Números BRA no disponibles.

Diez híbridos se encontraban en la etapa de "floración completa" a finales de mayo y las tres líneas de floración temprana más vigorosas 6-4 (CIAT 15 x 1539), 6-6 (CIAT 15 x 1539), y 24-22 (CIAT 1122 x 1539) todas de la generación F<sub>4</sub>, se seleccionaron para evaluación adicional en las asociaciones gramínea-leguminosa.

Uno de los híbridos más productivos en el sitio fue el 24-23 (CIAT 1639 x 1633) también de la generación F<sub>4</sub>. Sin embargo, esta línea fue considera-

blemente de floración más tardía que las líneas 6-4, 6-6 y 17-10 (CIAT 15 x 1539), 24-22 (CIAT 1122 x 1539), y 24-23 (CIAT 1639 x 1633) seleccionadas.

#### Desmodium ovalifolium

En la segunda estación después del establecimiento, se observaron la floración y la producción de semillas en un grupo de accesiones de esta leguminosa de floración tardía. Con base en estas observaciones, se seleccionaron 12 accesiones (CIAT

62

Cuadro 6. Accesiones de S. guianensis var. pauciflora seleccionadas en el CPAC.

Accesión No.	Observaciones
CIAT 10287 (BRA 011542)	Erecta, planta leñosa, primera floración en Febrero, plantas maduras defoliadas.
CIAT 2708 (BRA 017591)	Erecta, tipo frondoso, primeras flores en Febrero, defoliada.
CIAT 2238 (BRA 035068)	Semi-erecta, retuvo las hojas verdes después de la madurez.
CIAT 2570 (BRA 017230)	Semi-erecta, retuvo las hojas verdes después de la madurez..
CIAT 10484 (BRA 028983)	Corta, planta postrada, defoliada.
CIAT 2684 (BRA 015971)	Semi-erecta, retuvo las hojas verdes después de la madurez.
CIAT 2769 (BRA 027839)	Grande, planta rastrera, retuvo las hojas verdes después de la madurez.
CIAT 2983 (BRA 027740)	Semi-erecta, frondosa después de la madurez de la semilla.
CIAT 2511 (BRA 014001)	Semi-erecta, defoliada.
CIAT 2974 (BRA 022381)	Erecta, defoliada.

13081, 13087, 13088, 1089, 13090, 13103, 13104, 13111, 13113, 13114, 13132, y 13130).

Evaluación preliminar de especies de Centrosema

Se estableció un total de 267 accesiones de 12 especies de Centrosema en octubre 1986. Estas incluyen C. acutifolium, C. arenarium, C. brasilianum, C. macrocarpum, C. pascuorum, C. pubescens, y C. tetragonolobum. Veintiún accesiones murieron durante el período de observación, principalmente debido a su susceptibilidad a las enfermedades foliares causadas por hongos, a la hoja pequeña por micoplasma (HPM), o al nemátodo del nudo de la raíz. Algunas especies fueron afectadas severamente por Phoma o Phomopsis y Cercospora; también se evidenció Rhizoctonia, aunque esta enfermedad causó relativamente poco daño. C. rotundifolium fue afectada más

severamente por Rhizoctonia que las otras especies, y se observó algún daño en las accesiones de C. brasilianum durante la estación lluviosa. Las 12 accesiones de C. pascuorum fueron severamente infectadas con el nemátodo del nudo de la raíz (Meloidogyne javanica) poco tiempo después de la siembra y todas murieron antes de semillar.

La enfermedad más nociva en la localidad del latosol rojo oscuro continuó siendo la HPM de C. brasilianum. Prácticamente todas las accesiones de C. brasilianum fueron afectadas hasta cierto grado por la HPM. La enfermedad está reduciendo severamente la producción de materia seca y en la mayoría de los casos previene el establecimiento de semilla, aunque no es problema para el pastoreo. Las accesiones menos afectadas fueron: C. brasilianum CIAT 5234 (BRA 006025), CIAT 5821 (BRA 006025), y CIAT 5234 x 5224 (BRA 006025 x 007145).

57

Otras especies de Centrosema también son afectadas por la HPM incluyendo C. macrocarpum y C. pubescens, pero no en el mismo grado que C. brasilianum. De las introducciones recientes, dos accesiones (CIAT 15442, BRA 013412; CIAT 15443, BRA 013374) de C. tetragonolobum fueron menos afectadas por HPM. Se observó floración durante un largo período y buena producción de semilla en C. brasilianum CIAT 15400 (BRA 013285), CIAT 15387 (BRA 013111), CIAT 15525 (BRA 013323), CIAT 15398 (BRA 013269).

En general, las accesiones de C. macrocarpum fueron más resistentes a las enfermedades foliares que otras especies de Centrosema. Estas especies exhibieron muy buena tolerancia a la sequía también. La mancha foliar de Phoma o Phomopsis fue ligera en C. macrocarpum pero se observó daño moderado a severo en Centrosema acutifolium y C. pubescens.

El problema principal con C. macrocarpum en el CPAC es la falta de floración. Las muy pocas accesiones que florecieron en julio lograron establecer la semilla. Estas fueron C. macrocarpum CIAT 15375 (BRA 012599), C. macrocarpum CIAT 15373 (BRA 012599), y C. macrocarpum CIAT 15376 (BRA 012599).

Se registró una excelente resistencia a enfermedades pero floración tardía y una baja producción de semilla en las accesiones de C. acutifolium CIAT 5278 (BRA 003221) y CIAT 15086 (BRA 012165). Centrosema acutifolium CIAT 15531 (BRA 009181) de Mato Grosso permaneció verde durante la estación seca y demostró una alta resistencia a las enfermedades foliares. La producción de semilla, sin embargo, fue escasa. Otro grupo de accesiones de C. acutifolium (CIAT 15445 = BRA 013421, CIAT 15446 = BRA 013439, y CIAT 15447 = BRA 013447, de floración tardía y algo menos productivas pero altamente resistentes a las enfermedades) se originó en Amazonas, Venezuela.

Se seleccionaron dos accesiones de Centrosema para producción básica de semilla; C. brachypodum CIAT 5850 (BRA 006572) y C. brasilianum CIAT 5234 x CIAT 5225 (BRA 012297). Estas accesiones han demostrado tolerancia en el campo a micoplasma (HPA) y produjeron altos rendimientos de semilla. Se establecieron parcelas pequeñas de cada accesión bajo riego en abril de 1987. C. brasilianum produjo abundante semilla a pesar de la siembra tardía mientras que C. brachypodum produjo pocas semillas.

#### Evaluación de Stylosanthes guianensis var. pauciflora bajo pastoreo

En diciembre 1983 se estableció un experimento de pastoreo en el LVE, para evaluar dos accesiones de S. guianensis var. pauciflora CIAT 2243 (cv. Bandeirante) y CIAT 2245. Cada leguminosa se sembró con A. gayanus cv. Planaltina, Brachiaria brizantha cv. Marandú y Panicum maximum CIAT 6116. Se combinaron los tratamientos de gramíneas-leguminosas factorialmente con dos tratamientos de carga de 1.0 y 2.0 animales por hectárea (tasa de carga baja y alta, respectivamente), obtenida mediante el ajuste del tamaño de la parcela (carga alta = 320 m<sup>2</sup> y carga baja = 480 m<sup>2</sup>). El diseño utilizado fue una parcela dividida con asociaciones como parcelas principales y la carga alta como subparcelas, sin repeticiones. Las parcelas fueron pastoreadas por vacas Gir, una por potrero, durante 2 días cada 3 semanas en la estación lluviosa y durante 4 días cada 6 semanas en la estación seca. El pastoreo comenzó en noviembre 1984 y el experimento concluyó a finales de la época seca de 1987.

A los 50 días después de la siembra, las leguminosas promediaron 8 plantas por m<sup>2</sup>. En la etapa posterior al establecimiento, la leguminosa era dominante en todos los tratamientos,

excepto en las asociaciones del cv. Marandú CIAT 2245 y en el tratamiento de carga alta. En Mayo de 1987 la densidad de plantas de CIAT 2245 se redujo a menos de 5 plantas por m<sup>2</sup> en ambos tratamientos de carga y en las asociaciones con las tres especies de gramíneas. Se registró un incremento en la población del cv. Bandeirante en la carga baja en asociación con P. maximum CIAT 6116. Esta gramínea ha mostrado síntomas de una extrema deficiencia de nutrientes y se registró una marcada reducción en su rendimiento de MS durante las últimas dos estaciones de pastoreo. Al final del experimento se redujo la población de la leguminosa en los tratamientos de carga alta en asociación con A. gayanus y P. maximum y desapareció completamente de las asociaciones con el cv. Marandú en el tratamiento de carga alta (Cuadro 7 y Figura i).

#### Evaluación de C. brasilianum en asociación con gramíneas

En Diciembre de 1984 se establecieron ocho accesiones de Centrosema, cada una en asociación con A. gayanus o Brachiaria brizantha cv. Marandú, para ser evaluadas bajo pastoreo. Las accesiones fueron: C. brasilianum CIAT 5234, C. brasilianum CIAT 5523, C. brasilianum CIAT 5824, C. acutifolium CIAT 5277, C. acutifolium CIAT 5568, C. pubescens x C. macrocarpum CIAT 5052 x 5062, y C. pubescens x C. macrocarpum CIAT 5189 x 5062 con A. gayanus.

Las combinaciones de los 16 tratamientos se arreglaron en bloques al azar y el tamaño de la parcela fue de 250 m<sup>2</sup>. Se utilizó una carga de un animal por parcela durante 2 días a intervalos de 3 semanas durante la estación lluviosa y de 1 animal durante 4 días a intervalos de 6 semanas durante la estación seca. El establecimiento de las accesiones de C. brasilianum fue bueno, pero las poblaciones de otras especies fueron

pobres. Se observó un contenido más alto de legumina en las asociaciones con A. gayanus que con el cv. Marandú.

La leguminosa sobresaliente fue C. brasilianum CIAT 5234; se mantuvo un alto porcentaje de esta leguminosa en la asociación con A. gayanus y predominó durante la estación lluviosa cuando se pastoreó preferentemente A. gayanus. Los contenidos iniciales de la leguminosa en las parcelas con B. brizantha fueron el 50% de los de las parcelas con A. gayanus. En Mayo de 1987 sólo se encontraron rastros de las leguminosas en todos los demás tratamientos. C. brasilianum CIAT 5234 estuvo libre de plagas y enfermedades y ha demostrado una excelente tolerancia a la sequía, permaneciendo verde en 1987 durante en período seco de 3 meses (Cuadro 8).

#### Evaluación de las asociaciones gramíneas-leguminosas en el área de várzeas

Se ampliaron las actividades en el área de várzeas durante 1987. Se estableció un experimento de pastoreo en pequeña escala en esta área en Mayo de 1987. Este ensayo comprende cuatro accesiones seleccionadas de cada una de las siguientes leguminosas: Arachis pintoi (CIAT 18748 [BRA 015121], CIAT 18750 [BRA 015598], CIAT 18749 [BRA 0152531], CIAT 17434 [BRA 013251]), Desmodium ovalifolium (CIAT 13085 [BRA 008389], CIAT 13110 [BRA 008157], CIAT 13135 [BRA 008141], CIAT 13289 [BRA 008168]) y Pueraria phaseoloides (CIAT 7182 [BRA 0005821], CIAT 8042 [BRA 0006123], CIAT 17300 [BRA 0007611], CIAT 17320 [BRA 000817]). Estas leguminosas se sembraron en asociación con las siguientes gramíneas: A. pintoi - B. dictyoneura (CIAT 6133 [BRA 0014491]), A. pintoi - Paspalum sp. aff. plicatum BRA 008486, D. ovalifolium - B. dictyoneura BRA 001449, D. ovalifolium - P. sp. aff. plicatum BRA 008486, P. phaseoloides - Paspalum conspersum BRA 000159, P. phaseoloides - P. sp. aff. plicatum BRA 001449.

Cuadro 7. Rendimientos iniciales de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de 3 gramíneas en asociación con S. guianensis var. pauciflora cv. Bandeirante y CIAT 2245.

		Andropogon		Marandú		P. maximum	
		Carga		Carga		Carga	
		Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
<u>S. guianensis</u> cv. Bandeirante	11/84	2950(73)*	3930(79)	4220(80)	3680(84)	2940(71)	2640(57)
	05/85	2310(84)	3190(69)	3670(60)	3690(60)	2880(62)	3290(81)
	11/85	670(36)	2207(56)	1702(46)	1817(60)	1110(54)	2205(80)
	05/86	665(10)	2247(34)	1810( 4)	3377(20)	1167( 4)	1608(20)
	11/86	385(25)	590(18)	1047( 0)	1000( 1)	680(21)	565(24)
	04/87	1530(16)	1410(40)	2275( 0)	2390( 0)	1840( 0)	1785(64)
<u>S. guianensis</u> CIAT 2245	11/84	3220(57)	2180(65)	2860(73)	2880(84)	3350(78)	2780(70)
	05/85	3190(82)	3160(67)	4440(26)	4040(75)	2530(66)	3130(78)
	11/85	1340(50)	2195(51)	2145(37)	3337(64)	1097(35)	2107(60)
	05/86	950(14)	3501(33)	2372( 6)	2347(32)	790(15)	1985(58)
	11/86	545( 4)	1377(24)	707( 0)	1410(46)	365(29)	1845(70)
	05/87	2180(12)	1320(10)	2495( 0)	2645( 6)	1330(25)	2930(44)

\* Los valores en paréntesis representan los contenidos de leguminosa (% MS).

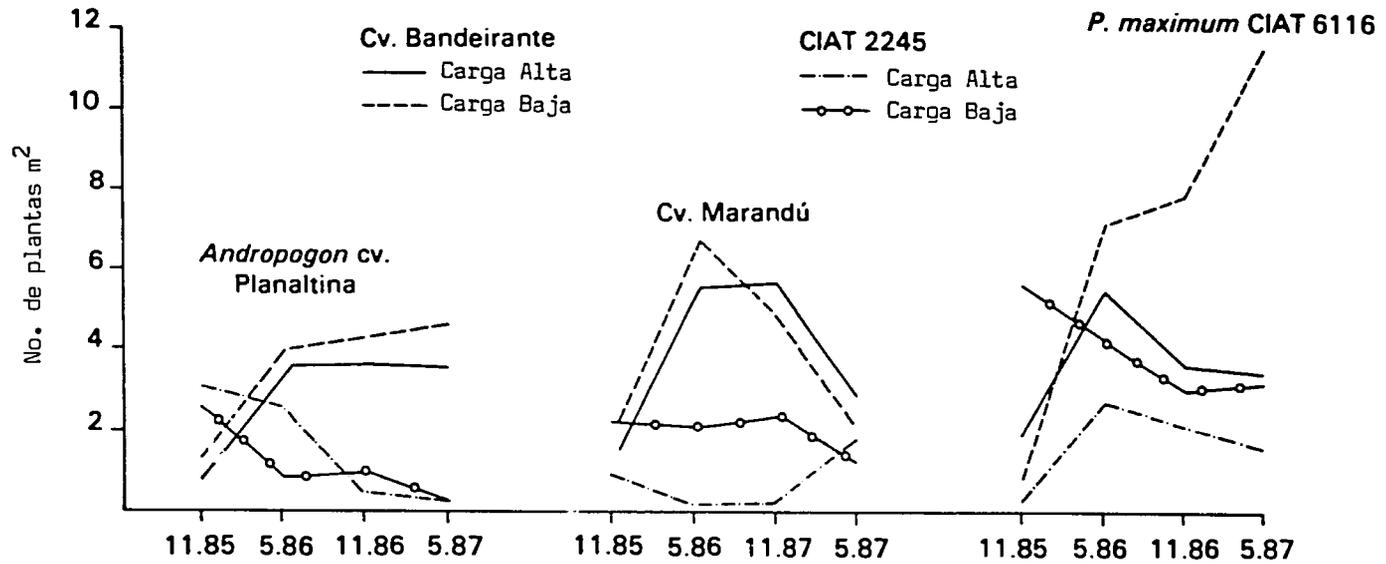


Figura 1. Densidades de plantas en asociaciones de gramíneas con *S. guianensis* var. *pauciflora* pastoreadas bajo dos cargas 2 an/ha, 1 an/ha, CPAC, Planaltina.

No. de plantas m		
cv. Bandeirante	Carga alta	CIAT 2245 Carga alta
	Carga baja	Carga baja

Cuadro 8. Rendimientos iniciales de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de 3 accesiones de C. brasilianum en asociación con A. gayanus cv. Planaltina o B. brizantha cv. Marandú.

Leguminosas	A. gayanus				cv. Marandú			
	11/85	5/86	11/86)	5/87	11/85	5/86	11/86	5/87
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5234	1130(60)*	2267(81)	955(66)	825(42)	1350(22)	1849(28)	547(27)	1025(7)
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5523	1217(50)	1520(52)	712(41)	720(10)	1822(11)	1659(17)	769(2)	1410(3)
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5824	1540(29)	1297(41)	635(1)	785(10)	1557(5)	1762(7)	480(5)	920(-)

\* Los valores en paréntesis representan los contenidos de leguminosa (% MS).

La fuerte competencia de malezas y la invasión de algunas parcelas por una especie nativa de Zornia retardó el establecimiento. Sin embargo, se observó una mejoría general al final de la estación seca. Las accesiones de Arachis pintoi demostraron excelente resistencia a las condiciones secas en esta situación.

### Producción de Semillas

Durante la estación se inició la producción de semillas de especies promisorias. Se establecieron parcelas de 1 ha de los cultivares Bandeirante y Pioneiro, S. capitata CIAT 1097 (BRA 005886), S. guianensis var. vulgaris CIAT 2950 (BRA 017817), el híbrido de Panicum maximum (BRA 008761) y Paspalum spp. aff. plicatum (BRA 001449). El objetivo fue producir cantidades adecuadas de semilla para el trabajo experimental y los ensayos de validación en fincas. Se cosechó S. capitata CIAT 1097 (BRA 005886) en Agosto con una combinada. El área de 1.2 ha con este cultivo de semilla produjo 850 kg ha<sup>-1</sup> de semilla en la vaina. Las otras especies produjeron cantidades menores de semilla. El híbrido de P. maximum produjo 16 kg ha<sup>-1</sup> de semilla limpia. Este pasto guinea es un tipo productivo, de porte intermedio y tiene una proporción alta de hoja: tallo y una excelente tolerancia a la sequía.

Se sembraron 18 accesiones entre Abril 1 y Mayo 15 (Cuadro 9) para la producción de semilla básica en un área nueva de LVE previamente sembrada con trigo.

Se aplicó el riego suplementario durante la estación seca. Se logró un buen establecimiento durante la primera siembra pero la emergencia fue variable debido a las bajas temperaturas al momento de la siembra tardía. Se cosechó a mano la semilla del

híbrido de C. brasilianum (CIAT 5234 x 5224) en Agosto/Septiembre. La parcela de hileras de 3 x 10 m produjo 2.5 kg de semilla limpia. Esta accesión es particularmente una buena productora de semilla y hasta la fecha no se ha observado MHP en esta parcela. Se tomaron muestras de semilla de las parcelas de multiplicación de cuatro accesiones de Arachis pintoi. Los rendimientos de semilla descascarada excedieron 1 t ha<sup>-1</sup>.

### Ensayos Regionales

De los 12 ensayos regionales establecidos en 1983 se concluyeron 10 durante el año y los dos restantes, en Vilhena (Rondonia) y Araguaína (Goiás), serán concluidos en corto tiempo. Ahora se pueden resumir los resultados. Se han identificado las especies adaptadas a un amplio rango de condiciones ambientales dentro de las latitudes 3°N y 22°S. Indiscutiblemente, la especie clave para los suelos arenosos de baja fertilidad de los Cerrados del norte es Stylosanthes capitata. El mejor comportamiento en general lo demostró S. capitata CIAT 1097 (BRA 005886) y CIAT 1019 (BRA 007257). Ambas accesiones de S. capitata producen semilla en abundancia, a pesar de los ataques del perforador de botones (Stegasta bosquella). Se ha propuesto la liberación de S. capitata CIAT 1097 (BRA 005886) en el próximo año. El éxito del proyecto de multiplicación de semilla con la accesión CIAT 1097 facilitará la liberación comercial temprana de esta especie promisoría.

El comportamiento de las accesiones de S. guianensis var. pauciflora ha sido variable en las diferentes localidades del ensayo. La susceptibilidad a las plagas y las enfermedades ha sido responsable de la mala supervivencia en algunas localidades. En general,

Cuadro 9. Multiplicación de semilla básica durante 1986/87.

No. de Parcela	Especies	Accesión No.		Tamaño de la parcela
		CIAT	BRA	
1	<u>D. ovalifolium</u>	13103	007994	2 x 10 m
2	<u>P. phaseoloides</u>	17283	000697	2 x 10 m
3	<u>D. ovalifolium</u>	13130	008095	3 x 10 m
4	<u>P. phaseoloides</u>	17300	000761	3 x 10 m
5	<u>S. capitata</u> híbrido 56(EMH)*	-	-	3 x 10 m
6	<u>D. ovalifolium</u>	13104	008001	84 plantas
7	<u>S. capitata</u>	10396	029084	3 x 10 m
8	<u>D. ovalifolium</u>	13135	008125	2 x 10 m
9	<u>C. arenarium</u>	5850	006572	22 plantas
10	<u>C. brasilianum</u> híbrido	5234 x 5224	012297	42 plantas
11	<u>S. guianensis</u> var. <u>canescens</u> (?)	10993	032826	3 x 10 m
12	<u>D. ovalifolium</u>	13110	008257	15 x 10 m
13	<u>S. guianensis</u> var. <u>vulgaris</u>	10926	031879	3 x 10 m
14	<u>P. phaseoloides</u>	7182	000582	17 x 10 m
15	<u>D. ovalifolium</u>	3266	007650	3 x 10 m
16	<u>P. phaseoloides</u>	17320	000817	17 x 10 m
17	<u>D. heterocarpon</u>	13178	008478	22 x 10 m
18	<u>D. strigillosum</u>	13156	008613	22 x 10 m

\* Número del mejorador.

las accesiones CIAT 2245 y 1095 parecen ser mejores en términos de persistencia que el control cv. Bandeirante. En los suelos arenosos de Boa Vista (Roraima), las accesiones CIAT 1095, 2191 y 2245 fueron las mejores. En Macapá CIAT 1095, 2203 y el cv. Bandeirante fueron las mejores accesiones y CIAT 2245 se vió severamente afectada por la antracnosis. En Piauí, CIAT 2244 fue la mejor de las seis accesiones evaluadas.

Las accesiones de S. macrocephala están aún más restringidas en su rango de adaptación. Se han registrado pérdidas del 75% en las poblaciones debido a la antracnosis, aun con una de las mejores accesiones (CIAT 2039) en la región norte del Cerrado.

Se planean los siguientes ensayos ERB para 1987/88: en Macapá, Amapá (UEPAT, Macapá); Goiania, Goiás (Universidad

de Goiás), Lucas do Rio Verde (EMPA); Rondonópolis, Mato Grosso (EMPA); Canarana, Mato Grosso (EMPA); Campo Grande, Mato Grosso do Sul (CNPGC); Planaltina, DF (Colegio Agrícola de Brasilia); Belém, Pará (CPATU) (Cuadros 10 y 11). También se han programado los ensayos tipo C para 1988/89 en Amapá, Roraima y Mato Grosso do Sul.

Se han finalizado los planes para establecer ensayos regionales A y B en Paraguay y Bolivia. Se han hecho contactos con el MAG en Paraguay y en Bolivia con el Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz, y la Universidad Técnica del Beni. En los Cuadros 12 y 13 aparecen los materiales de siembra suministrados para el ERA Paraguay y Bolivia. Además de la colección de tréboles del este de Africa, se enviaron accesiones seleccionadas de Brachiaria spp. (ver Cuadro 1) al MAG, Paraguay.

Cuadro 10. Lista de las especies para los ensayos ERB en Brasil.

Tratamientos	CIAT	BRA
<u>Stylosanthes guianensis</u> var. <u>vulgaris</u>	2950	017817
<u>S. guianensis</u> var. <u>vulgaris</u>	2953	019097
<u>S. guianensis</u> var. <u>pauciflora</u>	1808	015628
<u>S. guianensis</u> var. <u>pauciflora</u>	2078	008150
<u>S. guianensis</u> var. <u>pauciflora</u>	2982	022861
<u>S. guianensis</u> var. <u>pauciflora</u>	2326	011932
<u>S. guianensis</u> var. <u>pauciflora</u>	1317	001333
<u>S. macrocephala</u>	2133	008419
<u>S. macrocephala</u>	10007	022781
<u>S. macrocephala</u>	10009	022837
<u>S. viscosa</u>	2903	022519
<u>S. capitata</u> No. 56*		
<u>Centrosema brasilianum</u>	5234	006025
<u>Centrosema</u> híbrido ( <u>C. pubescens</u> x <u>C. macrocarpum</u> ) <sup>+</sup>		
<u>Centrosema</u> sp. <sup>**</sup> 343	15531	009181
<u>Centrosema</u> sp. 352	5112	009211
<u>Centrosema</u> sp. 354	15533	009229
<u>Centrosema</u> sp. 372	15530	009237
<u>Panicum maximum</u>	-	008826
<u>Panicum maximum</u>	-	008761
<u>Panicum maximum</u>	-	008788
<u>Paspalum conspersum</u>	-	000159
<u>Paspalum</u> sp. aff. <u>plicatulum</u>	-	001449

\* Número del mejorador (EMH)

\*\* No. CNPGC

+ No. CPAC 2519 (EMH)

(No. BRA no disponible)

Cuadro 11. Semilla o material vegetativo de Brachiaria spp. suministrado al CPATU.

Especies	BRA	CIAT
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>		
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002780	
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002917	16119
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002941	16135
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003051	16142
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003131	16155
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003271	16164
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003301	16297
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003387	16300
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003506	16308
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003735	16322
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003760	16443
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003816	16448
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004227	16455
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004235	16829
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002739	16830
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002861	16113
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>		16127
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002895	16132
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002976	16133
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003212	16145
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003298	16289
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003450	16299
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003468	16316
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	003891	16317
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004553	16467
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004472	26181
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004529	16497
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004570	16502
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004651	26185
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u>	004669	26295
<u>Brachiaria</u> <u>ruziziensis</u>	005541	26296
<u>Brachiaria</u> <u>ruziziensis</u>	005657	16551
<u>Brachiaria</u> <u>humidicola</u>	004812	26180
<u>Brachiaria</u> <u>humidicola</u>	004863	16180
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	005126	16867
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002691	26154
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002801	16107
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	002917	16121
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003158	16135
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003247	16168
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003310	16294
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003441	16301
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003476	16315
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003484	16318
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003638	16319
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003891	16339
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	003948	16467
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004219	16473
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004300	16827
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004391	26110
<u>Brachiaria</u> <u>brizantha</u>	004502	16488
<u>Brachiaria</u> <u>leucacrantha</u>	005886	16500
<u>Brachiaria</u> <u>humidicola</u>	005126	16549
		26154

102

Cuadro 12. Lista de especies para los ensayos ERA en Paraguay.

Tréboles del Este de Africa - ERA Paraguay	ILCA No.
<u>Trifolium quartiniianum</u>	6300
<u>Trifolium quartinianum</u>	7675
<u>Trifolium quartinianum</u>	9428
<u>Trifolium steudneri</u>	9712
<u>Trifolium steudneri</u>	7637
<u>Trifolium steudneri</u>	9720
<u>Trifolium decorum</u>	6272
<u>Trifolium decorum</u>	6264
<u>Trifolium decorum</u>	7776
<u>Trifolium rueppellianum</u>	9690
<u>Trifolium rueppellianum</u>	9369
<u>Trifolium rueppellianum</u>	6218
<u>Trifolium tembense</u>	7102
<u>Trifolium tembense</u>	9681
<u>Trifolium mattirolianum</u>	6293
<u>Trifolium mattirolianum</u>	8406
<u>Trifolium pichisermallii</u>	8227
<u>Trifolium pichisermallii</u>	9960
<u>Trifolium polystachyum</u>	6298
<u>Trifolium polystachyum</u>	10220

Cuadro 13. Lista de especies enviadas a Bolivia - ERA.

Especies	BRA
<u>Panicum maximum</u>	008761
<u>Panicum maximum</u> cv. Tobiata	
<u>Panicum maximum</u> cv. Coloniao	
<u>Paspalum guenoarum</u>	010707
<u>Paspalum conspersum</u>	000159
<u>Paspalum</u> sp. gr. <u>plicatula</u>	009610
<u>Brachiaria brizantha</u>	005591
<u>Brachiaria humidicola</u>	001546
<u>Brachiaria dictyoneura</u>	001449
<u>Andropogon gayanus</u> cv. Planaltina	000019
<u>Stylosanthes capitata</u> híbrido No.56 (EMH)	
<u>Stylosanthes capitata</u>	005886
<u>Stylosanthes guianensis</u>	035068
<u>Stylosanthes guianensis</u> cv. Bandeirante	003671
<u>Stylosanthes guianensis</u> (cv. Mineirao)	017817
<u>Stylosanthes guianensis</u>	017230
<u>Stylosanthes guianensis</u>	015628
<u>Desmodium ovalifolium</u>	008401
<u>Desmodium ovalifolium</u>	008419
<u>Pueraria phaseoloides</u>	000582
<u>Arachis pintoii</u>	013251
<u>Leucaena leucocephala</u> cv. Cunningham	000027
<u>Cajanus cajan</u>	
<u>Centrosema brasilianum</u> híbrido	012297

## 5. AGRONOMIA TROPICO HUMEDO

El proyecto colaborativo de INIPA/IVITA/CIAT tiene como objetivo principal la selección de germoplasma de leguminosas y gramíneas adaptadas a condiciones de trópico húmedo para recuperar áreas degradadas mediante pasturas de alta productividad y estabilidad. Los estudios se están realizando en la Estación Experimental de IVITA, cerca de Pucallpa, Perú. La región corresponde al ecosistema de Bosque Tropical Semi-siempreverde Estacional. La temperatura media anual es de 25.1°C y la precipitación media anual de 1770 mm; su distribución se muestra en la Figura 1. Los suelos típicos de la zona son Ultisoles. Las características físi-

cas y químicas del suelo donde se realizan las evaluaciones de germoplasma se presentan en el Cuadro 1. Durante 1987 las evaluaciones incluyeron 486 accesiones de leguminosas y 89 accesiones de gramíneas (Cuadro 2). Ninguno de los experimentos ha sido concluido y, por lo tanto, la información que se presenta es todavía preliminar.

El año 1987 ha sido extraordinariamente seco como lo muestra la Figura 1. El estrés de agua afectó el comportamiento del germoplasma, causando defoliación especialmente en las colecciones de Zornia spp., Desmodium heterophyllum, Arachis pintoi y

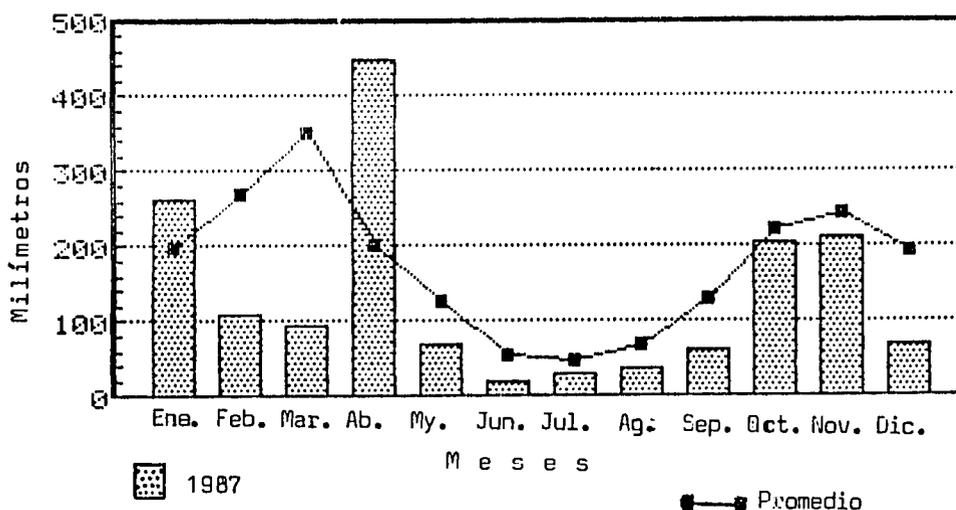


Figura 1. Características climáticas de la región de Pucallpa, Perú. (Fuente: Reyes, C. y Ordoñez, H. 1985).

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo (0-20 cm) para la evaluación de germoplasma forrajero, Estación Experimental de IVITA, Pucallpa, Perú.

Arcilla	Limo	Arena	pH	MO	P	Cationes Intercambiab.				Sat.Al	S
						(meq/100g)					
-----%				%	ppm	Al	Ca	Mg	K	%	ppm
48	33	19	4.5	1.8	2.1	4.4	0.70	0.28	0.09	80	12

Cuadro 2. Germoplasma forrajero bajo evaluación a nivel de Categoría II durante 1987.

Especie	No. de accesiones
<b>LEGUMINOSAS</b>	
<u>Arachis pintoii</u>	8
<u>Centrosema acutifolium</u>	22
<u>Centrosema brasilianum</u>	23
<u>Centrosema macrocarpum</u>	137
<u>Desmodium heterophyllum</u>	20
<u>Desmodium ovalifolium</u>	82
<u>Leucaena leucocephala</u>	22
<u>Pueraria phaseoloides</u>	75
<u>Stylosanthes guianensis</u>	18
<u>Zornia glabra</u>	23
<u>Zornia latifolia</u>	14
<u>Zornia spp.</u>	36
Especies varias	6
Total leguminosas	486
<b>GRAMINEAS</b>	
<u>Andropogon gayanus</u>	1
<u>Brachiaria spp.</u>	65
<u>Panicum maximum</u>	23
Total gramíneas	89
TOTAL ACCESIONES	575

Pueraria phaseoloides.

Evaluación agronómica de germoplasma de leguminosas y gramíneas (Categoría II)

Esta categoría de evaluación se realiza en pequeñas parcelas para seleccionar leguminosas y gramíneas por su adaptación al ambiente. Sobre parcelas con 575 accesiones (ver Cuadro 2), se efectuaron evaluaciones sobre vigor de las plantas durante el establecimiento, resistencia a plagas y enfermedades, rendimiento de materia seca, período de floración y producción de semillas.

Desmodium ovalifolium

La mayoría de las 82 accesiones mostraron buen vigor y adaptación al ecosistema. El Cuadro 3 da una caracterización preliminar de la colección con base en rendimiento de materia seca en las épocas de mínima y máxima precipitación en 1987 y muestra considerable variabilidad entre las accesiones. Las accesiones más vigorosas en la época lluviosa, entre ellas el testigo CIAT 350, se agruparon en los conglomerados 2 y 4. Sin embargo, las accesiones pertenecientes al conglomerado 4 disminuyeron su rendimiento en la época de mínima precipitación en forma más drástica

65

Cuadro 3. Caracterización preliminar de 82 accesiones de Desmodium ovalifolium por análisis de conglomerado, en base a rendimiento de materia seca en dos épocas de precipitación en 1987 (experimento no concluido).

Conglomerado (R <sup>2</sup> =0.90)	Accesiones CIAT No.	Rendimiento de MS g/m <sup>2</sup> /3 meses			
		Mx precipitación Media      Rango		Mn precipitación Media      Rango	
1	3607- 3781- 3784 13093--13096-13103 13104--13118-13125 13133-13136--13137 13139-13648	369	(351-387)	104	( 77-160)
2	13090-13111-13121 13124-13126-13127 13131-13132-13135 13302-13647	428	(401-458)	124	(111-162)
3	3652- 3663- 3666 3673- 3674-13089 13094-13100-13102 13105-13106-13107 13116-13289-13651 13654	409	(377-444)	73	( 39-102)
4	350- 3608-13088 13092-13113-13129 13130-13400-13653	492	(460-535)	104	( 67-161)
5	3668- 3776- 3793 3794-13081-13082 13083-13095-13097 13098-13099-13122 13128-13134-13305 13307-13649	331	(277-368)	74	( 22-117)
6	3778- 3780-13030 13085-13091-13101 13108-13109-13115 13117-13120-13370	235	(204-263)	56	( 33-97)
7	3788-13110-13114	165	(147-179)	46	( 37- 61)

que los materiales del grupo 2. La disminución de la productividad durante la época seca, ha sido grande en toda la colección.

Varias accesiones mostraron, en la mitad de la época de máxima precipitación, poco vigor en combinación con un crecimiento desigual entre plantas dentro de la misma parcela. Este fenómeno estuvo relacionado con la presencia del nemátodo del nudo de la raíz que se detectó en 12 accesiones, pertenecientes a los conglomerados 5, 6 y 7, con una excepción. CIAT 3788 fue la accesión más afectada, a pesar de haber sido promisoría durante el año del establecimiento. Sin embargo, la mayoría de las accesiones afectadas se han recuperado de este problema. En general, la colección no mostró otros problemas de enfermedades y plagas.

Es conocido que esta especie no tiene buena aceptabilidad por el ganado. Por lo tanto, en 1988 se efectuará una evaluación sobre la preferencia relativa para obtener otro criterio importante para la selección de materiales aparte de su adaptación general.

#### Desmodium heterophyllum

Esta colección de 20 accesiones en su mayoría tuvo una producción de materia seca muy baja. El Cuadro 4 muestra una agrupación de las accesiones en base a rendimiento de materia seca y altura de plantas en las épocas de mínima y máxima precipitación. En el conglomerado 1 se encuentran accesiones de crecimiento muy postrado cuya producción de materia seca fue extremadamente baja. Las accesiones CIAT 13194, 13135 y 13383 (conglomerado 3) de crecimiento semierecto tuvieron rendimientos superiores al testigo cv. Johnstone (CIAT 349) en la época de máxima precipitación. Sin embargo, su productividad fue también muy baja en la época de mínima precipitación durante la cual se presentó fuerte defoliación. En general, la recuperación de las accesiones en la época

de lluvias fue muy lenta. Con respecto a enfermedades, se presentó añublo foliar causado por Rhizoctonia sp. en forma leve en toda la colección.

#### Centrosema macrocarpum

Esta especie siguió destacándose por su buena adaptación general al ecosistema. Las 137 accesiones no mostraron mayores pérdidas de hojas durante la severa época seca en 1987. La floración y producción de semillas fue mejor que en el año anterior. Existe un grupo de 13 accesiones que combinan buenos rendimientos de materia seca con alto potencial de producción de semillas. Solamente 7 accesiones no produjeron ninguna semilla. En la colección se observaron añublo foliar por Rhizoctonia, mancha foliar por Cercospora y comedores de hojas, pero su incidencia fue en general baja.

#### Centrosema acutifolium

La floración comenzó en este año más temprano y fue más abundante que en el año anterior. La mayoría de las accesiones empezó a florecer en Abril y Mayo, mientras pocas accesiones, entre ellas CIAT 5897, iniciaron su floración en Marzo. La floración terminó en Julio cuando la mayoría de las accesiones tuvo su máxima producción de semillas. Las accesiones CIAT 5112, 5277, 5564, 5610, 5897 y 15086 mostraron un alto potencial de producción de semillas en combinación con buenos rendimientos de materia seca. En todas las accesiones se detectaron añublo foliar por Rhizoctonia en la época lluviosa; sin embargo, se registró en general una buena recuperación poco después de la infestación.

#### Centrosema brasilianum

Las accesiones CIAT 5657, 5671, 15387 y 15524, tuvieron superiores rendimientos de materia seca. Además, su susceptibilidad al añublo foliar por Rhizoctonia fue baja a moderada, mostrando buena capacidad de recuperarse del daño causado por este hongo.

Cuadro 4. Agrupación de 20 accesiones de Desmodium heterophyllum por análisis de conglomerado, en base a rendimiento de materia seca y altura de plantas en épocas de máxima y mínima precipitación en 1987.

Conglomerado (R <sup>2</sup> =0.94)	Accesiones CIAT No.	Rendimiento de MS (g/m <sup>2</sup> /3 meses)				Altura de plantas (cm)			
		Mx ppt.		Mn ppt.		Mx ppt.		Mn ppt.	
		Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
1	3774- 3779- 3782- 3783 3789- 3791- 3792-13190 13191-13197-13200-13202 13203	12	( 0- 35)	2	( 0- 8)	4.4	( 2.8- 7.9)	4.8	(3.9- 6.4)
2	349-13192-13196-13198	75	( 59- 96)	7	( 5-13)	12.9	( 8.9-16.9)	8.1	(5.9-11.3)
3	13194-13195-13383	148	(131-171)	13	(10-18)	21.3	(18.8-23.3)	10.9	(9.7-12.8)

La floración ocurrió principalmente desde Marzo hasta Agosto, llegando a un máximo en el mes de Junio. En Octubre se observó cierta reactivación del florecimiento. La producción de semilla varía considerablemente entre las accesiones.

#### Pueraria phaseoloides

La mayoría de las accesiones se mostraron vigorosas durante la época de máxima precipitación, pero su producción de materia seca declinó en forma drástica en la época de mínima precipitación durante la cual se observó una defoliación marcada. La colección mostró diferencias considerables en producción de materia seca (Cuadro 5). En la época de máxima precipitación las accesiones en los conglomerados 6 (sobresalientes) y 2, y a menor grado 3, tuvieron mayor rendimiento que el testigo (CIAT 9900) sin embargo, en la época de mínima precipitación las diferencias entre estos grupos fueron menos pronunciadas.

En forma leve se presentó mancha foliar por Cercospora en un 81% de la colección y algunas accesiones mostraron síntomas de Rhizoctonia o antracnosis. Referente a insectos, se observó en toda la colección comedores de hojas, siendo el daño leve a moderado en la mayoría de las accesiones.

La floración se inició principalmente en Mayo y Junio, en algunas accesiones en Abril y Julio. La máxima floración se observó en Julio y su final en Septiembre. En general, la floración fue abundante, pero debido a un excesivo aborto de flores la producción de semillas fue extremadamente baja en 59 accesiones. No produjeron semilla 16 de las 75 accesiones evaluadas.

#### Arachis pintoi

El vigor de las 8 accesiones bajo evaluación disminuyó en forma drástica durante la época de mínima precipita-

ción. Sin embargo, las accesiones CIAT 17434 (control), 18747, 18748 y 18752 mostraron menos defoliación que las demás y resultaron ser más rápidas en su capacidad de rebrotar de los estolones con el inicio de las lluvias. En la época de máxima precipitación CIAT 18747, seguida por 17434 y 18752 se presentaron como las accesiones más vigorosas. En todas las accesiones se observó una leve incidencia de mancha foliar por Cercospora y añublo foliar por Rhizoctonia.

#### Leucaena leucocephala

Ninguna de las accesiones mostró una adaptación aceptable a las condiciones edáficas durante el año del establecimiento.

#### Zornia glabra

La colección se presentó excelente con respecto a vigor y adaptación general durante la época de máxima precipitación. El vigor bajó considerablemente en la época de mínima precipitación. Con respecto al rendimiento de materia seca, ninguna accesión fue significativamente superior al testigo en un corte realizado en la época seca. La prolongada ausencia de lluvias causó una defoliación fuerte. Las accesiones CIAT 255, 286, 7847, 8308 y 8348 figuraron entre las más resistentes a la sequía. Con excepción de CIAT 8858 que se distingue morfológicamente de las demás accesiones, toda la colección se recuperó rápidamente con las primeras lluvias, observándose una buena germinación de semillas caídas. En la época de máxima precipitación se detectaron síntomas de mancha foliar por Drechslera, añublo foliar por Rhizoctonia y costra por Sphaceloma en forma leve en la mayoría de la colección. No se encontraron mayores problemas con insectos.

#### Zornia latifolia

Las accesiones de esta especie muestra-

Cuadro 5. Clasificación preliminar de 75 accesiones de Pueraria phaseoloides por análisis de conglomerado, en base a rendimiento de materia seca en épocas de máxima y mínima precipitación en 1987 (experimento no concluido).

Conglomerado (R <sup>2</sup> =0.91)	Accesiones CIAT No.	Rendimiento de MS (g/m <sup>2</sup> /3 meses)			
		Mx ppt.		Mn ppt.	
		Media	Rango	Media	Rango
1	8042- 8047- 8171- 9021- 9900 17278-17279-17287-17291-17296 17300-17301-17311-17315-17316 17322-17324-17327-17433-18034	123	( 98-140)	41	(13-74)
2	736- 7182- 8352- 9261-17283 17284-17292-17295-17303-17310 17321-17325-17765	203	(179-218)	41	(23-52)
3	744- 815- 829- 7978- 9020 9188- 9279-17285-17286-17288 17290-17293-17302-17305-17308 17314-17320-17323-17326-18029	164	(152-183)	52	(19-88)
4	4600- 8834-17281-17298-17304 17307-17328-18030-18031-18032 18038-18380	65	( 48- 84)	32	( 0-55)
5	17282-18028-18033-18037-18039 18378	27	( 19- 37)	15	( 0-37)
6	7979-17297-17466-17766	271	(246-303)	53	(38-71)

ron en general menor vigor y adaptación que la mayoría de la colección de Z. glabra. Los daños por chupadores fueron comunes en todas las accesiones y causaron durante la época de máxima precipitación mayor daño en las accesiones CIAT 728 (control), 9282 y 14053. Con respecto a las enfermedades mancha foliar por Drechslera y costra por Sphaceloma causaron leves daños en la colección, mientras el añublo foliar por Rhizoctonia se registró en 10 accesiones sin observarse mayor daño. La época seca causó una defoliación marcada. CIAT 8049 y 8417 desaparecieron pero se recuperaron con las lluvias por la germinación de semillas caídas. Las acce-

siones CIAT 7690, 7772, 9225 y 9226 se presentaron como más tolerantes a la sequía.

#### Zornia spp.

En esta colección se observó bastante variabilidad morfológica. El potencial de producción de materia seca, sin embargo, se consideró muy bajo en la mayoría de las accesiones. En toda la colección se ha detectado mancha foliar por Drechslera y con algunas excepciones añublo foliar por Rhizoctonia y costra por Sphaceloma. Comedores y chupadores de hojas se registraron en todas las accesiones. Hubo una defoliación fuerte en la

Cuadro 6. Caracterización de 23 accesiones de Panicum maximum por análisis de conglomerado, en base a cobertura del suelo y altura de follaje a los 4 meses del establecimiento.

Conglomerado (R <sup>2</sup> =0.85)	Accesiones CIAT No.	Cobertura (%)		Altura de follaje (cm)	
		Media	Rango	Media	Rango
1	689-6106-6118-6140 6172-6175-6567-6798 6799-6822-6860-6900 6907-6947	79	(68-93)	97	(80-113)
2	6836-6967-16022	45	(42-49)	87	(79- 98)
3	6176-6534-16065	68	(62-73)	57	(46- 69)
4	6179-6922	34	(27-42)	44	(43- 45)
5	6863	74	(74)	148	(148)

mayoría de las accesiones durante le época de mínima precipitación. Las accesiones más tolerantes a la sequía incluyeron CIAT 7196, 9915, 9925, 9926, 14070 y 14073.

Antes de efectuar selecciones de las accesiones más adaptadas de las 3 colecciones de Zornia, se debe considerar un estudio sobre la preferencia relativa por el ganado.

#### Panicum maximum

En esta colección de 23 accesiones que incluyen los cultivares Makueni, Uganda y Enana Peluda, existe variación morfológica con respecto a altura, abundancia de follaje, pubescencia de tallos y hojas, tamaño de hojas y número de inflorescencias. El Cuadro 6 muestra una agrupación de las accesiones según su cobertura del suelo y altura del follaje a los 4 meses del establecimiento y refleja una parte de la variabilidad morfológica. En toda la colección se han presentado síntomas leves de Cercospora.

#### Brachiaria spp.

La colección incluye 65 accesiones de 9 especies de Brachiaria, principalmente de B. brizantha, B. decumbens, B. humidicola y B. jubata. Se observó variabilidad morfológica entre accesiones dentro de especies con respecto a altura de plantas, pubescencia y tamaño de hojas y capacidad estolonífera. Durante la fase del establecimiento que recién terminó se encontraron diferencias referentes a la rapidez de cubrir el suelo, siendo sobresalientes algunas accesiones de B. humidicola y B. decumbens con hábito de crecimiento muy postrado. No se observó ataque de salivazo. La colección se complementará durante 1988 con unas 300 accesiones más que fueron introducidas en forma de cultivos de meristemas y propagadas durante 1987.

#### Evaluación agronómica de germoplasma bajo palma africana

Esta evaluación tiene el objetivo de

Cuadro 7. Producción de materia seca de 24 accesiones de leguminosas bajo condiciones de sombra de palma africana (primer año de evaluación).

Especie	CIAT	Producción de MS kg/ha/12 semanas		
		No.	Mínima precipitación	Máxima precipitación
<u>Arachis pintoi</u>	17434		121 cde <sup>1)</sup>	507 defghi
<u>Centrosema acutifolium</u>	5112		258 abcd	843 abcd
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277		221 abcde	656 bcdefgh
<u>Centrosema acutifolium</u>	5568		83 de	667 abcdefgh
<u>Centrosema brasilianum</u>	5234		148 bcde	525 defghi
<u>Centrosema brasilianum</u>	5671		108 cde	324 ghi
<u>Centrosema brasilianum</u>	5810		132 bcde	561 cdefghi
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5065		310 abc	964 ab
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5452		278 abcd	817 abcdef
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5713		266 abcd	932 abc
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5735		356 a	836 abcde
<u>Centrosema pubescens</u>	413		45 e	297 hi
<u>Centrosema pubescens</u>	438		45 e	283 hi
<u>Centrosema pubescens</u>	5126		68 de	310 hi
<u>Centrosema pubescens</u>	5189		88 de	395 ghi
<u>Desmodium heterophyllum</u>	349		22 e	220 i
<u>Desmodium heterophyllum</u>	3782		11 e	208 i
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350		333 ab	1043 a
<u>Desmodium ovalifolium</u>	3788		210 abcde	787 abcdef
<u>Flemingia macrophylla</u>	17407		154 abcde	452 efghi
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900 <sup>2)</sup>		80 de	710 abcdefg
<u>Pueraria phaseoloides</u>	-125 <sup>2)</sup>		127 bcde	597 bcdefghi
<u>Zornia latifolia</u>	728		118 cde	359 ghi
<u>Zornia glabra</u>	7847		148 bcde	441 fghi
MEDIA ± D.E.			155 ± 106	572 ± 199

1) Medias con la misma letra en cada época de precipitación no son diferentes estadísticamente a  $P = 0.01$  (prueba de Rango Múltiple de Duncan).

2) No. local.

Cuadro 8. Producción de materia seca de nueve accesiones de gramíneas bajo condiciones de sombra de palma africana (primer año de evaluación).

Especie	CIAT No.	Producción de MS kg/ha/12 semanas	
		Mn precipitación	Mx precipitación
<u>Andropogon gayanus</u>	621	294 a <sup>1)</sup>	1213 ab
<u>Axonopus compressus</u>	-20 <sup>2)</sup>	141 a	461 bc
<u>Brachiaria brizantha</u>	6780	275 a	1851 a
<u>Brachiaria decumbens</u>	606	79 a	373 c
<u>Brachiaria dictyoneura</u>	6133	103 a	569 bc
<u>Brachiaria humidicola</u>	679	336 a	890 bc
<u>Brachiaria subquadrifera</u>	16740	76 a	262 c
<u>Panicum maximum</u>	673	184 a	559 bc
<u>Panicum maximum</u>	6299	455 a	890 bc
MEDIA ± D.E.		216 ± 185	758 ± 409

1) Medias con la misma letra en cada época no son diferentes estadísticamente a P = 0.01 (prueba de Rango Múltiple de Duncan).

2) No. local.

seleccionar germoplasma bajo condiciones de sombra para su utilización como cultivo de cobertura en plantaciones o en sistemas silvopastoriles.

El experimento que tiene el diseño de un ensayo regional B, incluye 24 accesiones de 11 especies de leguminosas y 9 accesiones de 8 especies de gramíneas. Durante 1986 se realizaron evaluaciones sobre establecimiento y en Enero de 1987 se iniciaron las evaluaciones de producción. Los Cuadros 7 y 8 muestran el comportamiento de las leguminosas y gramíneas, respectivamente, en relación con su producción de materia seca por 12 semanas en las épocas de mínima y máxima precipitación. Los rendimientos de materia seca de todas las accesiones en la época de mínima precipitación fueron mucho más bajos que en la época de máxima precipitación, lo que refleja la intensidad de la época seca en 1987. Entre las leguminosas, las accesiones más productivas en ambas épocas incluyeron Desmodium ovalifolium CIAT 350, Centrosema macrocarpum CIAT 5065, 5452, 5713, 5735 y C. acutifolium CIAT 5112. Por otro lado, el D. heterophyllum CIAT 349, promisorio durante el establecimiento, perdió su vigor después del primer corte. Igualmente el D. heterophyllum CIAT 3782 y las accesiones de C. pubescens CIAT 413, 438, 5126 y 5189 fueron las leguminosas con rendimientos de materia seca más bajos. Las accesiones de C. pubescens mostraron alta susceptibilidad a Cercospora. Entre las gramíneas, no hubo diferencias significativas entre accesiones durante la época de mínima precipitación. Sin embargo, durante la época de máxima precipitación sobresalieron Brachiaria brizantha CIAT 6780 y Andropogon gayanus CIAT 621 como las accesiones más productivas.

### Evaluación de germoplasma bajo pastoreo (Categoría III)

El objetivo principal en esta categoría de evaluación es el estudio de la persistencia y compatibilidad de asociaciones de gramíneas y leguminosas promisorias bajo pastoreo.

En Marzo de 1987 se efectuó la siembra de las siguientes asociaciones:

1) Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 cv. Pasto Llanero, con Centrosema macrocarpum CIAT 5674-5735; 2) B. dictyoneura CIAT 6133 con Desmodium ovalifolium CIAT 350; y 3) B. brizantha CIAT 6780 cv. Marandú con C. macrocarpum CIAT 5674-5735. El establecimiento de las asociaciones fue afectado por una ausencia de lluvias muy prolongada y el ataque de un gusano no identificado que se presentó en abundancia en Mayo, causando daño especialmente en las plántulas de las 2 gramíneas y de D. ovalifolium. No obstante, durante la actual época lluviosa las asociaciones se encuentran en proceso de recuperación. El pastoreo se iniciará en 1988. Se emplearán 3 cargas animales de 2, 3 y 4 UA/ha en un sistema de pastoreo rotacional con 6 días de ocupación y 30 días de descanso.

### Multiplicación de semillas

Durante 1987 se inició la multiplicación de semillas de germoplasma promisorio para futuros experimentos. Esta actividad incluye hasta la fecha varias accesiones de Arachis pintoi, Centrosema acutifolium, C. macrocarpum y Pueraria phaseoloides, y será aumentada en 1988 cuando mayor información de los actuales experimentos en Categoría II esté disponible para seleccionar accesiones.

## 6. AGRONOMIA CENTROAMERICA Y EL CARIBE

En el mes de Abril de 1987 tal como fue anunciado en el Informe Anual de 1986, se iniciaron las actividades del cuarto centro de selección mayor del Programa de Pastos Tropicales (PPT) correspondientes al capítulo Centroamérica y Caribe con sede en Costa Rica.

Previa la selección de los sitios, se realizaron viajes de reconocimiento junto con funcionarios del Programa de Forrajes y del Departamento de Suelos del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería - Costa Rica), personal del Programa de Producción Animal del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) y consultas a varios organismos tales como la Facultad de Agronomía, Instituto Meteorológico Nacional, Biblioteca del CATIE, así como autoridades del IICA, institución sede del presente proyecto. La información colectada permitió identificar las áreas prioritarias y las de mayor necesidad de investigación. Finalmente, con la cooperación de la Sección de Suelos-Nutrición de Plantas del PPT y la Unidad de Estudios Agroecológicos del CIAT se realizó una caracterización aproximada de suelos y clima de las áreas.

Tres regiones fueron seleccionadas en Costa Rica que representan las principales zonas agroecológicas del área centroamericana y caribeña, que son: Trópico húmedo, Trópico estacional y Trópico subhúmedo.

A continuación se describen las principales características de cada una de las regiones mencionadas y se presentan resultados preliminares del período Mayo-Diciembre de 1987.

### TROPICO HUMEDO - BTL: ZONA ATLANTICA

El trabajo se lleva a cabo en el Centro de Cría e Investigación "Los Diamantes", perteneciente al MAG. Dicho Centro Experimental está situado a 10°13' de latitud N y 83°47' de longitud O a 250 msnm, en la provincia de Limón a 5 km de la ciudad de Guápiles. La precipitación media anual es de 4260 mm y una temperatura media anual de 24.6°C. No presenta ningún período que se pueda considerar seco, siendo Mayo el mes de menor precipitación con 164 mm y Diciembre el de mayor precipitación con 525 mm.

El suelo se clasifica como Typic Dystropets (Inceptisol) de textura franco arenosa (70% arena; 25% limo; 5% arcilla) y buen drenaje. Los Cuadros 1 y 2 muestran las principales características químicas del perfil del suelo y de la capa arable del potrero "Mayo".

En cada una de las tres áreas de trabajo e realizan dos principales actividades que son: multiplicación de semillas y evaluación de germoplasma que así serán citadas de aquí en adelante.

### Trabajos realizados en el área de multiplicación de semillas

En el área se sembraron los materiales que se describen en el Cuadro 3, con los niveles de fertilización que se detallan en el Cuadro 4.

Las primeras evaluaciones realizadas se presentan en el Cuadro 5. El germoplasma sembrado hasta el momento presenta buen comportamiento y excelente producción, daños leves causados por insectos y ausencia de enfermedades. Todos los materiales han florecido destacándose A. pintoi 17434 por su precocidad en el inicio de la floración a los 40 días de sembrada, siendo los más tardíos dentro de las leguminosas el D. ovalifolium con variaciones entre ecotipos, el más precoz CIAT 350 y el más tardío CIAT 13089 (a los 135 y 161 días de sembrados, respectivamente). Las gramíneas, como puede observarse (Cuadro 5) florecieron entre los 56 y 94 días luego de sembradas.

### Trabajos realizados en el área de evaluación de germoplasma

El germoplasma de gramíneas y leguminosas en evaluación se muestra en los Cuadros 6, 7 y 8. El germoplasma fue transplantado y/o sembrado directamente a partir de Octubre, lo cual hace imposible presentar resultados experimentales. Cabe señalar la buena germinación de las leguminosas sembradas y el fracaso total de las accesiones del P. maximum sembradas vía semilla CIAT Nos. 604, 622, 673, 6000, 6097, 6110, 6112, 6115, 6118, 6119, 6178, 6179, 6181, 6299, 6461, 6531, 6532, 6536, 6600, 6786, 6798, 6871, 6872, 6880, 6923, 6942, 6949, 6956, 6964, 6968, 6986, 6988, 16011, 16065, 16067. El germoplasma citado ha sido sembrado nuevamente.

TROPICO ESTACIONAL - BTSSVE: ZONA SUR

El campo experimental pertenece a la

Cooperativa Agroindustrial y Ganadera de San Isidro "COOPEAGRI", situado a 9°22' de latitud N y 83°42' de longitud O a 700 msnm en la provincia de San José a 28 km al S de San Isidro de Pérez Zeledón. La precipitación media anual es de 2950 mm y la temperatura media anual de 22.8°C. Presenta un período seco de 3 meses, siendo Enero, Febrero y Marzo los de menos precipitación (44, 13 y 38 mm, respectivamente) y Octubre el de mayor precipitación con 534 mm.

El suelo se clasifica con Ustoxic Palehumult (Ultisol), de textura arcillosa las zonas media y baja (24% arena; 32% limo; 44% arcilla) y franco arenosa la parte alta (38% arena; 33% limo; 29% arcilla). Los Cuadros 9 y 10 muestran las principales características químicas del perfil del suelo y de la capa arable del potrero en uso.

### Trabajos realizados en el área de multiplicación de semillas

Los materiales y área sembrada se presentan en el Cuadro 11, con los niveles de fertilización que se detallan en el Cuadro 12.

Las primeras evaluaciones (Cuadro 13) muestran que hasta el momento el germoplasma presenta un grado de adaptación excelente, a pesar de un ataque severo en B. decumbens CIAT 606 del complejo pulguilla-homóptera durante su establecimiento.

### Trabajos realizados en el área de evaluación de germoplasma

El germoplasma de gramíneas y leguminosas sembradas se muestra en los Cuadros 8 y 14. Un resumen de las evaluaciones realizadas se presentan a continuación:

#### Gramíneas

El Cuadro 15 resume los resultados preliminares, destacándose la baja incidencia de plagas y enfermedades y

una variación en el grado de adaptación que oscila de "regular" para H. rufa hasta excelente para el 88% de las accesiones en evaluación.

#### Leguminosas

Un resumen se presenta en los Cuadros 16 al 20. Como puede observarse, el germoplasma con menor incidencia de plagas y enfermedades es el género Desmodium spp. (Cuadro 19) y el de mayor incidencia por plagas y enfermedades es C. brasilianum (Cuadro 17). Se destaca al momento el género Stylosanthes spp. (Cuadro 20) por su desarrollo y, en especial, los S. guianensis sembrados por su vigor y la baja incidencia de antracnosis.

Respecto a la evaluación de la colección de Leucaena spp. debe destacarse el hecho de que la casi totalidad de las accesiones sembradas en forma directa no se establecieron y presentaron germinación irregular, lo cual obligó a la siembra en bolsas de polietileno para futuro trasplante. El Cuadro 21 presenta la evaluación realizada a 140 días de la siembra, destacándose solamente tres accesiones CIAT Nos. 871, 7415 y 17474 que son las únicas que mantienen la parcela completa. A pesar de ello el vigor de las plántulas es bajo, no llegando en ninguno de los casos a sobrepasar 40 cm de altura.

#### TROPICO SUBHUMEDO - Tsh: ZONA CENTRAL

El campo experimental está ubicado en la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG). La misma está situada a 9°58' de latitud N y 84°23' de longitud O a 200 msnm en la provincia de Alajuela a 1 km del poblado de Balsas y 10 km de la ciudad de Atenas.

La precipitación media anual es de 1600 mm y la temperatura media anual de 23.7°C. Presenta un período seco de cinco meses, siendo los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril los de menor precipitación (27,

13, 7, 14 y 36 mm, respectivamente). Dentro del período lluvioso el mes de menor precipitación es Noviembre (100 mm) y el de mayor precipitación el mes de Mayo (277 mm).

El suelo se clasifica como Inceptisol, de textura franco arenosa (56% arena; 33% limo; 11% arcilla) con buen drenaje. El Cuadro 22 muestra las principales características químicas de la capa arable.

#### Trabajos realizados en el área de multiplicación de semillas

El germoplasma y área sembrada se presentan en el Cuadro 23, con los niveles de fertilización que se detallan en el Cuadro 24.

Las primeras evaluaciones realizadas (Cuadro 25) indican en general un buen comportamiento hasta el presente. Cabe señalar que previo al primer corte en B. decubmens CIAT 606 en Septiembre 24 de 1987 se cosecharon 40 kg de semilla cruda, equivalentes a una producción de 160 kg/ha. En el momento actual las cuatro leguminosas sembradas presentan un número de vainas adecuado y baja incidencia de plagas y enfermedades, siendo C. pubescens CIAT 438 la única con bacteriosis (< 5%) en las vainas.

La única gramínea que tuvo que ser resembrada (70%) ha sido A. gayanus CIAT 621 mientras que el nivel de resiembra osciló entre 0 y 5% para el resto de los materiales (Cuadro 23).

#### Trabajos realizados en el área de evaluación de germoplasma

El germoplasma de leguminosas y gramíneas sembradas se muestran en los Cuadros 8, 26 y 27. Un resumen de las evaluaciones se presenta a continuación:

#### Gramíneas

El total de las accesiones de

C. ciliaris, H. rufa, S. sphacelata y S. anceps no se establecieron debido a la mala calidad de las semillas (Cuadro 28). A. gayanus (Cuadro 29) presenta baja incidencia de plagas y/o enfermedades de las accesiones evaluadas, un 65% muestra grado excelente de adaptación, 20% bueno, 9% regular y un 6% mala adaptación.

#### Leguminosas

En el Cuadro 30 se presenta la evaluación de adaptación de S. guianensis. Se observa que al momento solamente un 9% de las accesiones evaluadas tienen grado inferior a bueno y el 76% se encuentra con grado de adaptación superior a bueno.

Del resto de las leguminosas sembradas (Cuadro 26) se destacan los materiales de C. macrocarpum, C. acutifolium y C. pubescens (Cuadros 31 y 32).

#### Conclusiones generales

Al momento, las evaluaciones realizadas indican que la Zona Sur (BTSSVE) presenta la mayor incidencia de plagas y enfermedades. La menor fertilidad del suelo, alta saturación del Al, bajo pH y la mayor edad de las plantas pueden ser parte de los agentes responsables. En general, Stylosanthes spp. presenta buen comportamiento en todos los locales con presencia apenas de antracnosis. Los mayores daños por plagas detectados al momento es el del complejo pulguilla-homoptera especialmente en Centrosema spp. y Brachiaria spp.

#### PRINCIPALES HECHOS DE LA SECCION DE AGRONOMIA CENTROAMERICA Y CARIBE DURANTE 1987

- El nuevo centro de selección mayor del PPT para Centroamérica y Caribe inició sus actividades en Abril de 1987 con sede en Costa Rica.
- Desde su inicio, varios organismos nacionales e internacionales forman parte del proyecto, tales como IICA, CATIE, MAG, ECAG, COOPEAGRI.
- Se han establecido pruebas de introducción y evaluación de germoplasma, así como de multiplicación de semillas en tres zonas agroecológicas.
- El número de accesiones y área sembrada para multiplicación de semillas se muestran en el Cuadro 33.
- Dentro del germoplasma en evaluación se destaca el esfuerzo realizado entre secciones del CIAT (Biotecnología y el PPT) en preparar en forma de cultivo de tejidos de ápices terminales la nueva colección del Africa de Brachiaria spp. Del total de las 271 nuevas accesiones recibidas en tubos de ensayo, al momento el 54% se encuentran establecidas en la Zona Atlántica que representa al trópico húmedo.

Cuadro 1. Características químicas del perfil del suelo en el Potrero Mayo, Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Costa Rica.

Perfil del Suelo		MO %	pH	Cationes Intercamb.(meq/100g)				Sat. Al %	P Bray 2 disp. (ppm)	S Bray 2 disp. (ppm)	Micronutrientos (ppm)			
Horizonte	Profundidad (cm)			Al	Ca	Mg	K				Zn	Cu	Fe	Mn
A <sub>1</sub>	0- 20	10.8	5.5	0.2	3.44	2.30	1.27	2.2	8.3	65	1.52	0.39	3.86	32.4
A <sub>2</sub>	20- 70	3.0	6.2	0.0	2.01	0.25	0.24	0.0	4.6	48	0.09	0.47	3.16	5.1
B <sub>1</sub>	70- 90	1.2	6.5	0.0	1.01	0.16	0.05	0.0	21.1	19	0.11	0.69	6.27	4.0
B <sub>2</sub>	90-110	0.6	6.5	0.0	0.97	0.14	0.07	0.0	58.3	12	0.16	0.78	15.55	2.9
C	> 110	0.4	6.5	0.0	0.86	0.13	0.08	0.0	72.0	7	0.16	0.68	22.60	2.6

Fuente: Salinas, J.G. y Pizarro, E.A. 1987.

6-9

16

Cuadro 2. Características químicas de la capa arable (0-20 cm) del Potrero Mayo. Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Costa Rica.

Sitio	MO (%)	pH	Cationes Intercamb. (meq/100g)				Sat. Al (%)	P disponible (ppm)	S	Micronutrientos (ppm)			
			Al	Ca	Mg	K				Zn	Cu	Fe	Mn
Area del fondo	9	5.4	0.25	3.91	1.10	0.38	4.4	7.3	52	1.80	0.29	9.88	17.4
Area intermedia	10	5.5	0.25	3.94	1.00	0.26	4.6	6.6	51	0.96	0.26	2.62	18.0
Area del frente	11	5.6	0.10	5.31	1.40	0.32	1.4	7.4	58	1.11	0.40	3.05	32.8

Fuente: Salinas, J.G. y Pizarro, E.A. 1987.

Cuadro 3. Germoplasma y área sembrada en "Los Diamantes", Guápiles, para multiplicación de semillas.

Germoplasma	CIAT No.	Area m <sup>2</sup>	Densidad kg/ha	Siembra Fecha	Resiembra Forma	%	Fecha Fertilización
LEGUMINOSAS							
<u>A. pintoi*</u>	17434	1000	8	9-VI-87	MV**	5	20-VII-87
<u>D. ovalifolium</u>	13089	510	3	9-VI-87	-	-	21-VII-87
<u>D. ovalifolium</u>	3788	610	3	9-VI-87	-	-	18-VII-87
<u>D. ovalifolium</u>	350	2000	3	11-VI-87	-	-	20-VII-87
<u>D. heterophyllum</u>	349	500	3	11-VI-87	-	-	17-VII-87
GRAMINEAS							
<u>B. humidicola</u>	6705	300	3	11-VI-87	MV	2	17-VII-87
<u>B. humidicola</u>	679	340	3	11-VI-87	MV	3	21-VII-87
<u>B. dictyoneura</u>	6133	2500	3	19-VI-87	S***	20	29-VII-87
<u>B. brizantha</u>	6780 <sup>a</sup>	2500	3	18-VI-87	S	30	30-VII-87
<u>B. brizantha</u>	664	2040	3	19/20-VI-87	S	10	23-VII-87
AREA SEMBRADA	12300						

\* Todas las leguminosas fueron inoculadas con las cepas recomendadas y preparadas por la Sección de Rizobiología del PPT - CIAT.

\*\* MV = Material vegetativo.

\*\*\* S = Semillas

a/ Animales entraron, 29-VI-87.

Cuadro 4. Nivel de fertilización usado en el área de multiplicación de semillas y evaluación de germoplasma.

Nutriente	Fuente	Gramíneas	Leguminosas
		----- kg/ha/nutriente -----	
N	Urea	50	-
P	SFT	10	10
K	KCL	20	20
S	Flor de S	10	10
Cu	SO <sub>4</sub> Cu	2	2

Cuadro 5. Evaluación de germoplasma sembrado para multiplicación de semillas. Guápiles.

Germoplasma	CIAT No.	Germi- nación ---- días	Flora- ción ----	Grado adapta- ción	Daño Insectos		
					TA*	PH*	C*
LEGUMINOSAS:							
<u>A. pintoí</u>	17434	7	40	E	-	-	1
<u>D. ovalifolium</u>	350	3	135	E	-	-	1
<u>D. ovalifolium</u>	3788	5	142	B	2**	-	2
<u>D. ovalifolium</u>	13089	4	161	E	-	-	1
<u>D. heterophyllum</u>	349	4	83	E	1	-	-
GRAMINEAS:							
<u>B. humidicola</u>	679	6	67	B	-	2	-
<u>B. humidicola</u>	6705	6	56	E	-	1	-
<u>B. dictyoneura</u>	6133	6	76	E	-	-	-
<u>B. brizantha</u>	664	8	88	B	-	2	-
<u>B. brizantha</u>	6780	7	94	E	-	1	-

\* TA = Trips-Acaros; PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

Cuadro 6. Accesiones de leguminosas sembradas en Guápiles.

Leguminosas	CIAT No.				
<u>Arachis pintoi</u>	17434				
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277	5278	5564	5568	5609
	5610	15084	15353	15446	
<u>C. arenarium</u>	5236	5599			
<u>C. brachypodium</u>	5803				
<u>C. grandiflorum</u>	5989				
<u>C. capitatum</u>	15680				
<u>C. macrocarpum</u>	5065	5434	5452	5620	5629
	5674	5713	5733	5735	5744
	5887	5911	5957	5990	15014
	15108	15121	15232	15238	15362
	15451	15652	15806		
<u>C. pubescens</u>	438	442	5050	5053	5126
	5172	5189	5720	5878	5914
<u>C. plumieri</u>	5099	5194	5229		
<u>C. rotundifolium</u>	5283				
<u>C. schottii</u>	5077	5079			
<u>C. tetragonolobum</u>	15087				
<u>C. vexillatum</u>	15079				
<u>C. virginianum</u>	474				
<u>Clitoria fairchildiana</u>	18724				
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001	13548	13979		
<u>Cratylia floribunda</u>	8034	18516			
<u>Desmodium heterocarpon</u>	13178	13189			
<u>D. heterophyllum</u>	349	3774	3779	3782	3791
	13190	13191	13195	13197	13198
	13202	13203	13666	13669	
<u>D. ovalifolium</u>	350	3607	3608	3668	3673
	3776	3780	3781	3784	3788
	3793	13030	13082	13083	13085
	13086	13089	13091	13092	13096
	13097	13099	13102	13113	13115
	13122	13123	13127	13129	13289
	13305	13370	13371	13400	
<u>D. strigillosum</u>	13153	13155	13158		
<u>D. velutinum</u>	13218				
<u>Flemingia macrophylla</u>	801	7184	17400	17403	17407
<u>Pueraria phaseoloides</u>	736	829	4600	7182	7979
	8042	8171	9021	9188	9900
	17278	17281	17292	17293	17303
	17322	17323	17326	17433	17466
	17765				
<u>Stylosanthea guianensis</u>	15	21	64	64A	136
	184	191	1175	1280	1283
	2031	2191	2203	2243	2244
	10136	11362	11363	11364	11365
	11366	11367	11368	11369	11370
	11371	11372	11373	11374	11375
	11376				
<u>S. macrocephala</u>	1281	2133			

Cuadro 7. Accesiones de gramíneas sembradas en Guápiles.

Gramíneas	CIAT No.				
<u>Brachiaria brizantha</u>	664	665	667	6294	6387
	6780				
<u>B. decumbens</u>	606	6012			
<u>B. dictyoneura</u>	6133				
<u>B. humidicola</u>	679	6369	6705		
<u>B. ruziziensis</u>	6019				
<u>Brachiaria spp.</u>	(271 Nuevas accesiones)				
<u>Panicum maximum</u>	604	622	673	6000	6063
	6094	6095	6097	6109	6110
	6112	6114	6115	6118	6119
	6164	6171	6172	6175	6177
	6178	6179	6180	6181	6215
	6299	6600	6531	6532	6536
	6554	6868	6601	6786	6798
	6828	6890	6871	6872	6875
	6880	6945	6898	6907	6923
	6942	6969	6949	6956	6964
	6968	6988	6971	6974	6983
	6986	16039	16011	16017	16020
	16028	16067	16051	16061	16062
	16065	Local			
<u>P. coloratum</u>	6461				
<u>Paspalum plicatulum</u>	600	600A	6046		
<u>P. coryphaeum</u>	16080				
<u>P. secans</u>	16081				
<u>Pennisetum purpureum</u>	16076				
<u>Setaria anceps</u>	6043				
<u>S. sphacelata</u>	609				

Cuadro 8. Accesiones de Leucaena spp. sembradas en Guápiles, San Isidro de Pérez Zeledón y Atenas.

Accesiones	CIAT No.				
<u>Leucaena leucocephala</u>	734	7984	9437	17473	17493
	751	7985	9438	17474	17494
	766	7986	9441	17475	17495
	785	7987	9442	17476	17496
	871	7988	9443	17477	17498
	932	8069	9464	17478	17499
	937	8815	9904	17479	17500
	7356	9101	9993	17480	17501
	7384	9119	17217	17481	17502
	7385	9132	17218	17482	18477
	7415	9133	17219	17483	18478
	7452	9377	17222	17484	18479
	7453	9379	17223	17486	18480
	7872	9383	17224	17488	18481
	7929	9411	17263	17489	18482
	7930	9415	17389	17491	18483
	7965	9421	17467	17492	
<u>L. diversifolia</u>	17388	17461	17485	17503	
<u>L. shannonii</u>	17487				
<u>L. pulverulenta</u>	17490				

Cuadro 9. Características químicas del perfil del suelo en la finca "El Porvenir", San Isidro del General, Costa Rica.

Perfil del Suelo		MO (%)	pH	Cationes Intercamb.(meq/100g)				Sat Al (%)	P Bray 2 (ppm)	S disp. (ppm)	Micronutrientos (ppm)			
Horizonte	Profundidad %			Al	Ca	Mg	K				Zn	Cu	Fe	Mn
A	0- 25	8.1	4.6	4.30	0.26	0.08	0.05	79	1.8	72	0.06	1.61	27.80	6.9
B <sub>1</sub>	25- 70	2.8	5.0	2.20	0.24	0.04	0.07	86	1.2	82	0.10	1.34	11.05	2.8
B <sub>2</sub>	75-120	1.1	5.1	0.75	0.30	0.08	0.10	61	1.4	116	0.03	1.51	4.26	1.3
C	> 120	0.2	5.4	0.10	0.24	0.03	0.05	24	1.8	148	0.03	0.63	6.62	0.3

Fuente: Salinas, J.G. y Pizarro, E.A. 1987.

Cuadro 10. Características químicas de la capa arable del campo experimental en finca "El Porvenir", San Isidro del General, Costa Rica.

Sitio	MO (%)	pH	Cationes Intercamb.(meq/100g)				Sat. Al (%)	P S		Micronutrientos (ppm)			
			Al	Ca	Mg	K		disponible	(ppm)	Zn	Cu	Fe	Mn
Area con pendiente	8.4	4.6	2.70	0.60	0.22	0.18	73	2.4	67	0.63	1.05	22.6	8.8
Area intermedia	9.0	4.6	3.25	0.91	0.38	0.17	69	1.5	70	0.74	1.45	32.6	10.2
Area plana	18.6	4.5	2.90	1.30	0.47	0.16	60	1.9	81	0.70	1.37	19.8	19.2

Fuente: Salinas, J.G. y Pizarro, E.A. 1987.

Cuadro 11. Germoplasma sembrado para multiplicación de semillas en la finca "El Porvenir".

Germoplasma	CIAT No.	Area m <sup>2</sup>	Densidad kg/ha	Fecha de Siembra	Fecha de Fertilización
GRAMINEAS:					
<u>B. decumbens</u>	606	950	4	20-V-87	26-VI-87
<u>B. dictyoneura</u>	6133 (1)**	950	4	21-V-87	26-VI-87
	(2)***	600	4	15-VI-87	15-VII-87
<u>A. gayanus</u>	621	1100	10	22-V-87	24-VI-87
LEGUMINOSAS*:					
<u>D. ovalifolium</u>	350	950	4	21-V-87	25-VI-87
<u>C. acutifolium</u>	5277	970	5	21-V-87	24-VI-87
<u>A. pintoí</u>	17434	400	8	21-VIII-87	23-X-87
AREA SEMBRADA:		5920			

\* Todas las leguminosas fueron inoculadas con las cepas recomendadas y preparadas por la Sección de Rizobiología del PPT - CIAT.

\*\* Area 1

\*\*\*Area 2

Cuadro 12. Nivel de fertilización usado en el área de multiplicación de semillas y evaluación de germoplasma.

Nutriente	Fuente	Gramíneas	Leguminosas
		----- kg/ha/nutriente -----	-----
N	Urea	50	-
P	SFT	20	20
K	KCl	20	20
S	Flor de S	10	10
Zn	ZnO	3	3

Cuadro 13. Evaluación del germoplasma sembrado para multiplicación de semillas: San Isidro.

Germoplasma	CIAT No.	Germi- ción ---- días ----	Flora- ción ----	Grado Adapta- ción*	Daño Insectos			Daño En- fermedades	
					TA**	PH**	C**	B**	R**
GRAMINEAS:									
<u>A. gayanus</u>	621	5	117	E	-	-	-	-	-
<u>B. decumbens</u>	606	7	57	E	-	2	-	-	2
<u>B. dictyoneura</u>	6133	4	61	E	-	-	-	-	1
LEGUMINOSAS:									
<u>A. pintoii</u>	17434	7	27	E	-	-	-	-	1
<u>C. acutifolium</u>	5277	5	-	E	1***	-	1	1	1
<u>D. ovalifolium</u>	350	18	149	E	-	-	1	-	-

\* E = Excelente.

\*\* TA = Trips-Acaros; PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores; B = Bacteriosis; R = Rhizoctonia.

\*\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

Cuadro 14. Gerroplasma sembrado en la finca "El Porvenir", San Isidro de Pérez Zeledón.

Leguminosas	CIAT No.			
<u>Arachis pintoi</u>	17434			
<u>Calopogonium mucunoides</u>	8118			
<u>Canavalia brasiliensis</u>	18515			
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001			
<u>Chamaecrista rotundifolia</u>	8201	8202		
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277	5568		
<u>C. arenarium</u>	5236			
<u>C. brasilianum</u>	5178	5234	5365	5487
	5514	5657	5671	5810
<u>C. macrocarpum</u>	5065	5452	5620	5674
	5713	5733	5735	5737
	5740	5744	5887	5957
	15014			
<u>C. pubescens</u>	438	442	5126	5172
	5189			
<u>C. schiedeanum</u>	5161	5201		
<u>Centrosema híbrido (P x M)</u>	5930	5931	5932	5933
	5934	5935		
<u>Desmodium heterocarpon</u>	3787			
<u>D. heterophyllum</u>	349	3782		
<u>D. ovalifolium</u>	350	3673	3776	3781
	3784	3788		
<u>D. strigillosum</u>	13153	13155	13158	
<u>Dioclea guianensis</u>	7351	7801		
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900			
<u>Stylosanthes capitata</u>	1019	1078	1097	1441
	2044	2252	10137	10280
<u>S. guianensis</u>	21	136	184	1275
	1280	1539	1639	1873
	2011	2362	10136	
<u>S. macrocephala</u>	1642	2133	2286	2756
<u>Zornia glabra</u>	7847	8279	8283	
<u>Z. latifolia</u>	728	9199		
GRAMINEAS:				
<u>Andropogon gayanus</u>	621	6053	6766	
<u>Brachiaria brizantha</u>	6387	6780		
<u>B. decumbens</u>	606			
<u>B. dictyoneura</u>	6133			
<u>B. humidicola</u>	679	6769		
<u>Hyparrhenia rufa</u>	Local			
<u>Melinis minutiflora</u>	Local			
<u>Panicum maximum</u>	622	673	695	6000
	6179			

Cuadro 15. Evaluación de adaptación de gramíneas forrajeras tropicales en Centroamérica: BTSSVE - San Isidro.

Gramínea	CIAT No.	Grado adaptación	Nivel daño por insectos**		Nivel daño por enfermedades**
			1	2	1
<u>A. gayanus</u>	621	E*	PH + C***		
	6053	E	C + S		
	6766	E			
<u>B. brizantha</u>	6387	E		PH	MCr
	6780	E		PH	MCr
<u>B. decumbens</u>	606	E		PH	MCr
<u>B. dictyoneura</u>	6133	E			
<u>B. humidicola</u>	679	E	PH		
	6369	E			
<u>H. rufa</u>	Local	R	PH		
<u>M. minutiflora</u>	Local	E			
<u>P. maximum</u>	622	E			MCr
	673	B		PH	
	695	E		PH	MCr
	6000	E	PH		MCr
	6179	B		PH	MCr

\* E = Excelente; R = Regular; B = Bueno.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

\*\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores; S = Salivazo; MCr = Mancha crema.

91-

Cuadro 16. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: BTSSVE - San Isidro.

Gramínea	CIAT No.	Grado adaptación	Nivel daño por insectos**		Nivel daño por enfermedades**	
			1	2	1	2
<u>A. pintoi</u>	17434	B*	PH***		R	
<u>C. mucunoides</u>	8118	E	PH	C		
<u>C. brasiliensis</u>	18515	E	PH		CY + R	
<u>C. gyroides</u>	3001	E	C		R + Nr	
<u>C. rotundifolia</u>	8201	E	C		R	
	8202	E	C		R	
<u>D. guianensis</u>	7351	B	C			
	7801	B	C			
<u>P. phaseoloides</u>	9900	B		C		
<u>Z. glabra</u>	7847	B		PH		R
	8279	D				
	8283	b	TA	PH		R
<u>Z. latifolia</u>	728	E		PH	R	
	9199	E		PH	R	

\* B = Bueno; E = Excelente; D = Desapareció.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

\*\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores; TA = Trips-Acaros;  
R = Rhizoctonia; CY = Cylindrocladium; Nr = Nemátodo raíz.

92

Cuadro 17. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: BTSSVE. San Isidro.

Leguminosa	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**			Nivel daño enfermedades**		
			1	2	3	1	2	3
<u>C. acutifolium</u>	5277	E*	TA+PH+C***			B		
	5568	B	TA	C		R		
<u>C. arenarium</u>	5236	R	TA+PH					R
<u>C. brasilianum</u>	5178	R	C	TA	PH		R	
	5234	R	C	TA	PH		R	
	5365	R		TA+C	PH		R	
	5487	R	C	TA	PH			R
	5514	R		TA	PH		R	
	5657	B	C	TA	PH	R		
	5671	R		TA	PH			R
	5810	R		TA	PH		R	
<u>C. schiedeanum</u>	5161	B	TA+C	PH		Ce+R		
	5201	B		C	PH		Ce	
<u>Centrosema híbrido</u>	5930	E	TA+PH+C			Ce+CY		
	5931	B	TA+PH+C			R		CY
	5932	E	PH+C			CY		
	5933	B	TA+PH+C			Ce		R
	5934	E	TA+PH+C			CY		
	5935	B	TA+PH+C			R		CY

\* E = Excelente; R = Regular; B = Bueno.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve; 3 = Daño moderado.

\*\*\* TA = Trips-Acaros; PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores;  
 B = Bacteriosis; R = Rhizoctonia; Ce = Cercospora;  
 CY = Cylindrocladium.

Cuadro 18. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: BTSSVE. San Isidro.

Leguminosa	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**			Nivel daño enfermedades**		
			1	2	3	1	2	3
<u>C. macrocarpum</u>	5065	B*	TA***	PH+C		CY	R	
	5452	B	TA+PH+C			CY	R	
	5620	B	TA+PH	C		CY+B	R	
	5674	R	TA+PH	C		B+R	CY	
	5713	B	TA+PH	C				R
	5733	R	TA+PH		C	B+R	C	
	5735	B	TA+PH		C	CY	R	
	5737	R	TA+PH		C	B+R		
	5740	B	TA+PH	C		CY+B	R	
	5744	B		C			R	
	5887	R	TA+PH		C		R	CY
	5957	B	TA+PH		C	Ce+R		
	15014	R	PH	TA	C		CY+R	
	<u>C. pubescens</u>	438	B	TA+PH+C			CY+R	
442		B	TA+C	PH		R	CY	
5126		B	TA+PH+C				CY+R	
5172		B	TA+C	PH		R	CY	
5189		B	C	PH		Ce	R	

\* B = Bueno; R = Regular.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve; 3 = Daño moderado.

\*\*\* TA = Trips-Acaros; PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores; CY = Cylindrocladium; B = Bacteriosis; R = Rhizoctonia; Ce = Cercospora.

Cuadro 19. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centrcamérica: BTSSVE. San Isidro.

Leguminosa	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**	Nivel daño por enfermedades**
			1	1
<u>D. heterocarpon</u>	3787	E*	C***	
<u>D. heterophyllum</u>	349	B	C	
	3782	M		
<u>D. ovalifolium</u>	350	E	C	R
	3673	B	C	R
	3776	E	C	R
	3781	E		R
	3784	B	C	R+CY
	3788	B	C	R
<u>D. strigillosum</u>	13153	R		
	13155	B	C	R
	13158	B	C	R

\* E = Excelente; B = Bueno; R = Regular; M = Malo.

\*\* 1 = Presencia.

\*\*\* C = Comedores; R = Rhizoctonia; CY = Cylindrocladium.

95'

Cuadro 20. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: BTSSVE. San Isidro.

Leguminosa	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño insectos**			Nivel daño enfermedades*	
			1	2	3	1	2
<u>S. capitata</u>	1019	E*		PH***			
	1078	B			PH	A	
	1097	B			PH	A	
	1441	B		PH		R	
	2044	E	PH			A	
	2252	E	PH			R	
	10137	E		PH		A	
	10280	E	PH			A	
<u>S. guianensis</u>	21	B	PH				
	136	E	PH			R	
	184	E				A+R	
	1275	E				R	
	1280	B				A	
	1539	B				A+R	
	1639	E	PH			A	
	1873	E	PH			A+R	
	2031	E	PH			R	
	2362	E	PH				
10136	B				A		
<u>S. macrocephala</u>	1643	E		PH			
	2133	E		PH			
	2286	R		PH			R
	2756	E		PH			

\* E = Excelente; B = Bueno; R = Regular.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve; 3 = Daño moderado.

\*\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; A = Antracnosis; R = Rhizoctonia.

96'

Cuadro 21. Número de plantas de Leucaena spp. que han persistido en San Isidro.\*

Número de Plantas por sitio y porcentaje del total de accesiones bajo evaluación	<u>Leucaena</u> spp. CIAT No.			
	0 (8%)	7929 9442	7965 17479	7987 17491
1 (22%)	751	785	8069	9119
	9132	9377	9379	9415
	9421	9464	17218	17224
	17461	17467	17476	17477
	17492	17494	17499	17500
2 (29%)	932	7385	7872	7930
	7986	8815	9438	9441
	9443	17217	17222	17473
	17475	17477	17480	17482
	17483	17485	17488	17493
	17496	17501	17503	18478
	18480	18482		
3 (18%)	766	7984	7988	9383
	9904	9993	17223	17388
	17481	17484	17487	17489
	17490	17495	17498	17586
4 (13%)	7356	7384	7452	9133
	9411	9437	17219	17263
	17389	17478	17502**	18483
5 (7%)	734	937	7453	7985
	18479	18481		
6 (3%)	871	7415	17474	

\* Siembra 18-V-87. Evaluación 3-X-87 (140 días).

\*\* cv. "Cunningham".

Cuadro 22. Características químicas de la capa arable del potrero San José, Escuela Centroamericana de Ganadería, Atenas, Costa Rica.

Sitio	MO (%)	pH	Cationes Intercamb.(meq/100g)				Sat. Al (%)	P S		Micronutrientos (ppm)			
			Al	Ca	Mg	K		disponible (ppm)		Zn	Cu	Fe	Mn
Potrero San José*	7.6	5.9	0.00	9.50	6.0	0.24	0.00	3.6	52	0.22	1.51	3.50	28.4

\* Dada la gran variabilidad encontrada una vez preparado el terreno, se están realizando nuevos análisis.

Fuente: Salinas, J.G. y Pizarro, E.A. 1987.

Cuadro 23. Germoplasma y área sembrada en la ECAG para multiplicación de semillas.

Germoplasma	CIAT No.	Area m <sup>2</sup>	Densidad kg/ha	Fecha Siembra	Fecha Resiembra	Area %	Fecha Fertilización
<b>LEGUMINOSAS *</b>							
<u>C. pubescens</u>	438	2500	6	1-VI-87	7-VII-87	5	8-VII-87
<u>C. macrocarpum</u>	5713	2500	6	1-VI-87	7-VII-87	5	8-VII-87
<u>C. brasilianum</u>	5234	2500	6	1-VI-87	7-VII-87	5	8-VII-87
<u>C. acutifolium</u>	5277	2500	6	1-VI-87	7-VII-87	5	8-VII-87
<b>GRAMINEAS</b>							
<u>B. decumbens</u>	606	2500	4	28- V-87		0	8-VII-87
<u>B. dictyoneura</u>	6133	2600	4	29- V-87	7-VII-87	3	8-9-VII-87
<u>A. gayanus</u>	621	2800	11	29- V-87 1-VI-87	7-VII-87	70	9- VII-87
<b>AREA TOTAL</b>		<b>17900</b>					

\* Todas las leguminosas fueron inoculadas con las cepas recomendadas y preparadas por la Sección de Rizobiología del PPT, CIAT.

Cuadro 24. Nivel de fertilización usado en el área de multiplicación de semillas y evaluación de germoplasma.

Nutriente	Fuente	kg/ha	
		Gramíneas	Leguminosas
N	Urea	50	-
P	SFT	20	20
K	KCl	20	20
S	Flor de S	10	10
Zn	ZnO	3	3

Cuadro 25. Evaluación agronómica del germoplasma sembrado para multiplicación de semillas.

Germoplasma	CIAT No.	Germi- nación ----- días	Flora- ción -----	Grado adap- ta- ción	Daño insectos		Daño Enfermedades				
					PH**	TA**	A**	Ce**	R**	Mn**	B**
LEGUMINOSAS											
<u>C. acutifolium</u>	5277	6	119	B*	1**	-	-	-	-	-	2
<u>C. brasilianum</u>	5234	4	91	B	2	-	-	-	2	-	-
<u>C. macrocarpum</u>	5713	3	150	E	-	-	-	1	1	-	-
<u>C. pubescens</u>	438	3	101	E	-	-	1	-	-	-	1
GRAMINEAS											
<u>A. gayanus</u>	621	6	-	B	-	1	-	-	-	1	-
<u>B. decumbens</u>	606	5	49	E	1	-	-	-	-	-	-
<u>B. dictyoneura</u>	6133	6	69	E	-	-	-	-	-	-	-

\* B = Bueno; E = Excelente.

\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; TA = Trips-Acaros; A = Antracnosis; Ce = Cercospora; R = Rhizoctonia; Mn = Mancha Naranja; B = Bacteriosis.

\*\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

Cuadro 26. Accesiones de leguminosas sembradas en la ECAG.

Leguminosas	CIAT No.				
<u>Clitoria fairchildiana</u>	18724				
<u>Cratylia</u> sp.	8034				
<u>C. floribunda</u>	18516				
<u>Codariocalyx gyroides</u>	3001	13548	13979		
<u>Flemingia macrophylla</u>	801	7184	17400	17403	17407
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277	5278	5564	5568	5609
	5610	15084	15353	15446	
<u>C. brasilianum</u>	494	5055	5178	5184	5234
	5247	5365	5487	5657	5671
	5698	5712	5810	15387	15524
<u>C. grazielae</u>	4042	5121	15439		
<u>C. macrocarpum</u>	5065	5434	5452	5620	5629
	5674	5713	5733	5735	5744
	5887	5911	5957	5990	15014
	15108	15121	15232	15238	15362
	15451	15652	15806		
<u>C. pascuorum</u>	5230	5545			
<u>C. pubescens</u>	438	442	5050	5053	5126
	5172	5189	5720	5878	5914
<u>C. schiedeanum</u>	5066	5161	5201	5920	5921
<u>Stylosanthes capitata</u>	1019	1078	1097	1315	1318
	1342	1405	1441	1693	1728
	1943	2044	2252	10280	
<u>S. hamata</u>	114	118	124	147	1040
	2270				
<u>S. humilis</u>	1304	2420			
<u>S. sympodialis</u>	1043	1044			
<u>S. guianensis</u>	15	21	64	64A	136
	184	191	1095	1175	1280
	1283	2031	2191	2203	2243
	2244	2747	10136	11362	11363
	11364	11365	11366	11367	11368
	11369	11370	11371	11372	11373
	11374	11375	11376		

Cuadro 27. Accesiones de gramíneas sembradas en la ECAG.

Gramíneas	CIAT No.				
<u>Andropogon gayanus</u>	621	6053	6054	6200	6201
	6202	6207	6208	6214	6216
	6218	6219	6220	6221	6224
	6233	6234	6265	6368	6377
	6694	6695	6697	6757	6759
	16974	16975	16978	16979	16983
	16984	16985	16986	16991	
<u>Cenchrus ciliaris</u>	678	6245			
<u>Hyparrhenia rufa</u>	601				
<u>Setaria sphacelata</u>	609				
<u>S. anceps</u>	6043	6147			
<u>Brachiaria brizantha</u>	664	667	6294	6387	6780
<u>B. decumbens</u>	606	6012			
<u>B. dictyoneura</u>	6133				
<u>B. humidicola</u>	679	6369	6705		

Cuadro 28. Evaluación de adaptación de gramíneas forrajeras tropicales en Centroamérica: Tropicó Seco - Atenas.

Gramíneas	CIAT No.	Grado Adap-tación	Nivel daño por insectos**			Nivel daño por enfermedades**		
			1	1	2	3		
<u>C. ciliaris</u>	678	D*(1)						
	6245	D (1)						
<u>H. rufa</u>	601	D (1)						
<u>S. sphacelata</u>	609	D (1)						
<u>S. anceps</u>	6043	D (1)						
	6147	D (1)						
<u>B. brizantha</u>	664	B					R	
	667	E					R	
	6294	E					R	
	6387	E					R	
	6780	E					R	
<u>B. decumbens</u>	606	E					R	
	6012	D (1)						
<u>B. dictyoneura</u>	6133	E						
<u>B. humidicola</u>	679	E	PH					
	6369	B			Mm			
	6705	B						

\* D = Desapareció; B = Bueno; E = Excelente; (1) = Mala semilla.

\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; Mm = Mancha marrón; R = Rhizoctonia.

Cuadro 29. Evaluación de adaptación de gramíneas forrajeras tropicales en Centroamérica: Trópico seco - Atenas.

Gramíneas	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**		Nivel daño por enfermedades**
			1	2	1
<u>A. gayanus</u>	621	E*			
	6053	E			
	6054	B			MNr
	6200	B	PH*		MNr
	6201	B		PH	
	6202	E	PH		
	6207	E			MNr
	6208	D			
	6214	E	PH		MNr
	6216	E	PH		MNr
	6218	E			MNr
	6219	B		PH	
	6220	E	PH		MNr
	6221	R	PH		
	6224	E			
	6233	R			
	6234	E	PH		MNr
	6265	B	PH		
	6368	E	PH		
	6377	E	PH		MNr
	6694	B			MNr
	6695	B	PH		MNr
	6697	E			MNr
	6757	E			MNr
	6759	R		PH	MNr
	16974	E	PH		MNr
	16975	E	PH		MNr
	16978	E			
	16979	E	PH		MNr
	16983	E	PH		
	16984	E	PH		
	16985	E		PH	
	16986	D			
	16991	E	PH		MNr

\* E = Excelente; B = Bueno; R = Regular; D = Desapareció.

\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; MNr = Mancha Naranja.

Cuadro 30. Evaluación de adaptación de S. guianensis en Centroamérica: Trópico Seco - Atenas.

Desapareció	GRADO DE ADAPTACION*		CIAT No.		
	Malo	Regular	Bueno	Excelente	
1095	2203	64	64A	15	11365
2191		10136	191	21	11366
2243			1280	136	11368
2244			1283	184	11370
2747			11367	1175	11371
			11369	2031	11372
			11376	11362	11373
				11363	11374
				11364	11375
Porcentaje (%)	15	3	6	21	55

\* PULGUILLA-HOMOPTERA + Trips-Acaros + Comedores + Rhizoctonia + Antracnosis < 1

Cuadro 31. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: Trópico Seco - Atenas.

Leguminosas	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**		Nivel daño por enfermedades**	
			1	2	1	2
<u>C. macrocarpum</u>	5065	E*	PH***	C		
	5434	E	C		Ce+R	
	5452	B	C			R
	5620	E	PH+C		Ce+R	
	5629	E	PH		A	
	5674	E				
	5713	B	C		Ce	
	5733	E	PH	C	Ce+R	
	5735	E		C	Ce	
	5744	E	PH	C	Ce	
	5887	E	PH+C		Ce	
	5911	E	TA			
	5957	E	C			
	5990	B		C	Ce+R	
	15014	E			R	
	15108	E	TA+C			
	15121	B	PH+C		Ce+R	
	15232	B			Ce	
	15238	E			Ce	
	15362	E	C		A+CY	
	15451	B	PH	C	Ce+R	
	15806	E		C	Ce+R	

\* E = Excelente; B = Bueno.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

\*\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; C = Comedores; TA = Trips-Acaros; Ce = Cercospora; R = Rhizoctonia; A = Antracnosis; CY = Cylindrocladium.

Cuadro 32. Evaluación de adaptación de leguminosas forrajeras tropicales en Centroamérica: Trópico Seco - Atenas.

Leguminosas	CIAT No.	Grado Adaptación	Nivel daño por insectos**		Nivel daño por enfermedades**	
			1	2	1	2
<u>C. acutifolium</u>	5277	B*	C***		R	
	5278	B			A+Mm	B
	5564	B	TA+C			
	5568	E	TA		Mm	
	5609	E	C		Mm	
	5610	E	C		Mm	
	15084	R			B+A	Mm
	15353	B	C		A+Mm	
	15446	R	C		Mm+R	
<u>C. pubescens</u>	438	E	PH		B+R	
	442	R	PH+C			Ce+R
	5050	E			R	
	5053	E			Ce+B+A	
	5126	B	C		Ce	R
	5172	E	PH+C			
	5189	B	PH+C		Ce	
	5720	B			Ce	
	5878	B	PH+C		B+R	
	5914	E			R	

\* E = Excelente; B = Bueno; R = Regular.

\*\* 1 = Presencia; 2 = Daño leve.

\*\*\* PH = PULGUILLA-HOMOPTERA; TA = Trips-Acaros; C = Comedores;  
 B = Bacteriosis; R = Rhizoctonia; Mm = Mancha marrón; A = Antracnosis;  
 B = Bacteriosis; Ce = Cercospora.

Cuadro 33. Número de accesiones y área\* para multiplicación de semillas sembradas en Costa Rica durante 1987.

Localidad	Número de Accesiones		Area para Multiplicación m <sup>2</sup>
	Gramíneas	Leguminosas	
Atenas	51	225	17.900
Guápiles	362	268	12.300
San Isidro	16	176	5.920
Total	429	669	36.720

\* El área adjudicada por las instituciones ha sido totalmente utilizada.

107

## 7. PROYECTO DE PASTURAS EN PANAMA (IDIAP/U. RUTGERS/CIAT)

Los objetivos del Programa de Pastos Tropicales en Panamá estuvieron contemplados dentro de un Convenio de cooperación iniciado en 1983 y finalizado en 1987, entre el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y la Universidad de Rutgers (New Jersey). Los objetivos generales se resumen así: a) selección de germoplasma forrajero promisorio para ecosistemas de importancia económica en el país, b) estudios agronómicos de especies adaptadas, particularmente lo relacionado con respuesta a bajos niveles de fertilizantes, c) multiplicación de semilla de especies promisorias, y d) control de malezas y evaluación de potencial de producción animal de especies promisorias adaptadas a suelos ácidos de moderada o baja fertilidad.

### INTRODUCCION Y SELECCION DE GERMOPLASMA

La introducción y selección de especies forrajeras a partir de 1983 constituyó la base del proyecto cooperativo de evaluación de pasturas tropicales en Panamá. Un total de 84 ecotipos diferentes de leguminosas y 87 de gramíneas, de las cuales 19 corresponden a forrajeras nativas, naturalizadas o provenientes de anteriores introducciones, fueron introducidas y evaluadas en cuanto a adaptación y otros parámetros agronómicos en varios sitios del país, siguiendo una metodología similar a la descrita por el Programa de Pastos

Tropicales de CIAT para Ensayos Regionales Tipos A y B. Dado que aproximadamente 60% de los suelos panameños son de baja fertilidad y ácidos de los tipos Inceptisol y Ultisol, las especies seleccionadas para introducción y evaluación fueron en su mayoría aquéllas que habían mostrado aceptable adaptación a ecosistemas similares en otros sitios del trópico latino.

Los ecosistemas predominantes donde se realizaron las evaluaciones fueron el bosque húmedo tropical (bh-T) y muy húmedo premontano (bmh-P), el bosque húmedo tropical-sabana derivada (bh-Tsd), el bosque seco tropical (bs-T) y el bosque pluvial premontano (bp-P), ecosistemas presentes a lo largo del litoral Pacífico de Panamá que es donde se concentra la mayor actividad agropecuaria del país. Características generales de estos sitios se presentan en el Cuadro 1. La precipitación varía desde los 1,003 mm/año en Río Hato ubicado sobre el nivel del mar, hasta 5,919 reportada en Bijao (Chiriquí) a 1,100 msnm; en forma similar, los promedios anuales de temperatura variaron desde 27.5°C hasta 20.7 para los mismos sitios. Los suelos son en su mayoría arcillosos con pH que va desde ácido a neutro y valores bajos y medios de materia orgánica. Con excepción de Divisa, la mayoría de los sitios tienen valores bajos y medios de fósforo (P), los que se combinan con saturaciones variables de aluminio.

Cuadro 1. Características generales de clima y suelo de sitios donde se evaluaron introducciones de forrajes tropicales entre 1983-1987 en Panamá.

Sitio	Precipitación mm/año	Temp. Media (°C)	Ecosis- tema	Textura	Suelo				Clasificación
					pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. (%)	P (ppm)	Sat Al (%)	
Los Santos (Ejido)	1,090	27.0	bs-T	Franco- arenoso	5.9	2.8	3.3	Tr	Alfisol
Calabacito	2,500	27.0	bh-Tsd	Arcilloso	4.8	2.9	2.5	70	Ultisol
Soná (La Soledad)	2,750	26.5	bh-T	Arcilloso	5.1		1.1	65	Ultisol
Tortí	2,450	27.0	bh-T	Franco	6.4	3.5	7.8	Tr	Inceptisol
Río Hato	1,003	27.5	bs-T	Franco- arenoso	6.7	0.9	6.0	Tr	Inceptisol
Divisã	1,702	27.0	bs-T	Franco- arenoso	5.6	-	53.5	Tr	Inceptisol
Chiriquí	3,348	27.0	bh-Tsd	Arcilloso	4.5	4.3	2.0	60	Ultisol
Gualaca	5,100	25.5	bmh-P	Arcilloso	4.7	3.0	6.0	8	Inceptisol
Volcán (Bijao)	5,919	20.7	bp-P	Arcilloso	5.4			5	Inceptisol
Chepo	2,090	26.6	bh-Tsd	Arcilloso	4.4	2.8	1.3	64	Ultisol

La lista de especies y ecotipos introducidos y establecidos en uno o varios de los sitios mencionados, es la siguiente:

a) Gramíneas: Andropogon gayanus CIAT 621 y 6200; Brachiaria dictyoneura CIAT 6133, B. humidicola CIAT 679, 6707, 675, 6369, 6705, 6709 y 682; B. brizantha CIAT 6002, 6012, 664, 6298, 6016 y 6780; B. decumbens CIAT 606, 6132 y 6131; B. ruziziensis CIAT 6291, 654, 6404, 6134, 655 y 6130; B. eminii CIAT 6241 y B. arrecta CIAT 6020; Cenchrus ciliaris CIAT 678, Molopo, Nunbank, Gayndah y Nueces; Panicum maximum CIAT 604, 0685, 6103, 0694, 6141, 6104, 0696, 6113, 6116, 6178, 6183, 6112, 6145, 6161, 6176, 0691, 0697, 0621, 6114, 6119, 0684, 6179, 6163, 0693, 6215, 6101, 0698, 6175, 0669, 6128, 6146, 6162, 6165, 6142, 6045, 0699, 0690, 0688, 6166, 6123, 6180, 6129, 6182, 6126, 6109, 6105, 6001, 6122, 6125, 6165, 6163, 6144, 6117, 0692 y 6140; todas estas gramíneas se compararon con materiales locales de uso comercial, o previamente introducidos de B. radicans, Digitaria swazilandensis, D. decumbens (Pangola y Transvaala), Dichatium aristatum, Cynodon spp., Panicum maximum, Pennisetum spp. e Hyparrhenia rufa.

b) Leguminosas: Aeschynomene histrix CIAT 9690 y 9666; Arachis pintoi CIAT 17434; Centrosema brasilianum CIAT 5234, 5247, 5487 y 494; C. macrocarpum CIAT 5062, 5434, 5065, 5478A, 5452, 5274, 15366, 5713 y 15106; C. pubescens CIAT 5189, 438 y 5126; C. acutifolium CIAT 5112 y 5278; C. pascuorum CIAT 5190 y 5192; Desmodium incanum 13032; D. ovalifolium CIAT 3184 y 350; D. heterophyllum CIAT 349 y D. gyroides CIAT 3001; Galactia striata CIAT 964; Neonotonia wightii CIAT 204 y 206; Macroptilium sp. CIAT 506; Pueraria phaseoloides CIAT 9900; Stylosanthes capitata CIAT 1019, 10280, 1441, 2044, 1315, 1693 y 1728; S. macrocephala 1643 y 2133; S. guianensis CIAT 136, 184, 1280, 1283 y 1020; S. hamata 118 y 147; S. scabra CIAT 1047; S. leiocarpa 1087; S.

sympodialis CIAT 1044; Zornia glabra CIAT 7847 y Zornia latifolia CIAT 728; Leucaena leucocephala CIAT 17467, 17488, 17502 (Cunningham), 17498, 17475, 17477, 17495 y 17491; L. pulverulenta CIAT 17490 y 17489; L. sp. CIAT 17478; L. diversifolia CIAT 17503, 17461, 17388 y 17485 y L. shannoni CIAT 17487; Trifolium stenderi ILCA 6253; T. tembense ILCA 5274; T. guartinum ILCA 6301; T. decorum ILCA 6303, T. rueppellianum ILCA 6260 y Medicago sativa Florida 77.

Parte del germoplasma enumerado continúa aún siendo evaluado en sitios con ecosistemas de interés para IDIAP como Toabré (Coclé), Arena de Quebro (Veraguas) y Cuesta de Piedra (Chiriquí). Los Panicum se establecieron en Gualaca y se ha programado su evaluación en Bugaba (Chiriquí).

Un resumen del germoplasma más destacado en los Ensayos Regionales se presenta en el Cuadro 2. Las gramíneas A. gayanus CIAT 621 y 6200 B. dictyoneura CIAT 6133, B. decumbens CIAT 606, B. humidicola CIAT 679 y 6369, fueron las que tuvieron un rango de adaptación más amplio desde el punto de vista de clima, suelo, plagas y enfermedades. En Volcán a 1,100 msnm y 20.7°C de temperatura promedio, el B. decumbens CIAT 606, superó las otras Brachiarias, mientras que en otros sitios este ecotipo mostró mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas como el salivero (Aenolamia sp.). Los géneros Centrosema, Pueraria y Stylosanthes, comprendieron las leguminosas con mayor rango de adaptación; sin embargo los C. macrocarpum no se adaptaron al ecosistema de Volcán, tal vez por efecto combinado de alta precipitación y bajas temperaturas. Por otro lado, el S. capitata CIAT 10280 se adaptó muy bien a sitios de alta acidez con alto contenido de aluminio y precipitación no mayor de 2,500 mm

Cuadro 2. Adaptación de nuevo germoplasma forrajero a diferentes ecosistemas de Panamá. Ensayos Regionales A (ERA) 1983 - 1987.

Gramíneas	Volcán	Calabacito	Tortí	Los Santos	Chepo	Soná
<u>Andropogon gayanus</u> CIAT 621	-	Excelente	Regular	Excelente	Excelente	Excelente
<u>Andropogon gayanus</u> CIAT 6200	-	Excelente	-	Bueno	-	Excelente
<u>Brachiaria dictyoneura</u> CIAT 6133	Regular	Excelente	Buena	Excelente	Excelente	Excelente
<u>Brachiaria humidicola</u> CIAT 679	Regular	Buena	Buena	Buena	Buena	Excelente
<u>Brachiaria humidicola</u> CIAT 6369	Regular	Buena	-	-	Buena	Excelente
<u>Brachiaria decumbens</u> CIAT 606	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
<u>Leguminosas</u>						
<u>Arachis pintoii</u> CIAT 17434	-	Regular	Buena	-	-	Excelente
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5434	Mala	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5062	Mala	Buena	Buena	Excelente	Excelente	-
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5065	Mala	Buena	-	Buena	-	-
<u>Centrosema acutifolium</u> CIAT 5278	Mala	Buena	Buena	Buena	-	Regular
<u>Pueraria phaseoloides</u> CIAT 9900	Mala	Buena	Excelente	Buena	Buena	Excelente
<u>Stylosanthes guianensis</u> CIAT 184	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<u>Stylosanthes guianensis</u> CIAT 136	-	Buena	Buena	Regular	-	Excelente
<u>Stylosanthes capitata</u> CIAT 10280	-	Excelente	-	Mala	Buena	Buena

como Calabacito. Dentro de este género, el S. guianensis CIAT 184 mostró el mayor rango de adaptación tanto a ecosistemas de sabana como de bosque húmedo; fue la leguminosa más tolerante a la Antracnosis (Colletotricum gloeosporioides). El P. phaseoloides CIAT 9900 (Kudzú tropical), tuvo también un amplio rango de adaptación pero sufrió alta defoliación durante el verano; presentó además marcada deficiencia de nutrientes y pobre nodulación en ecosistemas como Calabacito.

#### EVALUACION AGRONOMICA DE GERMOPLASMA PROMISORIO

Las evaluaciones agronómicas comprendieron forrajeras que mostraron buen potencial de adaptación y productividad en los ensayos preliminares de introducción de germoplasma. La metodología de evaluación utilizada se basó igualmente en recomendaciones descritas por el Programa de Pastos Tropicales de CIAT para la Evaluación de Ensayos Regionales Tipo B (ERB). Adaptación de esta metodología se usó para evaluar agronómicamente germoplasma en Chepo (Región Oriental), Río Hato, Penonomé, Divisa, Los Santos, Soná y Calabacito (Región Central) y Gualaca, Chiriquí y Hornito (Región Occidental). A continuación se presentan resultados sobresalientes de estas evaluaciones.

##### a) Andropogon gayanus CIAT 621

Esta especie fue introducida a Panamá en 1979 por el Banco Nacional y liberada en forma comercial con el nombre de Veranero en 1983, por acciones conjuntas de IDIAP/U. Rutgers/CIAT, la Facultad de Agronomía y el mismo Banco Nacional. Ensayos agronómicos se realizaron en Calabacito y Finca Chiriquí correspondientes a ecosistemas con alto estrés de suelo por acidez y deficiencia de nutrientes, particularmente fósforo (P). El Cuadro 3 muestra la respuesta de esta especie sola y asociada con S. capitata CIAT 10280

a aplicaciones de este elemento en Calabacito, notándose que en el rango 0 a 60 kg/ha de  $P_2O_5$  no hubo incrementos significativos ( $P < 0.05$ ) de los rendimientos lo que destaca la excelente adaptación de la especie a condiciones de clima y suelo de este sitio. Algo similar se obtuvo en Chiriquí (Cuadro 4), donde el A. gayanus se asoció con C. macrocarpum CIAT 5062; sólo el azufre y su interacción con el P y K, produjo incrementos significativos en los rendimientos ( $P < 0.05$ ), lo que indica que tal vez este elemento es más importante para la especie en suelos con las características mencionadas. No obstante, los rendimientos del A. gayanus, aún sin la aplicación de fertilizantes fueron bastante aceptables. De esta especie se estima que existen actualmente de 1,000 a 1,500 ha en Panamá, las que se concentran en las Provincias Centrales que combinan períodos prolongados de sequía y/o acidez de suelo. Acciones conjuntas de IDIAP y el Banco Nacional han contribuido enormemente a la difusión comercial de la especie.

##### b) Brachiaria spp.

Especies diferentes de Brachiaria se han venido evaluando en distintos sitios del país, observando rendimiento estacional de materia seca, tolerancia a salivero, sequía y enfermedades (Informe Anual 1985, 1986, Programa de Pastos Tropicales-CIAT). El Cuadro 5 muestra resultados en un Ultisol de Calabacito, caracterizado por 4-5 meses de época seca (verano) y con leve incidencia de salivero. Los resultados muestran alta variabilidad de la especie B. brizantha, puesto que el comportamiento de ésta varía desde el mayor al más bajo rendimiento. Sin embargo, el ecotipo CIAT 6016 se caracteriza por baja proporción de hojas, crecimiento semierecto y textura corácea de hojas y tallos, que hacen poco atractiva la planta como especie forrajera. Por otro lado, el B. humidicola CIAT 679

Cuadro 3. Respuesta del A. gayanus CIAT 621 y S. capitata "Capica" solos y asociados al  $P_2O_5$  en Calabacito (Panamá).

Nivel de $P_2O_5$ (kg/ha)	Especie		
	<u>S. capitata</u> *	<u>A. gayanus</u> * kg MS/ha	<u>A. gayanus</u> + <u>S. capitata</u> *
0	1052.3 a**	2841.0 a	1751.7 a***
15	1364.0 a	2969.0 a	2500.7 a
30	1294.0 a	3092.6 a	2605.3 a
60	1743.0 b	3343.3 a	3132.0 a

\* Promedio de tres (3) cortes en época lluviosa.

\*\* Valores seguidos por la misma letra no son significativos ( $P < 0.05$ ) (DMS).

\*\*\* La proporción media de S. capitata fue de 11.1% (Rango 7.2 - 15.8%).

Cuadro 4. Efecto de Azufre (S), Fósforo (P) y Potasio (K) en los rendimientos de la asociación C. macrocarpum CIAT 5062 y A. gayanus CIAT 621 en un Ultisol de Chiriquí, Panamá.

Fertilizante (kg/ha)			Rendimiento de MS (kg/ha)		
S	P	K	<u>A. gayanus</u>	<u>C. macrocarpum</u>	Total
0	0	0	1882 c	253 c*	2135 c
0	0	60	2660 bc	332 cd	2992 bc
0	100	0	1958 c	435 cd	2393 c
0	100	60	2489 bc	283 de	2772 bc
40	0	0	3835 a	462 bc	4297 a
40	0	60	4023 a	620 a	4643 a
40	100	0	3403 ab	506 abc	3909 ab
40	100	60	3840 a	681 a	4521 a

Aplicación basal: 20 kg Mg/ha, 2 kg Zn/ha, 1 kg B/ha, 0.1 kg Mo/ha. La leguminosa se inoculó con Rizobium.

\* Valores seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Cosecha realizada 96 días después de la siembra.

Cuadro 5. Rendimiento de ecotipos de Brachiaria establecidos en un Ultisol de Panamá (Calabacito).

Ecotipo	CIAT No.	Rendimiento (kg MS/ha)*
<u>B. brizantha</u>	6016	2942.2 a
<u>B. humidicola</u>	679	2848.2 ab
<u>B. decumbens</u>	Local	2259.3 abc
<u>B. ruziziensis</u>	6134	2234.1 abc
<u>B. humidicola</u>	6709	2122.2 bcd
<u>B. dictyoneura</u>	6133	2088.2 cd
<u>B. humidicola</u>	675	1887.2 cde
<u>B. humidicola</u>	682	1847.8 cde
<u>B. humidicola</u>	6369	1806.7 cdef
<u>B. humidicola</u>	6707	1694.9 cdef
<u>B. ruziziensis</u>	655	1627.1 cdef
<u>B. humidicola</u>	6705	1610.1 cdef
<u>B. ruziziensis</u>	Local	1531.1 cdef
<u>B. decumbens</u>	6132	1520.0 cdef
<u>B. decumbens</u>	6131	1509.1 cdef
<u>B. ruziziensis</u>	6291	1493.9 cdef
<u>B. ruziziensis</u>	6130	1483.7 cdef
<u>B. ruziziensis</u>	6419	1414.6 def
<u>B. brizantha</u>	6012	1238.0 ef
<u>B. ruziziensis</u>	654	1230.7 ef
<u>B. brizantha</u>	664	1221.9 ef

(P < 0.05)

\* Promedios de 3 cortes cada 6 semanas durante la época de lluvias.

(tipo comercial en Panamá) y el B. decumbens Local (tipo CIAT 606) mostraron su buen desempeño en este ecosistema igual que un número considerable de otras entradas incluyendo el B. dictyoneura CIAT 6133.

Observaciones de éste y otros sitios sobre el comportamiento de las Brachiarias permitió seleccionar las especies y ecotipos B. dictyoneura CIAT 6133 y B. humidicola CIAT 6369 y 6707 para futuras evaluaciones. Resultados sobre el efecto de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) en los rendimientos de estas especies en Gualaca (Inceptisol) y Finca Chiriquí (Ultisol), se presentan en el Cuadro 6. Mayor número de observaciones se han realizado con B.

humidicola CIAT 6369 en Gualaca, encontrándose al igual que en Chiriquí poca variabilidad en los rendimientos. Solamente las interacciones de la dosis alta de N, P y S incrementaron significativamente los rendimientos en Gualaca, en tanto que efectos simples de estos elementos tuvieron comportamiento similar. Los rendimientos aquí reportados de Finca Chiriquí son muy similares a los de Gualaca, sin embargo cortes posteriores en el primer sitio han mostrado disminución de rendimientos tal vez por efecto de menor fertilidad y mayor acidez de suelo en Finca Chiriquí. Por otro lado, B. humidicola CIAT 6707 ha mostrado rendimientos más sostenidos en el mismo sitio, aunque igualmente con poca variabilidad como respuesta a

Cuadro 6. Efecto de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S) en los rendimientos (kg MS/ha) de dos ecotipos de Brachiaria humidicola (B.h.) y de B. dictyoneura (B.dic.) en Gualaca y Finca Chiriquí. Panamá, 1987.

T r a t a m i e n t o s (kg/ha)				B.h. CIAT 6369		B.h.CIAT 6707	B.dic.CIAT 6133
	N	P	S	Gualaca	Finca	Finca	Gualaca
				(10 cortes)	Chiriquí (3 cortes)	Chiriquí (4 cortes)	(4 cortes)
1.	0	0	0	1829.9 bc	1825.9 a	1897.8 ab	3559.4 a
2.	50	0	0	1963.1 b	2252.2 a	1720.6 b	3270.8 a
3.	0	20	0	1867.4 bc	2483.6 a	2056.3 ab	3736.4 a
4.	50	30	0	1826.7 bc	1923.3 a	1973.9 ab	3576.7 a
5.	0	0	20	1844.4 bc	2623.0 a	2019.2 ab	3420.6 a
6.	50	0	20	2144.5 b	1714.6 a	2192.3 ab	3313.8 a
7.	0	30	20	1296.8 c	2006.1 a	2362.9 ab	3653.2 a
8.	50	30	20	1815.4 bc	1923.3 a	2561.0 ab	3671.7 a
9.	25	15	10	1785.8 bc	2009.1 a	2491.7 ab	3628.1 a
10.	75	15	10	2332.7 ab	2213.9 a	1823.8 ab	3336.3 a
11.	25	45	10	1795.3 bc	2036.7 a	2478.2 ab	3913.2 a
12.	25	15	30	1801.4 bc	2325.0 a	2216.5 ab	3693.8 a
13.	150	90	60	2749.1 a	2828.4 a	2591.2 a	4003.6 a

(P < 0.05)

Cortes cada 35 días durante la época lluviosa.

tratamientos. El B. dictyoneura CIAT 6133 se ha comportado en forma similar en Gualaca, pero con rendimientos promedios mucho mayores que las otras Brachiarias. Todas ellas, sin embargo, se han destacado por buenos rendimientos de biomasa aún sin la aplicación de nutrientes, lo que comprueba la buena adaptación y productividad potencial en ecosistemas como los descritos.

#### RIZOBIOLOGIA

Las evaluaciones de adaptación de germoplasma se han complementado con requerimientos de inoculación con rizobium debido a que el desempeño productivo de una especie adaptada de leguminosa depende del buen establecimiento inicial y la capacidad para hacer uso eficiente de los recursos nutritivos del suelo, nodular bien y fijar nitrógeno atmosférico. En Calabacito se evaluó la respuesta a nitrógeno de 30 ecotipos forrajeros de leguminosas, como una medida indirecta de juzgar la necesidad de inoculación de una especie, ya que una amplia respuesta al nitrógeno sugiere ineficiencia de nodulación con cepas nativas de rizobium. La Figura 1 muestra que existe variabilidad entre y dentro de especies en cuanto a la respuesta a nitrógeno; sin embargo, en conjunto se puede afirmar que la mayor respuesta a este elemento se observó con los C. macrocarpum, C. pubescens, C. brasilianum, C. acutifolium, P. phaseoloides 9900, D. heterophyllum y D. ovalifolium. Los Stylosanthes capitata, S. macrocephala y S. guianensis respondieron en menor proporción al nitrógeno, indicando adecuada nodulación con cepas nativas de rizobium y por lo tanto menor necesidad de inocular la semilla; el L. leucocephala por otro lado mostró pobre productividad independientemente de tratamiento, comprobando falta de adaptación de esta especie a ecosistemas como los de Calabacito.

Un ensayo de invernadero complementario a estas observaciones, mostró respuesta significativa del C. macrocarpum CIAT 5062 y P. phaseoloides CIAT 9900 a la inoculación respectivamente con las cepas CIAT 3101 y 2434 en suelo de Calabacito, El Coco y Los Santos, particularmente cuando se agregó molibdeno (Cuadro 7). La magnitud de la respuesta fue mayor para ambas especies en el suelo de Calabacito (un Ultisol ácido con alta saturación de aluminio), pero igualmente significativa en el suelo de El Coco. Se observa que las cepas de rizobium estimularon alta formación de nódulos, pero la capacidad de éstos para fijar nitrógeno sólo ocurrió en presencia de molibdeno. En el suelo de Los Santos, de mayor fertilidad y sin problemas de acidez ni de aluminio, la respuesta de las especies al molibdeno y a la interacción molibdeno por inóculo fue nula, indicando adecuada nodulación de éstas con rizobium nativo. Estos resultados corresponden a observaciones de campo realizadas con éstas y otras especies similares en los sitios mencionados y demuestran el beneficio práctico de contemplar la inoculación de la semilla con cepas adecuadas de rizobium, previo al establecimiento en suelos ácidos infértiles del tipo Ultisol.

#### CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas ha contemplado dos actividades fundamentales: el control de malezas arbustivas y de hoja angosta de potreros establecidos y el uso de herbicidas pre- y posemergentes para el control de malezas durante el establecimiento de kudzú tropical (Pueraria phaseoloides) y Centrosema macrocarpum (Informe Anual 1984-1986, Programa de Pastos Tropicales - CIAT).

C. macrocarpum CIAT 5062 se ha destacado por la buena adaptación a

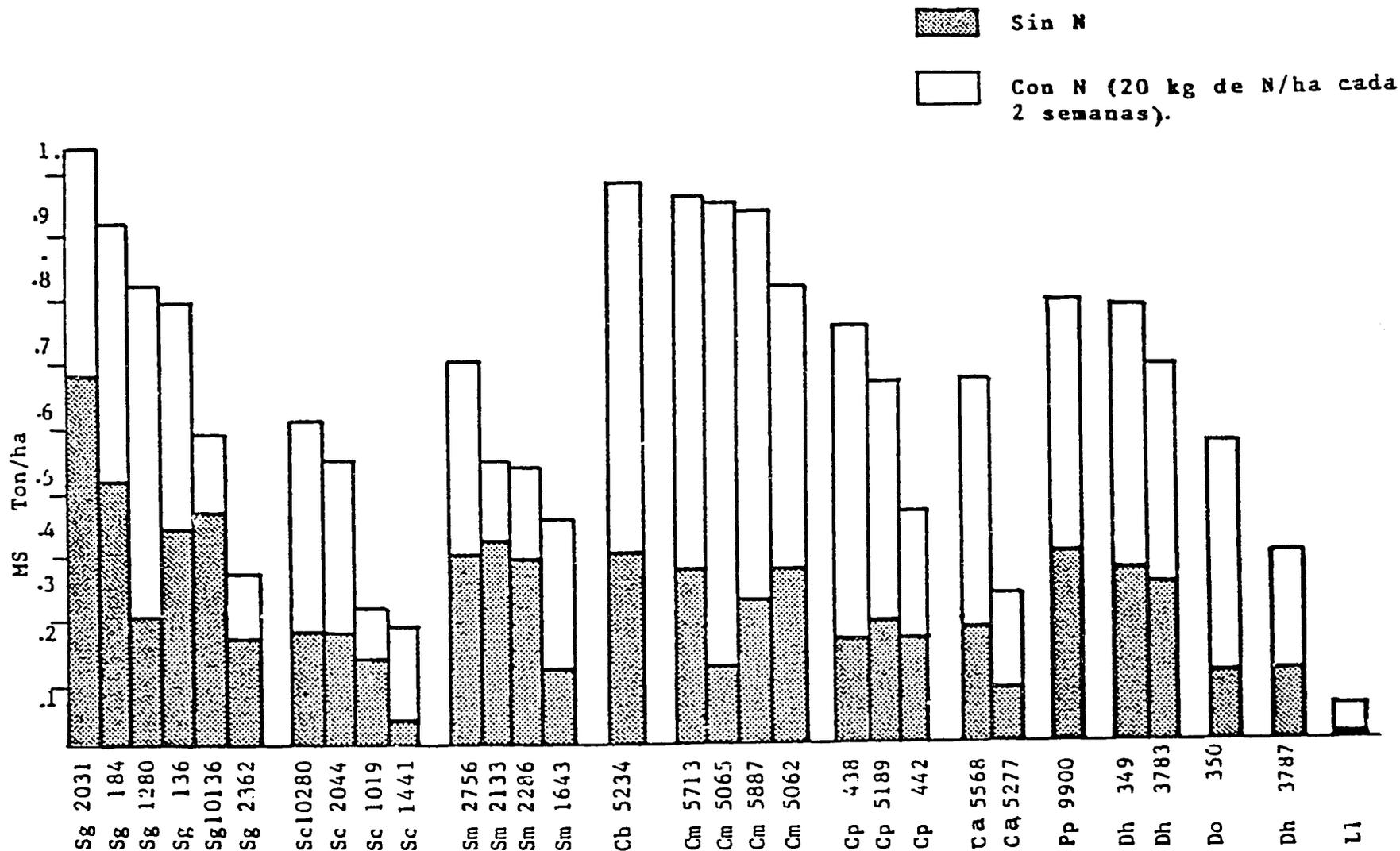


FIGURA 1. EFECTO DEL NITROGENO (N) SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE 30 ECOTIPOS DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS 12 SEMANAS DESPUES DE ESTABLECIDAS EN CALABACITO (PANAMA), (Sg: Stylosanthes guianensis; Sc: S. capitata; Sm: S. macrocephala; Cb: Centrosema brasilianum; Cm: C. macrocarpum; Cp: C. pubescens; Ca: C. acutifolium; Pp: Pueraria phaseoloides; Dh: Desmodium heterophyllum; Do: D. ovalifolium y L1: Leucaena leucocephala); Dhe: D. heterocarpum).

Cuadro 7. Efecto del molibdeno y de la inoculación con las cepas CIAT 2434 y 3101 sobre los rendimientos de materia seca y número de nódulos por planta del P. phaseoloides 9900 y C macrocarpum 5062 respectivamente, en tres suelos diferentes en Panamá.

Tratamiento	<u>C. macrocarpum</u> 5062*		<u>P. phaseoloides</u> 9900*	
	g/Planta	Nódulos/Plantas	g/Planta	Nódulos/Plantas
<u>Suelo de Calabacito</u> (pH 4.5; Sat. Al. 70%)				
Sin Inoc. - Con Mo	0.89 b	1	1.71 b	10
Con Inoc. - Con Mo	2.85 a	17	3.28 a	25
Alto N - Con Mo	3.42 a	1	3.64 a	12
Sin Inoc. - Sin Mo	0.54 b	1	0.88 c	10
Con Inoc. - Sin Mo	1.14 b	44	1.23 bc	33
<u>Suelo de El Coco</u> (pH 5.2; Sat. Al. 1%)				
Sin Inoc. - Con Mo	3.16 b	15	3.23 b	38
Con Inoc. - Con Mo	4.37 a	37	4.03 a	38
Alto N - Con Mo	4.42 a	11	4.44 a	35
Sin Inoc. - Sin Mo	1.91 c	20	-	-
Con Inoc. - Sin Mo	2.15 c	56	-	-
Alto N - Sin Mo	4.18 a	15	-	-
<u>Suelo de Los Santos</u> (pH 6.4; Sat. Al. Tr.)				
Sin Inoc. - Con Mo	4.52 b	21	4.94 a	15
Con Inoc. - Con Mo	5.17 b	32	5.58 a	35
Alto N - Con Mo	6.10 a	14	5.44 a	18

\* Media de cinco repeticiones; 12 semanas de crecimiento. Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente (P < 0.05) (DMS).

7-11

118.

varios ecosistemas de Panamá, pero igual que muchas leguminosas forrajeras, es de lento crecimiento inicial permitiendo alta competencia de malezas anuales, particularmente en suelos de mejor fertilidad en ecosistemas de bosque húmedo. Un experimento de campo con herbicidas pre- y posemergentes se realizó en la Estación Experimental Gualaca de IDIAP - pH 5.4, suelos arcillo-limosos del tipo Inceptisol, 26°C temperatura promedio y 4,000 mm anuales de precipitación. Los herbicidas utilizados con sus respectivas dosis en kg ia/ha, fueron: pendimentalin 1.0 (pre), alaclor 2.24 (pre), metolaclor 1.40 (pre), oxyfluorfen 0.50 (pre), Bentazon 1.0 (pos), Fluazyfopbutyl 0.75 (pos) y 2,4-D amina 0.40 (pos); se tuvo además un tratamiento de desyerba manual y un testigo absoluto. El Cuadro 8 muestra resultados de control 30 y 60 días después de aplicados los herbicidas, el daño a plántulas de Centrosema y rendimiento de ésta y de las malezas a los 110 días cuando finalizaron las observaciones. El herbicida de mayor selectividad y control de malezas fue el pendimentalin a 1.0 kg ia/ha aplicado en preemergencia. Esto se refleja en los buenos rendimientos de Centrosema y la menor proporción de malezas observados; obviamente que la desyerba manual produjo los mayores rendimientos al reducir totalmente la competencia por malezas, pero esta opción de limpieza demandó un número considerable de mano de obra.

Los herbicidas alaclor y metolaclor tuvieron comportamiento similar en cuanto a selectividad pero fueron menos efectivos contra el complejo de malezas presentes, principalmente el último de ellos. Mientras tanto el oxyfluorfen, que había sido observado como altamente selectivo en kudzú, fue altamente tóxico para el Centrosema, reduciendo significativamente la población de plántulas. Los posemergentes se aplicaron 20 días

después de sembrado el Centrosema y con excepción del 2,4-D amina, el fluazyfopbutyl y el bentazon fueron selectivos a la leguminosa, pero poco efectivos contra las malezas, las cuales estuvieron dominadas por especies de hoja angosta como Panicum rudgei y de hoja ancha como Borreria alata y Mimosa spp. El bentazon fue más efectivo contra malezas de hoja ancha en tanto que el fluazyfopbutyl contra las de hoja angosta, lo cual permitiría resultados diferentes en condiciones de distintos complejos de malezas que los observados en este experimento.

#### MULTIPLICACION DE SEMILLAS

La multiplicación y el desarrollo de tecnología en producción de semilla de forrajeras tropicales fue una de las actividades principales en el desarrollo del Convenio IDIAP/U. Rutgers/CIAT, debido a que la disponibilidad de germoplasma promisorio debe ir acompañado de esfuerzos crecientes en multiplicación de semilla básica, de otra manera es difícil que los esfuerzos de selección logren impactar a corto o mediano plazo. El Cuadro 9 resume logros obtenidos en la multiplicación de semilla básica de forrajeras promisorias o comercialmente liberadas en Panamá como el A. gayanus CIAT 621. De esta especie se produjeron 3,868 kg de semilla básica en diferentes sitios del país donde el IDIAP tiene acción directa. Se nota que hay variabilidad en los rendimientos reportados, lo que es obvio debido al efecto de sitio y manejo de cosecha en el desarrollo del cultivo y eficiencia de colección de la semilla. Sin embargo, los rendimientos observados están dentro del rango reportado para otros lugares del trópico latinoamericano.

C. macrocarpum fue seleccionada como leguminosa forrajera promisorio para varios ecosistemas de Panamá. Los rendimientos de semilla obtenidos han sido muy variables hasta la fecha. En

Cuadro 8. Control de malezas durante el establecimiento de Centrosema macrocarpum CIAT 5062, Gualaca (Panamá), 1987.

Tratamiento	Dosis kg ia/ha	Epoca	Control		Centrosema		Malezas*
			30 DD	60 DD	Plántulas 20 DD	kg MS/ha 110 DD	kg MS/ha 110 DD
Pendimentalin	1.00	PRE	80	83	15	1263	564
Alaclor	2.24	PRE	70	47	15	838	1028
Metolaclor	1.40	PRE	48	25	14	838	2259
Oxyfluorfen	0.50	PRE	88	87	5	500	1220
Bentazon	1.0	POS	77	50	15	900	1087
Fluazyfopbutyl	0.75	POS	78	67	15	463	2377
2,4-D amina	0.40	POS	60	73	15	31	3063
Desyerba manual	-	-	100	100	15	1625	0
Testigo	-	-			15	296	2288

\* Malezas predominantes: Panicum rudgei, Sida sp., Borreria alata y Mimosa sp.

120

Cuadro 9. Rendimientos y producción de semilla básica de forrajeras tropicales en Panamá (1984-1986).

Especie	Lugar de Cosecha	Rendimientos Anuales de Semilla Cruda (kg/ha)		
		1984	1985	1986
<u>A. gayanus</u> CIAT 621 (Veranero)	Gualaca	431 (862)+	192 (384)	-
	Finca Chiriquí	-	190 (247)	-
	Río Hato	-	-	250 (250)
	Soná	-	355 (355)	170 (424)
	Chumpaíto	-	-	182 (546)
	Calabacito	-	210 (350)	180 (450)
<u>P. phaseoloides</u> (Kudzú)	Gualaca	22 (22)	11 (11)	-
	Calabacito	-	-	-
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5065	Gualaca	-	25 (10)	60 (24)
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5062	Gualaca	-	-	457 (15)
	Calabacito	-	-	50 (50)
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5434	Gualaca	-	-	521 (7)
	Calabacito	-	-	15 (15)
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5278	Calabacito	-	-	30 (30)
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5234	Calabacito	-	-	25 (25)
<u>C. guianensis</u> CIAT 136	Gualaca	45 (7)	-	-
<u>S. capitata</u> "Capica"	Gualaca	589 (194)	-	-
	Calabacito	-	50 (150)	70 (180)
<u>B. humidicola</u> "Comercial"	Finca Chiriquí	75 (375)	-	75 (150)
	Calabacito	-	-	100 (100)
<u>B. dictyoneura</u> CIAT 6133	Gualaca	-	-	221 (36)
	Calabacito	-	-	175 (175)
+ En paréntesis kg totales cosechados. Total cosechados		(1460)	(1507)	(2517)

Gualaca los ecotipos CIAT 5062 y 5434 produjeron altos rendimientos en 1986 debido a que éste fue un año con un período seco definido y estable, que favoreció la floración y formación abundante de semilla; lo anterior no ocurrió en Calabacito y esto explica los bajos rendimientos observados en este sitio. Otras leguminosas promisorias como C. acutifolium, S. guianensis y S. capitata, florecen y forman semilla en diferentes sitios del país, principalmente en aquellos que tienen menos de 2,500 mm de precipitación anual.

B. dictyoneura CIAT 6133 es tal vez la gramínea más promisorias dentro de las nuevas selecciones. Esta especie florece y forma semilla mejor que otras Brachiarias, tal como se ha observado en Chepo, Calabacito y Gualaca, por eso los mayores rendimientos reportados de semilla. Sin embargo, aparentemente la semilla tiene pronunciada latencia y la germinación es baja durante los primeros seis meses después de la cosecha.

La semilla cosechada de todas las forrajeras enumeradas en el Cuadro 9 se ha destinado a la siembra de parcelas experimentales, a nuevos lotes de multiplicación y para venta a productores locales en el caso de Veranero. Semilla básica también se está usando para siembra de parcelas demostrativas de S. capitata "Capica", C. macrocarpum y B. dictyoneura en finca de productores.

El efecto del nitrógeno y de este elemento y del azufre ha sido observado en B. decumbens (tipo CIAT 606) y B. humidicola (tipo CIAT 679) en Gualaca y Calabacito, respectivamente. El Cuadro 10 muestra resultados de dos años de evaluación en B. decumbens notándose que la quema no favoreció los rendimientos totales de semilla independientemente del año de cosecha. Fraccionando el nitrógeno (N) en dos aplicaciones -40 kg apli-

cados al inicio de la floración y 40 kg dos meses antes- sólo favoreció los rendimientos durante el segundo año de cosecha comparado al tratamiento base; de todas maneras, la mayor producción de semilla se obtuvo con aplicación de 80 kg de N, independiente de la quema a las parcelas, principalmente en los rendimientos observados el segundo año. Es interesante anotar que la quema tendió a reducir la población de plantas el primer año, probablemente debido a que ésta se hizo con suelo húmedo; sin embargo, para el segundo año de cosecha todas las parcelas mostraban igual uniformidad.

Tanto el B. decumbens como el B. humidicola permiten dos cosechas de semilla por año en Panamá. La primera floración ocurre entre Junio y Julio de cada año y es la más abundante, mientras que la segunda ocurre en Septiembre-Octubre y es de más bajos rendimientos. El B. humidicola respondió muy bien al nitrógeno y a la interacción de este elemento con azufre (S) en Calabacito (Cuadro 11). El mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 100 kg/ha de N y 40 de S, lo cual se refleja también en mayor número de tallos florales/m<sup>2</sup>. La primera cosecha de semilla en este caso no pudo obtenerse, pero a juzgar por observaciones de éste y otros sitios es probable que haya sido de mayores rendimientos.

#### EVALUACIONES DE PASTURAS

La evaluación de pasturas con animales constituyó la parte más difícil de llevar a cabo durante el desarrollo del presente convenio. Hubo dificultades para el establecimiento y manejo de experimentos de pastoreo debido a combinación desfavorable de factores administrativos y financieros. Sin embargo, tres experimentos donde se incluyó germoplasma promisorio, fueron establecidos en Chiriquí (Facultad de Agronomía), Calabacito y Gualaca. El primero de ellos mide persistencia bajo pastoreo

Cuadro 10. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de semilla de Brachiaria decumbens en Gualaca (Panamá).

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha de Semilla Cruda					
	1986			1987		
	1a.Cosecha	2a.Cosecha	Total	1a.Cosecha	2a.Cosecha	Total
Testigo	-	-	-	88	91	179 bc
Basal*	128	59	187 ab	60	87	147 c
Basal + Quema	55	64	119 b	86	91	177 bc
Basal + 40 kg de N + 40 kg de N	155	82	237 a	121	91	212 b
Basal + 80 kg de N	182	69	251 a	176	92	268 a
Basal + 80 kg de N + Quema	149	100	249 a	194	91	285 a

\* Basal:  $K_2O$  30 kg/ha,  $P_2O_5$  25 kg/ha.

Valores con una misma letra en común, dentro de columna, no difieren significativamente ( $P < .01$ ).

Cuadro 11. Efecto del nitrógeno (N) y del azufre (S) sobre los rendimientos de semilla de Brachiaria humidicola (tipo CIAT 679), Calabacito (Panamá), 1987.

Tratamientos kg/ha		Rendimiento kg/ha+		Tallos Florales/m <sup>2</sup>	
		1a. Cosecha (Julio)	2a. Cosecha (Septiembre)	1a. Cosecha	2a. Cosecha
<u>N</u>	<u>S</u>				
0	0	-	15.4	-	22
0	40 + basal*	-	35.2	-	78
50	20 + basal	-	161.0	-	406
100	0 + basal	-	171.0	-	517
100	40 + basal	-	234.0	-	575

\* Basal: 30 kg/ha de K<sub>2</sub>O y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.

+ Semilla cruda.

de la asociación B. humidicola-kudzú y de las gramíneas Faragua y A. gayanus CIAT 621 asociadas con C. macrocarpum CIAT 5065 y S. capitata CIAT 10280 en una rotación de 7 días de pastoreo y 35 días de descanso con tres cargas animales -1.25, 2.0 y 2.5 UA/ha. Este experimento fue suspendido por falta de agua para los animales experimentales, lo cual se espera continuar en el futuro dependiendo de recursos para solucionar este problema. El experimento de Calabacito mide producción de carne de la asociación gramínea-leguminosa de B. dictyoneura CIAT 6133 y de B. humidicola (tipo CIAT 679) con kudzú; Faragua y A. gayanus CIAT 621 con S. capitata CIAT 10280 y de A. gayanus CIAT 621 con C. macrocarpum CIAT 5062. Observaciones realizadas en ambos experimentos permiten concluir que S. capitata es la leguminosa más persistente en ambos sitios. El kudzú mostró clorosis severa desde el establecimiento, lo cual se atribuye a falta de adecuada nodulación, particularmente en

Calabacito, mientras que el C. macrocarpum redujo notablemente la población de plantas donde estuvo asociada con A. gayanus, probablemente debido a la severa competencia por nutrientes y agua de esta gramínea; lo anterior no ocurrió cuando la leguminosa estuvo asociada con Faragua -una gramínea menos competitiva- en Chiriquí. En Calabacito se inició recientemente el pastoreo de las parcelas experimentales.

Igualmente el B. humidicola CIAT 6369 fue establecido en Gualaca para ser evaluada como gramínea con dos cargas animales -1.0 y 2.0 UA/ha- en un sistema alterno de pastoreo (28/28 días). Esta gramínea ha sido seleccionada recientemente en Panamá por su hábito estolonífero, alta tolerancia a la sequía, moderada tolerancia al salivero y alta proporción de hojas (Informe Anual 1986, Programa de Pastos Tropicales - CIAT). Recientemente se iniciaron tratamientos de pastoreo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Durante el desarrollo del presente convenio fue posible identificar y seleccionar plantas forrajeras adaptadas a suelos ácidos y tolerantes a plagas y enfermedades comunes de Panamá. Ecotipos de los géneros Brachiaria, Andropogon, Centrosema y Stylosanthes, fueron los más destacados.

Se definieron dosis bajas de fertilizantes -principalmente fósforo y azufre- para el desarrollo vigoroso del germoplasma promisorio durante la fase de establecimiento.

Se demostró la viabilidad en varias localidades para la multiplicación de semilla del germoplasma promisorio, lo cual permitirá en el futuro escoger los sitios más apropiados para producción comercial de semilla.

Se encontraron métodos y herbicidas para el control de malezas durante el establecimiento de Centrosema macrocarpum y del kudzú tropical y la eliminación de la gramínea Cabezona (Paspalum virgatum) en potreros establecidos.

Lo anterior permite sugerir las

siguientes recomendaciones: continuar la evaluación agronómica del germoplasma promisorio hasta establecerlo y evaluarlo en pasturas puras o asociadas para definir su valor comercial. El establecimiento de parcelas demostrativas a nivel de productores es igualmente recomendable.

Seguir fortaleciendo las actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología de semillas para en el futuro concentrarla en zonas geográficas adecuadas.

El control de malezas debe continuar explorando métodos y sistemas para eliminar aquéllas altamente tolerantes a herbicidas, como el Chumico (Curatella americana), Guayabo (Psidium sp.) y Pteridium aquilinum.

La evaluación de pasturas con animales debe dársele prioridad a corto plazo debido a la disponibilidad creciente de nuevo germoplasma forrajero; sin embargo, es fundamental la consideración de experimentos de pastoreo simples y de tamaño manejable dentro de los recursos disponibles de IDIAP, sin sacrificar desde luego información relevante de persistencia y productividad de las praderas.

## 8. ENTOMOLOGIA

Durante 1987, la Sección se ha concentrado en seleccionar la colección de Brachiaria por su resistencia a especies del salivazo (Zulia colombiana y Aeneolamia varia). Este trabajo ha requerido el desarrollo de nuevas metodologías de selección en el campo y en el invernadero, y su implementación en gran escala. Se ha desarrollado un método simplificado e innovador para criar salivazo masivamente, con lo cual se proporciona una fuente confiable de huevos, ninfas, y adultos para uso experimental durante todo el año y para la selección de resistencia en el invernadero. Un estudio detallado de resistencia en unas pocas accesiones seleccionadas, ha brindado nuevas ideas acerca de los posibles mecanismos de resistencia presentes en Andropogon y Brachiaria. Las técnicas desarrolladas para este estudio se han aplicado a selecciones hechas en gran escala de las colecciones de Brachiaria y Panicum por resistencia (antibiosis y tolerancia) al salivazo.

Los avances logrados en los estudios de laboratorio acerca de la biología del huevo y de la respuesta a las condiciones ambientales permiten ahora el almacenamiento de huevos de salivazo durante períodos más largos que anteriormente. Esta técnica, junto con un mejor sistema de recolectar los huevos, solucionará el problema de disponibilidad de insectos para propósitos de selección en el invernadero y puede ser una herramienta valiosa en la manipulación experimental de poblaciones de insectos en el campo. Se ha comenzado a identificar

una técnica apropiada de infestación que permita ubicar de manera uniforme y que garantice la supervivencia de los huevos de salivazo en las parcelas del campo.

En 1987, se establecieron en tres sitios (Carimagua y Villavicencio en Colombia, y Pucallpa en Perú) 265 accesiones de la colección de Brachiaria en colaboración con la Sección de Agronomía para evaluar la adaptación edáfica y la reacción al salivazo. Las poblaciones naturales de salivazo en los sitios de evaluación han sido mayores que las que se han logrado previamente y permitirán una selección más significativa de los materiales en un período de tiempo más corto. Pronto se tendrá acceso a un subgrupo de materiales resistentes y bien adaptados para una evaluación más extensiva en localidades de los ensayos regionales.

Las hormigas cortadoras de hojas (Atta laevigata y Acromyrmex landolti) fueron menos notorias durante 1987 como resultado de precipitaciones más excesivas que las normales durante 1986. La visita de un especialista con amplia experiencia en el control de hormigas, Dr. Malcolm Cherrett del University College de North Wales, estimuló un nuevo análisis del problema y se ha formulado una nueva estrategia de investigación. Desafortunadamente, la primera etapa del plan, un estudio de la población de hormigas en sabana nativa, ha quedado bastante reducido debido a las restricciones para viajar a Carimagua.

Se ha progresado en la identificación de componentes específicos del complejo de insectos chupadores que atacan las leguminosas forrajeras tales como Centrosema. En la medida en que se identifiquen las plagas claves, se pueden desarrollar metodologías específicas de selección.

## SALIVAZO

### 1. Cría masiva

Se considera que los diversos géneros y especies de salivazo (Cercopidae) nativos de América Latina son el principal factor que limita la utilización de Brachiaria como gramínea forrajera en esta región. El salivazo es capaz de causar daño severo a aquellas gramíneas susceptibles al reducir la disponibilidad y la calidad del forraje y apresurar la degradación de la pastura debido a la invasión de maleza. La reciente introducción de una gran colección de accesiones de Brachiaria provenientes de Africa ha estimulado la investigación acerca de la resistencia de la planta al salivazo. Se ha desarrollado un sistema para criar todos los estados del salivazo con el fin de facilitar los estudios acerca de los mecanismos de resistencia y la biología básica del insecto.

#### Metodología para la cría masiva

Se recolectan adultos de Zulia colombiana en parcelas de Brachiaria decumbens en Santander de Quilicho y se colocan en una jaula de oviposición. Los lados de la jaula de madera están cubiertos con un anjeo de nilón y el fondo de la jaula está adecuado con un cajón removible que permite la inserción y retiro de las bandejas que contienen un sustrato para la oviposición. El sustrato está compuesto de suelo arcilloso (pH 4.5) recolectado en áreas de infestación natural del salivazo, en este caso la finca experimental del CIAT localizada en Santander de Quilichao. El suelo se disuelve en agua, se tamiza a través

de un tul, se extiende sobre un soporte de lienzo a una profundidad de aproximadamente 0.5 cm, y se seca al aire. Cuando el suelo y tiene una consistencia blanda pero no acuosa (40-60% de agua por peso), se coloca en el fondo de la cámara de oviposición. Se hacen hendiduras en forma de cuadrícula al suelo, para aumentar el número de sitios de oviposición y favorecer una distribución más uniforme de los huevos en el suelo. Se colocan los adultos recolectados del campo o los adultos que emergen de la colonia del invernadero en una cámara y se les permite ovipositar. Las bandejas pueden ser retiradas y colocadas nuevamente para obtener huevos de una edad en particular.

La bandeja con el suelo y los huevos se retira después de uno o varios días, se suspende en agua, se tamiza, y se separan los huevos del material orgánico utilizando una técnica de flotación. El soporte de lienzo se lava en agua en un vaso de precipitación para disolver el suelo. Se saca el sobrenadante de material orgánico y se tamiza el suelo disuelto a través de un anjeo fino dejando únicamente los huevos del salivazo y un poco de material sólido. El material tamizado se coloca en una solución salina (NaCl) al 30%. Luego se decantan los huevos de la superficie y se recolectan en un tul. Para reducir la contaminación por hongos, se pueden desinfectar los huevos en hipoclorito de sodio al 0.5% durante 5 minutos y luego se lavan en agua destilada.

Los huevos se incuban en el laboratorio a 23°C y cuando están próximos a eclosionar, se colocan sobre pedazos de papel filtro humedecido en la base de plantas de gramíneas en materas. Se ha encontrado que con el simple hecho de cubrir las materas plásticas con papel aluminio, se estimula el desarrollo de las raíces secundarias en la superficie del suelo, proporcionando así abundantes sitios de

alimentación para las ninfas del salivazo. Además, la envoltura de papel aluminio proporciona excelentes condiciones de temperatura, humedad relativa, y poca luz para el desarrollo de las ninfas. Como medida adicional en el momento del transplante, se colocan las plantas de gramíneas sobre un plato Petri plástico invertido el cual contiene una pequeña cantidad de suelo. Esto obliga el crecimiento lateral de las raíces expuestas y asegura la disponibilidad de raíces para la alimentación de las ninfas. Cuando las ninfas alcanzan el quinto instar, se cubren las materas con jaulas de tul para atrapar los adultos que emergen. De esta manera, se pueden recolectar adultos de edad conocida, los cuales se utilizan para fines experimentales o se introducen en cámaras de oviposición.

Del número total de huevos obtenido (31,727) a partir de 654 hembras y 752 machos adultos de Z. colombiana recolectados en el campo, 28,194 (89%) fueron ovipositados en el suelo y 3,533 (11%) fueron retenidos por y recuperados de hembras muertas. Durante 1986-87, la colonia del invernadero ya descrita, produjo un promedio de 85 adultos/día. La proporción macho:hembra de adultos emergentes fue de aproximadamente 1:1. El período de incubación de los huevos de salivazo osciló entre 12 y 15 días y las ninfas completaron 5 instares en aproximadamente 45 días.

La cubierta de aluminio no tuvo ningún efecto en la humedad relativa dentro de las materas en comparación con el cuarto del invernadero (Cuadro 1). El invernadero utiliza un sistema de enfriamiento por convección del tipo radiador que mantiene constantes las condiciones de temperatura moderada y humedad relativa alta, en comparación con la casa de malla donde no se utiliza ningún sistema activo de enfriamiento y tanto la temperatura como la humedad fluctúan ampliamente.

En la casa de malla, la cubierta de aluminio mantuvo una humedad relativa significativamente más alta dentro de las materas en comparación con las condiciones ambientales.

Se encontraron temperaturas más altas en la casa de malla en comparación con el invernadero durante las horas de la tarde. La cubierta de aluminio no tuvo ningún efecto en la temperatura dentro de las materas en la casa de malla mientras que las temperaturas dentro de las materas en el invernadero fueron ligeras pero significativamente más altas (Cuadro 1).

Estos resultados sugieren que este método es particularmente útil en las casas de malla o en localidades con humedad ambiental baja. Es posible que el estímulo al enraizamiento superficial debido a la baja intensidad de la luz producida por el aluminio resulte en un efecto positivo aún mayor en la supervivencia de las ninfas.

Utilizando la técnica aquí descrita, actualmente se mantienen dos colonias de salivazo: Z. colombiana y A. reducta. Este método de cría permite la producción de huevos, ninfas, y adultos de edades conocidas para propósitos experimentales durante todo el año. La técnica facilita los estudios de biología básica y proporciona una fuente confiable de insectos durante períodos en que se encontraron poblaciones de salivazos en el campo. Se evita también la variabilidad en los experimentos de laboratorio y de invernadero asociados con los adultos recolectados en el campo. La técnica de cría no requiere equipo especial y elimina los problemas de contaminación que se han tenido con otras técnicas.

La cámara de oviposición es de construcción sencilla y puede modificarse para adaptarse a las condiciones locales y a la disponibilidad de materiales. La producción y recuperación de huevos es rápida y eficiente. Esta

Cuadro 1. Efecto de la cobertura con papel aluminio en la temperatura y humedad relativa de materas plásticas sembradas con plantas de Brachiaria en el invernadero y en casas de malla.

Hora del día	Temperatura (°C $\pm$ desviación estándar)		Probabilidad de un t mayor
	Condiciones del cuarto	Debajo del aluminio	
<u>Invernadero</u>			
7:30	23.56 $\pm$ 0.95	24.81 $\pm$ 1.13	< 0.0001
13.00	24.84 $\pm$ 1.25	26.83 $\pm$ 0.97	< 0.0001
16.00	24.41 $\pm$ 1.24	25.41 $\pm$ 0.68	0.0005
<u>Casa de malla</u>			
7:30	25.02 $\pm$ 2.14	24.40 $\pm$ 1.65	.2138
13.00	30.35 $\pm$ 1.25	29.99 $\pm$ 1.88	.3859
16.00	27.63 $\pm$ 1.95	27.13 $\pm$ 1.82	.3427
Hora del día	Humedad Relativa (% $\pm$ desviación estándar)		Probabilidad de un t mayor
	Condiciones del cuarto	Debajo del aluminio	
<u>Invernadero</u>			
7:30	92.89 $\pm$ 3.66	94.50 $\pm$ 3.64	.1017
13.00	92.23 $\pm$ 4.76	91.03 $\pm$ 4.31	.3096
16.00	92.97 $\pm$ 4.76	94.44 $\pm$ 1.80	.1345
<u>Casa de malla</u>			
7.30	80.67 $\pm$ 9.77	92.23 $\pm$ 4.77	0.0001
13.00	61.70 $\pm$ 5.76	82.97 $\pm$ 6.08	0.0001
16.00	65.85 $\pm$ 6.34	88.52 $\pm$ 6.87	0.0001

técnica es fácilmente adaptable y puede ser utilizada por los programas nacionales de investigación interesados en la producción de adultos de salivazo para propósitos experimentales o para recolectar huevos de adultos de salivazo criados o recolectados en el campo.

## 2. Almacenamiento, biología, e infestación de huevos de salivazo

Durante el desarrollo, el peso de los huevos aumenta debido a la absorción de agua del ambiente (Figura 1). Los huevos del salivazo Z. colombiana contienen entre 30 y 50% de agua al momento de la oviposición y pierden agua rápidamente a través del corión

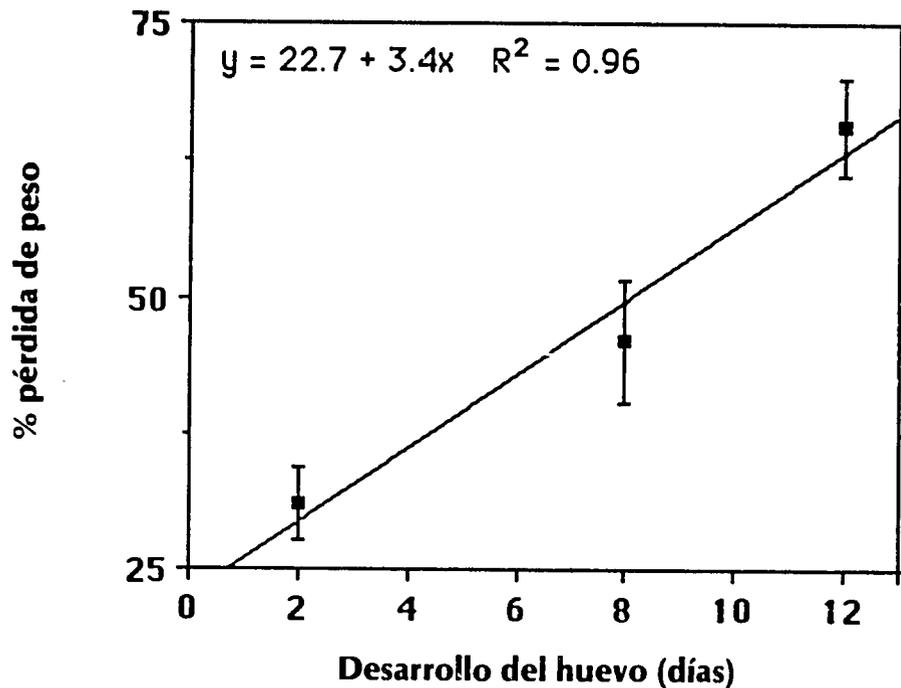


Figura 1. Relación entre la edad fisiológica de huevos de *Z. colombiana* y la pérdida de peso en condiciones de secamiento (20 horas a 45°C).

(cáscara del huevo) al ser expuestos a condiciones secas de humedad baja o temperatura alta. La supervivencia de los huevos en condiciones de desecación (0% HR, 25°C) es proporcional a la pérdida de agua (Figura 2). Se observó una tasa de mortalidad del 50% de los huevos cuando la pérdida de agua fue de aproximadamente 25%, o después de 8 horas a 25°C y 0% HR.

Se han iniciado varios estudios para entender el efecto de las condiciones de temperatura y de humedad relativa en la dormancia del huevo del salivazo. En un estudio, se secaron pedazos de suelo obtenidos de las jaulas de oviposición los cuales tenían huevos sin perturbar de tres etapas de desarrollo (1 día, 3 días, y 6 días de desarrollo a 23°C) y se almacenaron a dos temperaturas (15 y 23°C). Como testigo, se mantuvieron huevos en barro húmedo a 23°C. Se retiraron periódicamente cuatro repeticiones (pedazos de suelo) de las

condiciones experimentales, se extrajeron y se incubaron a 23°C en papel filtro humedecido para determinar la supervivencia y la etapa de desarrollo medida como el número de días hasta la eclosión. Todos los huevos en suelo húmedo a 23°C (testigo) eclosionaron dentro de los 20 días con un 93.5% de sobrevivencia. Los huevos en suelo húmedo a 15°C continuaron su desarrollo aunque a una tasa más lenta y con una mayor tasa de mortalidad a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento. A los 90 días habían muerto todos los huevos, el 43.9% de los huevos ya había eclosionado al ser almacenados a 15°C. En el suelo seco, la mortalidad fue alta después de sólo 20 días de almacenamiento independientemente de la etapa de desarrollo (98, 100, y 79% para huevos de 1, 3, y 6 días, respectivamente). Sin embargo, los huevos almacenados en suelo seco a 15°C mantuvieron la viabilidad durante períodos más largos. Huevos de un día de nacidos a

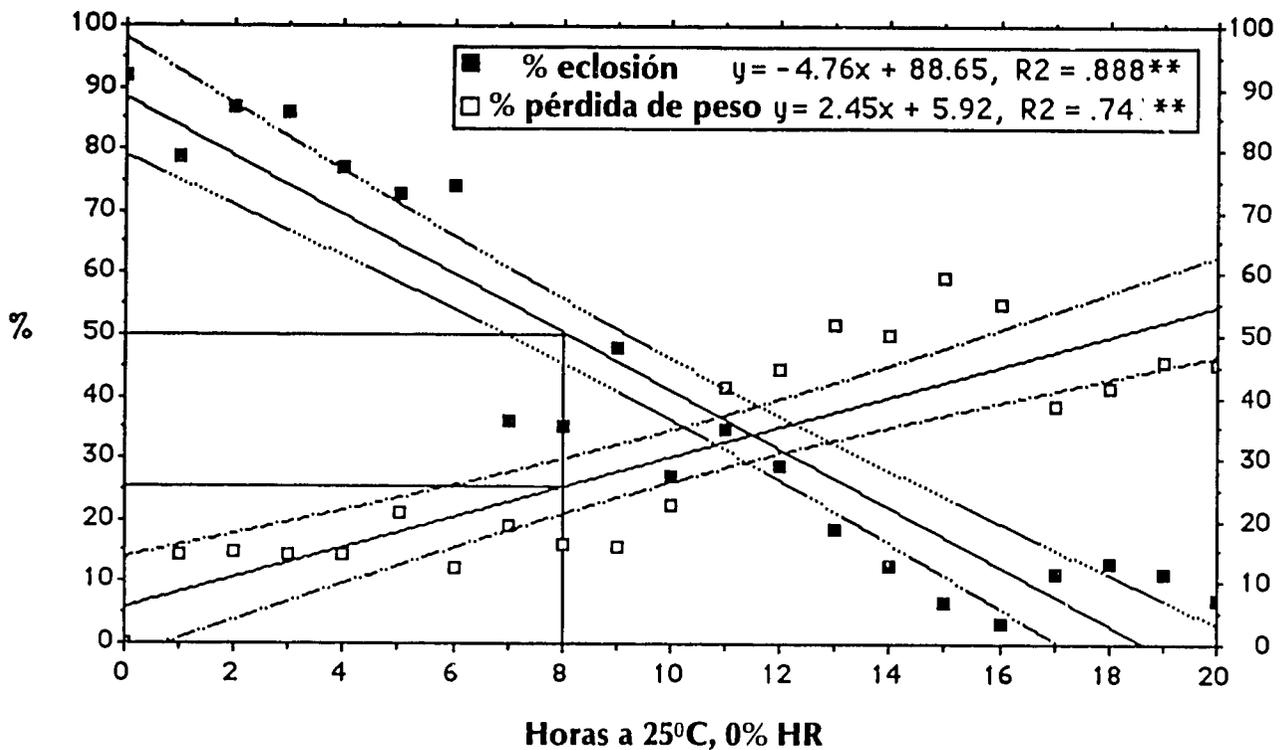


Figura 2. Correlación entre el porcentaje de eclosión y el porcentaje de pérdida de peso de huevos de *Z. colombiana* vs. número de horas bajo condiciones de secamiento. Las curvas representan los límites de confianza del 95% para el promedio de  $y$ .

15°C presentaron una tasa de baja mortalidad y no eclosionaron hasta los 75 días cuando la tasa de mortalidad alcanzó el 72%. Huevos de tres días experimentaron una tasa de mortalidad moderada (del orden del 25%) hasta los 60 días cuando la mortalidad era del 30% pero el 59% de los huevos ya habían eclosionado. De manera similar, el 86% de los huevos de seis días eclosionaron a los 45 días. Es claro que ninguno de estos tratamientos indujo la dormancia puesto que el desarrollo continuó aún a los 15°C y el secamiento causó tasas altas de mortalidad. Las mejores condiciones para almacenar huevos en suelo se obtuvieron con huevos de un día en suelo seco a 15°C.

Se realizó otro estudio con huevos extraídos los cuales fueron colocados en condiciones de temperatura y humedad relativa controladas, utilizando soluciones saturadas de sal para mantener una humedad relativa constante dentro de la cámara de almacenamiento. En este estudio, los huevos fueron colocados en bandejas plásticas y almacenados en cajas de plástico cerradas, puestas encima de soluciones saturadas de sales durante diferentes períodos de tiempo a temperatura y humedad relativa constantes. Hasta la fecha, se ha obtenido la mayor supervivencia al almacenar huevos a 20 ó 25°C y 90 ± 5% HR, utilizando una solución saturada de MgSO<sub>4</sub>. Se está adelantando un estudio para identificar el umbral de temperatura para el desarrollo de huevos de *Z. colombiana* y *A. reducta*.

### 3. Caracterización de la resistencia al salivazo en accesiones de *Brachiaria* spp.

#### 3a. Antibiosis

Se evaluó la resistencia 12 accesiones de gramíneas incluyendo 11 accesiones de *Brachiaria* a ninfas de *Z. colombiana* en el invernadero, utilizando una técnica de evaluación que proporcionó condiciones ambientales uniformes y abundantes sitios de alimentación. *B. brizantha* CIAT 6294 (cv. Marandú) fue la más resistente de las accesiones evaluadas, con base en la tasa de mortalidad de las ninfas, la duración de los estadios ninfales, y el peso de la hembra adulta. *Andropogon gayanus*, resistente al ataque del salivazo en el campo, resultó susceptible en las condiciones de este estudio. El hábito de crecimiento y las características de enraizamiento pueden contribuir a la resistencia en el campo. Sin embargo, es claro que hay otros factores de resistencia presentes dentro del género *Brachiaria*, particularmente en el caso de *B. brizantha* cv. Marandú.

La eclosión de los huevos y la supervivencia de los primeros instares fueron altas en todas las accesiones evaluadas. La Figura 3 muestra la supervivencia de cada estado para un grupo de 5 accesiones que representan el rango de respuesta obtenida. En general, la supervivencia del primer y segundo instar fue alta y la mortalidad más alta se presentó durante el tercer y cuarto instar.

Con la excepción de *B. decumbens*, la tasa más baja de supervivencia ocurrió en *B. brizantha* CIAT 6294 (47%) (Cuadro 2). En general, las ninfas criadas en *B. brizantha* CIAT 6294 produjeron poca saliva y emigraron frecuentemente dentro de la materia. En contraste, las ninfas criadas en *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, y *A. gayanus* produjeron abundante saliva y no emigraron. Las ninfas criadas en *B. brizantha* CIAT 6294 se desarrolla-

ron más lentamente que aquellas criadas en cualquier otra accesión (Cuadro 2). Las ninfas criadas en *B. brizantha* CIAT 6294 emergieron como adultos en promedio 14 días más tarde que las ninfas criadas en *B. dictyoneura* CIAT 6133.

Las hembras adultas criadas en *B. brizantha* CIAT 6294 pesaron en promedio 24% menos que las que emergieron de *B. ruziziensis* CIAT 6419 (Cuadro 2). Las correlaciones fueron altamente significativas entre la supervivencia de ninfas a adultos y la duración de los estadios ninfales (Figura 4) y entre el peso de la hembra adulta al momento de la emergencia y la duración de los estadios ninfales (Figura 5). No se detectó correlación entre la supervivencia de ninfas a adultos y el peso de la hembra adulta al momento de la emergencia no fue significativa a un nivel del 5% ( $P > 0.068$ ).

La supervivencia de las ninfas de primer y segundo instar en este estudio fue alta para todas las accesiones estudiadas. Otros autores han reportado una tasa alta de mortalidad en los primeros instares. Es posible que en esos estudios factores tales como humedad relativa y disponibilidad de sitios de alimentación hayan tenido un gran efecto en la supervivencia de las ninfas jóvenes. En este estudio se asume que tales factores de mortalidad se excluyeron principalmente debido a las condiciones casi óptimas de humedad relativa y a la abundancia de sitios de alimentación disponibles, proporcionados por la cubierta de aluminio.

Es interesante tener en cuenta la tasa alta de supervivencia de ninfas criadas en *A. gayanus*. En condiciones de campo, esta gramínea es altamente resistente al salivazo. Varios autores han reportado que la antibiosis es la categoría de resistencia en *A. gayanus*. Se ha sugerido que la presencia de catequinos y glicósidos

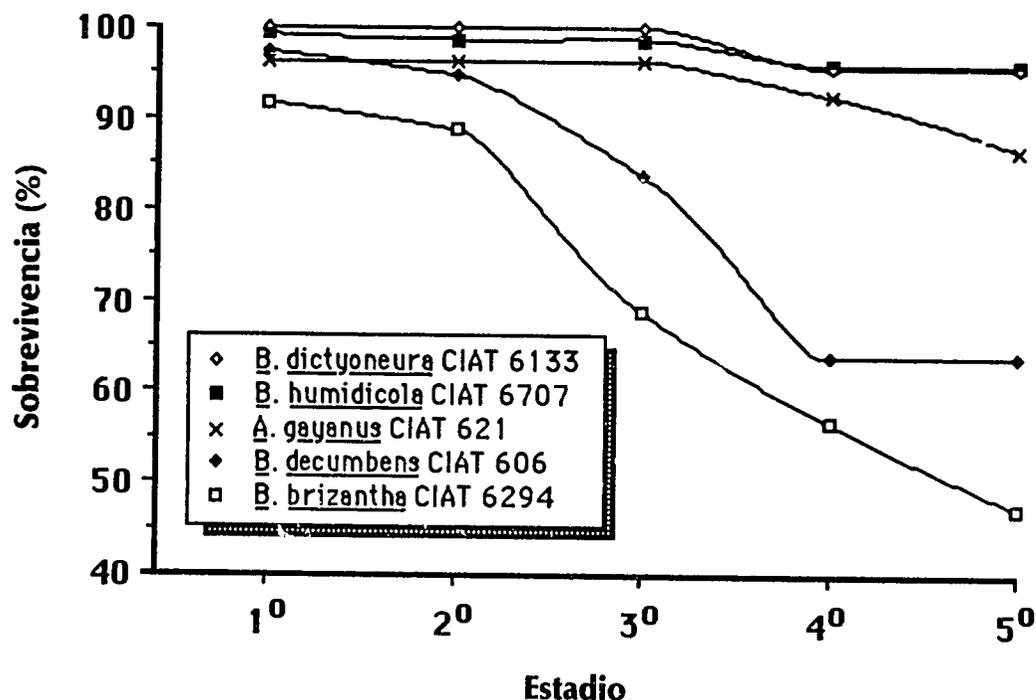


Figura 3. Curvas de sobrevivencia para estadios ninfales desde *Z. colombiana* criados en 5 accesiones de gramíneas en el invernadero.

cianogénicos en las hojas, los tallos, y las raíces de *A. gayanus* puede estar relacionada con la resistencia al salivazo. El resultado de este estudio sugiere que la resistencia exhibida por *A. gayanus* en el campo puede no estar basada en la composición química de la planta. Una explicación más factible es que en condiciones de campo, el hábito de crecimiento de *A. gayanus* (enraizamiento profundo, raíces de tipo macolla no proporciona sitios de alimentación y las condiciones microclimáticas adecuadas para el desarrollo de las ninfas de salivazo. Es importante anotar que la cubierta de aluminio utilizada en este estudio estimuló la proliferación de raicillas y proporcionó, a las ninfas condiciones uniformes de temperatura, luz, y humedad relativa. Las diferencias microclimáticas que existen en el campo entre las gramíneas con hábitos de crecimiento diferentes se minimizaron y los resultados obtenidos en

este estudio se pueden atribuir a otras defensas de la planta, incluyendo sus defensas físicas, los aleloquímicos, y los factores nutricionales.

El hábito de crecimiento de la planta y su influencia en los factores microclimáticos cerca de la superficie del suelo pueden ser características importantes al seleccionar el germoplasma resistente. Sin embargo, los resultados de este estudio parecen indicar que existen factores adicionales de resistencia dentro del género *Brachiaria*. *B. brizantha* cv. Marandú es otra gramínea resistente al ataque de salivazo en el campo. Sin embargo y a diferencia de *A. gayanus*, Marandú retuvo su nivel relativamente alto de resistencia en las condiciones de este estudio. Alta mortalidad de ninfas se ha observado en *Z. entreriana* (Berg) criadas en *B. brizantha* cv. Marandú, en Brasil. El mecanismo de resistencia será particularmente interesante

Cuadro 2. Estadísticas vitales de Z. colombiana criada en varias gramíneas forrajeras tropicales.

Especies	Accesión	Supervi- vencia hasta el estado adulto (%)*	N	Duración de los estadios ninfales  (días)*	N	Peso de las hembras adultas  (mg)*	N
<u>B. humidicola</u>	6707	95.9 a	145	46.3 ab	140	14.5 abc	68
<u>B. dictyoneura</u>	6133	95.7 a	141	44.2 a	135	14.9 ab	73
<u>B. humidicola</u>	6705	94.0 a	138	48.6 ab	133	12.8 cd	65
<u>B. brizantha</u>	665	93.6 a	118	48.2 ab	103	12.6 cd	46
<u>B. humidicola</u>	675	92.9 a	130	45.9 ab	125	14.2 abc	69
<u>B. humidicola</u>	6369	88.3 a	122	48.7 ab	111	13.8 abc	59
<u>B. ruziziensis</u>	654	88.3 a	122	48.7 ab	111	13.8 abc	59
<u>A. gayanus</u>	621	86.6 a	107	46.1 ab	93	13.9 abc	48
<u>B. decumbens</u>	6132	83.0 ab	140	46.6 ab	122	13.4 abc	61
<u>B. ruziziensis</u>	6419	74.5 ab	118	46.7 ab	89	15.2 a	42
<u>B. decumbens</u>	606	63.7 bc	106	51.6 b	67	12.9 cd	25
<u>B. brizantha</u>	6294	47.3 c	105	58.3 c	51	11.5 d	24

\* Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha = 0.05$ , Prueba de Rangos Múltiples de Duncan).

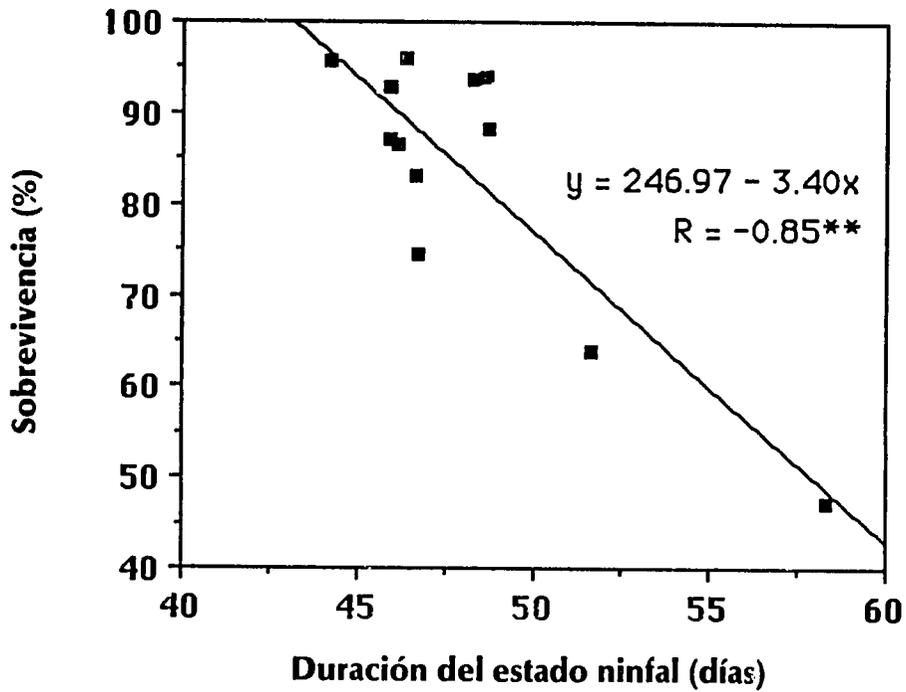


Figura 4. Correlación entre la sobrevivencia de ninfa a adulto y el tiempo de desarrollo del estado ninfal de Z. colombiana criada en 12 accesiones de gramíneas.

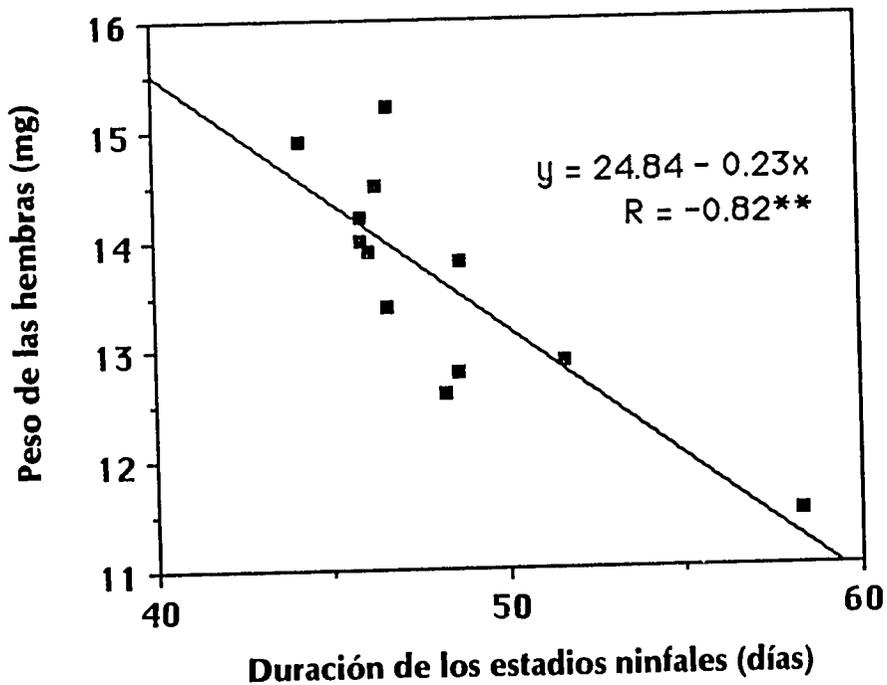


Figura 5. Correlación entre el peso de hembras adultas al emerger y el tiempo de desarrollo ninfal de Z. colombiana criada en 12 accesiones de gramíneas.

135

si se inicia un un programa de mejoramiento de Brachiaria.

La alta tasa de mortalidad de las ninfas en B. decumbens CIAT 606 puede no estar relacionada con un mecanismo antibiótico de defensa de la planta. Las plantas de esta a cesión presentaron clorosis y necrosis acentuadas durante el período de infestación. El deterioro de las plantas probablemente contribuyó a la mortalidad de las ninfas y es una indicación de la alta susceptibilidad de esta especie al daño causado por las ninfas del salivazo.

### 3b. Tolerancia

Existe una variación considerable entre las especies de gramíneas tropicales en cuanto a la cantidad de daño foliar visible causado por una determinada densidad de insectos, probablemente como resultado de la tolerancia a las toxinas que se encuentran en la saliva del insecto. Se llevó a cabo en el invernadero un estudio de tolerancia al daño por alimentación del salivazo adulto. La tolerancia se midió en unidades de insectos-días (producto del número de adultos de salivazo y del número de días a ese nivel de infestación, sumado a lo largo del período de infestación) requerido para causar daño severo alimentación.

Se<sub>2</sub> observó una correlación positiva ( $R^2 = 0.77$ ,  $P = 0.01$ ) entre la biomasa (gramos peso seco/planta) y los días de infestación requeridos para causar daño severo por alimentación. Por consiguiente, se utilizó la biomasa como covariable en el análisis de promedios con el análisis de varianza (ANDEVA) y Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. El número de insectos-días que generan daño severo en las accesiones más tolerantes (B. dictyoneura CIAT 6133, B. humidicola CIAT 6705) fue aproximadamente 2.5 veces mayor que el necesario para causar el mismo nivel de daño a las accesiones más susceptibles (B. ruziziensis CIAT 654 y 6419, B. decumbens CIAT 6132) (Figura 6).

No se encontró diferencia ( $\alpha = 0.05$ , ANDEVA) entre las plantas infestadas y las no infestadas en cuanto a la capacidad de rebrote. Sin embargo, hubo una correlación significativa y positiva entre el número de insectos-días que causan daño severo y el rebrote ( $R^2 = 0.69$ ,  $P = 0.0009$ ) (Figura 7). No se encontró diferencia significativa en la mortalidad diaria de adultos ( $\alpha = 0.05$ , ANDEVA).

Se ha sugerido que la tolerancia al salivazo en Cynodon dactylon (pasto bermuda) se debe a la preferencia por alimentación a la tolerancia a la toxina de la saliva. En este estudio, no hubo diferencia entre accesiones para la mortalidad diaria de adultos en plantas individuales aunque no se midió directamente la alimentación de los adultos. La capacidad de rebrote de cada accesión no se vió afectada por las infestaciones experimentales pero la tolerancia se correlacionó con la capacidad de rebrote de la planta. Existe un amplio rango de niveles de tolerancia entre las accesiones de Brachiaria estudiadas. El peligro inherente al seleccionar germoplasma solamente con base en tolerancia ha sido demostrado por el caso de B. humidicola en los trópicos húmedos de Brasil. Sin embargo, materiales tolerantes tales como B. humidicola y B. dictyoneura serán útiles en aquellas regiones donde otros factores bióticos y abióticos mantengan las poblaciones del insecto por debajo de un umbral de daño económico. En las áreas donde el potencial de crecimiento de la población de salivazo es alto, un cultivar ideal sería aquel que posea tanto resistencia de tipo antibiósis que actúe para suprimir las poblaciones de insectos como tolerancia al daño por alimentación en caso de que aumentaran significativamente las poblaciones del insecto. Los resultados de estos estudios sugieren que B. brizantha es una gramínea con estas características. Es la más resistente de las accesiones de Brachiaria evaluadas hasta la fecha y posee una grado moderado de tolerancia

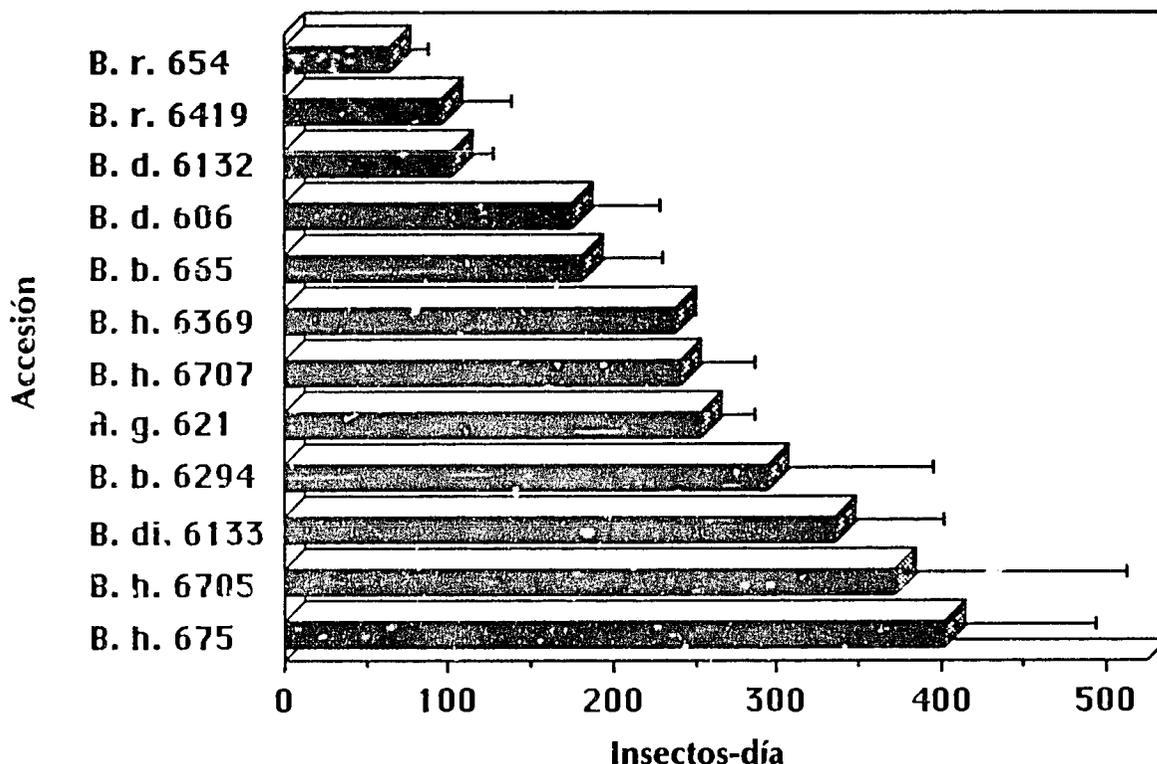


Figura 6. Número de insectos-días necesarios para causar daño foliar severo a 13 accesiones de gramíneas forrajeras en el invernadero. Pang: Digitaria decumbens 621; A. gyanus. Las accesiones restantes son Brachiaria spp. Las barras representan la desviación estándar.

al daño por alimentación del adulto. Utilizando las técnicas de evaluación desarrolladas aquí, así como las evaluaciones de campo sobre adaptación edáfica y respuesta a las infestaciones naturales del salivazo, se espera poder seleccionar entre la amplia colección de Brachiaria aquellas accesiones mejor adaptadas a las condiciones de suelos ácidos e infértiles de las tierras bajas de los trópicos americanos y que sean resistentes al salivazo.

#### 4. Evaluación de la resistencia de Brachiaria spp. en invernadero

Se está utilizando la metodología de evaluación descrita anteriormente para evaluar la colección de Brachiaria en el invernadero por su resistencia a Z. colombiana. Actualmente, se están evaluando 101 accesiones en cuanto a

su tolerancia al daño causado por las ninfas del salivazo, su tolerancia al daño por alimentación causado por los adultos, y su efecto antibiótico hacia las ninfas. Esta información, junto con las evaluaciones de campo, facilitarán la identificación rápida de las accesiones que cuentan con niveles útiles de resistencia, en un período de tiempo mucho más corto que el que se requiere para hacer solo las evaluaciones de campo. También, la información obtenida de las pruebas del invernadero será particularmente útil si se inicia un programa de mejoramiento de Brachiaria. Un caso interesante es el de B. jubata CIAT 16531. En general, B. jubata no es una especie vigorosa y posiblemente sería descartada de cualquier ensayo de campo. Sin embargo, B. jubata CIAT 16531 tiene un nivel alto de resistencia a Z. colombiana como

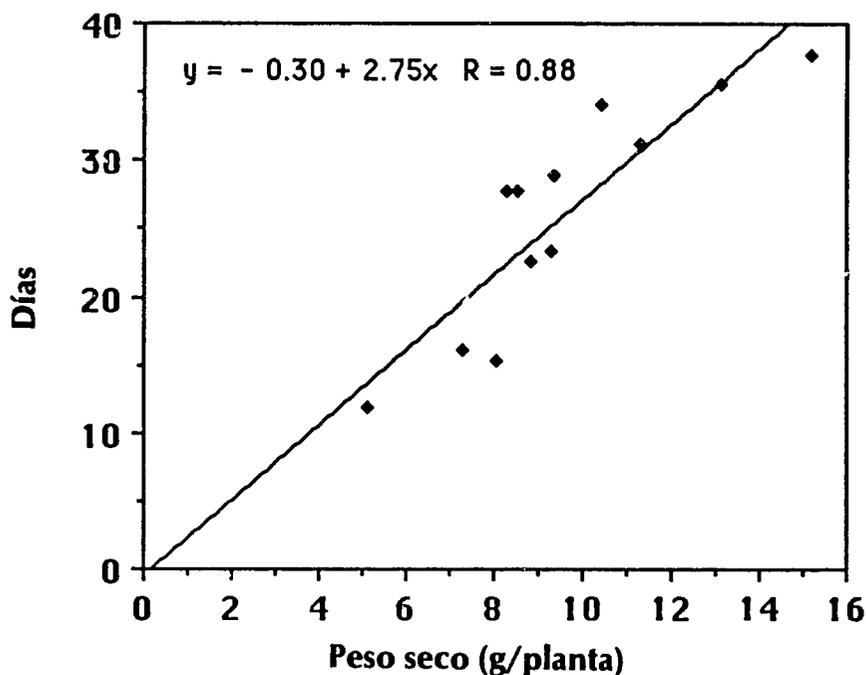


Figura 7. Correlación entre la tolerancia al daño ocasionado por adultos del salivazo (días de infestación necesarios para causar daño foliar severo a plantas cultivadas en el invernadero) y el rebrote después de la infestación.

resultado de un mecanismo de antibiosis y puede ser de valor en el programa de mejoramiento.

El Cuadro 3 incluye los datos de la selección inicial en el invernadero por tolerancia a las ninfas de salivazo. Estas accesiones con altos niveles de tolerancia serán sujetas a una selección adicional por antibiosis y tolerancia al daño por alimentación del adulto.

5. Evaluación de la resistencia de Panicum al salivazo en invernadero

Se está utilizando la misma metodología empleada para seleccionar especies de Brachiaria por resistencia a Z. colombiana para evaluar la colección de Panicum maximum por resistencia a A. reducta. Las accesiones de Brachiaria spp. serán incluidas como testigos y como base para comparar la resistencia en Brachiaria a las dos especies de salivazo.

6. Evaluación de Brachiaria spp. por resistencia al salivazo en el campo.

En colaboración con la sección de Agronomía en Carimagua, se sembraron 265 accesiones de Brachiaria en tres localidades: Carimagua y Villavicencio en el departamento de Meta (Colombia) y Pucallpa (Perú). Se seleccionaron 15 accesiones de la colección anterior de Brachiaria para incluirlas como testigos con base en su nivel de producción de materia seca, adaptación general, y respuesta al salivazo (Cuadro 4). B. decumbens CIAT 606 y B. ruzizensis 655 fueron incluidos como testigos susceptibles, y B. brizantha 6297 (= 6294) como el testigo resistente. También se incluyeron las otras accesiones de B. brizantha que presentaron un buen comportamiento en los diferentes sitios de evaluación durante el año pasado.

Se sembraron las colecciones en los lotes ya establecidos con B. decumbens

Cuadro 3. Calificación de accesiones de *Brachiaria* con base en la calificación del daño causado por ninfas del salivazo (*Z. colombiana*) en el invernadero en Palmira y clasificaciones en el campo por vigor de establecimiento y daño causado por adultos del salivazo (*A. reducta*) en Carimagua.

Especie	Accesión	Invernadero		Evaluación de campo en Carimagua 30/9/87	
		Daño por ninfas <sup>1,2</sup> Media	D. E.	Calificación del establecimiento <sup>3</sup>	Calificación del daño causado por adultos <sup>1</sup>
B. humidicola	16869	1.1	0.3		
B. humidicola	16892	1.4	0.5	1.5	2.0
B. brizantha	16341	1.6	0.7	1.0	2.0
B. brizantha	16138	1.7	0.5	1.5	2.5
B. humidicola	16882	1.7	0.5	1.5	2.5
B. dictyoneura	16187	1.8	0.4	1.5	2.0
B. brizantha	16320	1.8	0.6	0	1.0
B. brizantha	16329	1.8	0.4		
B. jubata	16531	1.8	0.4		
B. humidicola	16883	1.8	0.4	1.0	2.0
B. humidicola	16885	1.8	0.4	1.5	2.0
B. brizantha	6294	1.9	0.3	4.0	2.8
B. brizantha	16125	1.9	1.2	0.5	2.0
B. brizantha	16443	1.9	0.6	2.0	2.3
B. brizantha	16779	1.9	0.6	2.0	2.5
B. brizantha	16842	1.9	0.7	2.0	2.3
B. brizantha	16106	2.0	0.7	2.0	2.5
B. brizantha	16154	2.0	0	2.0	2.5
B. brizantha	16173	2.0	0.8	2.0	2.0
B. brizantha	16318	2.0	0	2.0	2.0
B. brizantha	16469	2.0	0.7	0.5	1.5
B. brizantha	16771	2.0	0		
B. brizantha	16829	2.0	0.5	2.0	2.0
B. bovonei	16847	2.0	0	0.5	1.5
H. filipendula	26032	2.0	0.5		
B. dictyoneura	6133	2.1	0.3	2.0	2.0
B. brizantha	16119	2.1	1.2	2.0	2.0
B. brizantha	16121	2.1	0.3	3.0	2.5
B. brizantha	16827	2.1	0.6	3.0	3.0
B. brizantha	16832	2.1	0.9		
R. arrecta	16844	2.1	0.6	2.0	3.0
B. humidicola	16868	2.1	0.3	2.5	2.0
B. humidicola	16879	2.1	0.6	3.0	2.0
B. humidicola	16880	2.1	0.3	1.0	2.0
B. humidicola	16889	2.1	0.6	1.5	2.5
A. gayanus	16987	2.1	0.7		
B. humidicola	16180	2.2	0.4	2.0	2.0
B. humidicola	16181	2.2	0.4	2.0	2.0
B. humidicola	16343	2.2	0.6		
B. platynota	16553	2.2	0.6		
B. humidicola	16891	2.2	0.4	1.5	2.0
B. subulifolia	16961	2.2	0.6	1.5	2.5
Paspalum dilatatum	26066	2.2	0.6		
Setaria lindenberiana	26076	2.2	0.4		
B. brizantha	16143	2.3	0.5	1.5	3.0
B. brizantha	16162	2.3	0.5	2.0	2.0
B. brizantha	16171	2.3	1.5	2.5	2.0
B. humidicola	16182	2.3	0.5	3.0	2.0
B. jubata	16359	2.3	0.7	0.5	1.5
B. brizantha	16487	2.3	0.5	2.0	2.0
B. humidicola	16873	2.3	0.5	3.0	2.3
B. humidicola	16874	2.3	0.5	1.5	2.0

Cuadro 3 (cont.)		Invernadero		Evaluación de campo en Carimagua 30/9/87	
Especie	Accesión	Daño por ninfas <sup>1,2</sup>		Calificación del establecimiento <sup>3</sup>	Calificación del daño causado por adultos <sup>1</sup>
		Media	D. E.		
B. humidicola	16877	2.3	0.5	2.0	2.0
B. ruziziensis	26178	2.3	0.8	2.5	4.3
B. brizantha	16290	2.4	0.7	0.5	1.5
B. brizantha	16441	2.4	0.5	2.0	2.5
B. brizantha	16477	2.4	0.5	1.5	2.8
B. brizantha	16478	2.4	0.7	2.5	2.8
B. humidicola	16866	2.4	0.5	1.5	2.0
B. humidicola	16884	2.4	0.5	1.5	2.0
B. humidicola	16887	2.4	0.5	2.5	2.0
B. ruziziensis	26175	2.4	0.7	3.0	4.5
B. platynota	26199	2.4	0.5	0	1.0
B. brizantha	16122	2.5	0.5	2.5	2.3
B. brizantha	16292	2.5	1.4	0	1.0
B. brizantha	16299	2.5	0.5	2.0	2.8
B. brizantha	16476	2.5	0.5	2.5	2.0
B. humidicola	16886	2.6	0.5	2.5	2.0
B. humidicola	16894	2.6	0.5	2.0	2.3
B. brizantha	16107	2.7	0.7	2.0	2.0
B. brizantha	16457	2.7	0.5	1.0	1.8
B. brizantha	16770	2.7	0.5	1.5	2.0
B. arrecta	16845	2.7	0.5	2.0	3.3
B. humidicola	16890	2.7	0.5	1.0	2.0
B. brizantha	16442	2.8	0.8	1.0	1.5
B. brizantha	16485	2.8	0.9	2.5	2.0
B. arrecta	16846	2.8	0.4	3.0	3.8
B. ruziziensis	26177	2.8	0.6	2.5	4.3
B. brizantha	16499	2.9	0.3	2.5	2.3
B. jubata	16542	2.9	0.6	1.5	2.0
Panicum repens	26264	2.9	0.3		
B. brizantha	16460	3.0	0.5	3.0	2.8
B. humidicola	16888	3.0	0	3.0	2.3
B. ruziziensis	26170	3.1	0.6	3.0	4.0
B. brizantha	16458	3.2	1.1	2.5	2.3
B. decumbens	26303	3.2	0.9	2.0	3.5
B. decumbens	16498	3.3	0.5	2.0	2.5
B. platynota	26200	3.3	0.5	3.0	3.3
B. decumbens	26293	3.3	0.5	1.0	2.0
B. decumbens	26300	3.3	0.7	2.0	2.8
B. decumbens	26308	3.3	0.5	3.0	3.0
B. bovonci	26353	3.3	0.8	2.5	2.3
B. decumbens	606	3.4	0.5	3.5	2.8
B. ruziziensis	16552	3.4	0.8	2.0	4.3
B. mutica	26201	3.5	0.5	1.5	2.0
B. ruziziensis	26347	3.5	0.7	2.0	4.0
B. decumbens	26295	3.6	0.7	2.5	3.5
B. decumbens	26292	3.8	0.4	2.5	3.5
B. decumbens	26306	3.8	0.4	3.0	3.8
B. nigropedata	16903	3.9	0.7	0.5	1.5

<sup>1</sup>Calificación del daño por salivazo: 0 = no daño, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = severo, 4 = planta muerta.

<sup>2</sup>Diez replicaciones.

<sup>3</sup>Calificación del establecimiento: 0 = no establecido, 1 = pobre, 2 = moderado, 3 = bueno, 4 = excelente.

Cuadro 4. Accesiones de Brachiaria seleccionadas entre una colección anterior para ser evaluadas con accesiones nuevas en 3 sitios en el campo.

Especies	Accesiones del CIAT
<u>B. brizantha</u>	665, 6297, 6370, 6686, 6687, 6690
<u>B. decumbens</u>	606, 6693, 6701
<u>B. dictyoneura</u>	6133
<u>B. eminii</u>	6241
<u>B. humidicola</u>	679, 6705, 6709
<u>B. ruziziensis</u>	655

CIAT 606 en los que se sabía que existían poblaciones del salivazo. Se araron franjas de 2 metros de ancho dejando intacto una hilera de B. decumbens de 2 metros de ancho. Luego se establecieron parcelas de 2 x 3 metros de cada accesión en las franjas preparadas y se permitió que B. decumbens se reestableciera entre las parcelas.

Este año se han observado mayores poblaciones de adultos en la colección que en años anteriores, aparentemente como resultado de haber sembrado la colección en un campo ya establecido con B. decumbens. Las más notorias han sido las poblaciones altas de ninfas en las accesiones de B. ruziziensis.

La colección se sembró en Carimagua en junio de 1987 y se hicieron evaluaciones para establecer el vigor y el daño sufrido debido a los adultos del salivazo (Cuadro 5). En octubre el establecimiento no era completo y la mayoría de las accesiones no habían cubierto completamente las parcelas de 2 x 3 m. El establecimiento de solo 11 de las 265 accesiones, recibió la calificación de excelente en una o en ambas repeticiones 57 accesiones no lograron establecerse en una o en ambas repeticiones.

#### 7. Cría in vitro del salivazo

Como alternativa para la selección rápida de germoplasma por resistencia

al salivazo, se está desarrollando una nueva técnica que permitirá la cría de ninfas del salivazo en plantas de Brachiaria propagadas in vitro. Se introducen los huevos esterilizados del salivazo en tubos de ensayo que contienen plantas regeneradas a partir de meristemas. Actualmente se están realizando pruebas para determinar si esta técnica será útil como herramienta de selección rápida.

#### CYRTOCAPSUS

Puesto que aún no se ha diseminado el cultivo de Centrosema, existe muy poca información acerca de la identificación y la biología de los artrópodos plagas. Durante la época seca de 1986-1987, se encontró un hemíptero pequeño, negro que ha sido identificado como Cyrtocapsus sp., pos. femoralis Reuter (Hemiptera: Miridae) en parcelas de especies de Centrosema que estaban siendo evaluadas por la sección de Fitopatología en Carimagua. Los especímenes han sido recolectados en Centrosema en Brasil (Felixlandia, Minas Gerais, y Braganca, Pará), y en Stylosanthes y Centrosema en el sur de Colombia (Quilichao, Cauca) y en los Llanos Orientales (Carimagua, Meta). La clorosis encontrada es resultado de la alimentación del insecto; se observaron poblaciones muy altas del insecto en las parcelas de Centrosema en Carimagua en Febrero, 1987. Teniendo en cuenta la amplia cobertura geográfica de este insecto en América Latina, se considera que es una plaga potencialmente dañina para Centrosema.

141

Cuadro 5. Evaluación del establecimiento de vigor y daño causado por adultos de salivazo (*A. reducta*) en 264 accesiones de *Brachiaria* en Carimagua, el 30 Septiembre, 1987. Fecha de siembra: Junio 1987.

Especie	Accesión	Calificación del establecimiento <sup>1</sup>	Calificación del daño por salivazo <sup>2</sup>
B. ruziziensis	26168	4.0	3.0
B. decumbens	6693	4.0	1.0
B. brizantha	6297	4.0	1.8
B. brizantha	26559	4.0	1.5
B. decumbens	606	3.5	1.8
B. brizantha	665	3.5	2.0
B. brizantha	6370	3.5	1.5
B. brizantha	16135	3.5	1.5
B. brizantha	16163	3.5	1.0
B. brizantha	16298	3.5	1.0
B. brizantha	26111	3.5	1.0
B. ruziziensis	16551	3.0	2.8
B. ruziziensis	26163	3.0	3.0
B. ruziziensis	26166	3.0	3.0
B. ruziziensis	26167	3.0	3.3
B. ruziziensis	26170	3.0	3.0
B. ruziziensis	26175	3.0	3.5
B. platynota	26200	3.0	2.3
B. humidicola	679	3.0	1.3
B. humidicola	6705	3.0	1.3
B. humidicola	16182	3.0	1.0
B. humidicola	16873	3.0	1.3
B. humidicola	16876	3.0	1.0
B. humidicola	16879	3.0	1.0
B. humidicola	16888	3.0	1.3
B. decumbens	6701	3.0	1.8
B. decumbens	26299	3.0	1.5
B. decumbens	26306	3.0	2.8
B. decumbens	26308	3.0	2.0
B. brizantha	6686	3.0	1.3
B. brizantha	6690	3.0	1.0
B. brizantha	16121	3.0	1.5
B. brizantha	16168	3.0	1.0
B. brizantha	16300	3.0	1.3
B. brizantha	16317	3.0	1.3
B. brizantha	16338	3.0	1.5
B. brizantha	16438	3.0	1.5
B. brizantha	16447	3.0	1.0
B. brizantha	16460	3.0	1.8
B. brizantha	16463	3.0	1.3
B. brizantha	16472	3.0	1.0
B. brizantha	16827	3.0	2.0
B. brizantha	26557	3.0	1.5
B. brizantha	26561	3.0	1.5
B. brizantha	26565	3.0	2.0
B. arrecta	16846	3.0	2.8
B. ruziziensis	655	2.5	3.3
B. ruziziensis	26162	2.5	2.8
B. ruziziensis	26174	2.5	3.3
B. ruziziensis	26177	2.5	3.3
B. ruziziensis	26178	2.5	3.3

B. humidicola	16868	2.5	1.0
B. humidicola	16886	2.5	1.0
B. humidicola	16887	2.5	1.0
B. eminii	6241	2.5	2.0
B. decumbens	16489	2.5	2.0
B. decumbens	16493	2.5	2.0
B. decumbens	16496	2.5	2.3
B. decumbens	26185	2.5	2.0
B. decumbens	26292	2.5	2.5
B. decumbens	26294	2.5	2.0
B. decumbens	26295	2.5	2.5
B. decumbens	26298	2.5	2.0
B. decumbens	26302	2.5	2.0
B. decumbens	26568	2.5	2.0
B. brizantha	16111	2.5	1.5
B. brizantha	16118	2.5	1.0
B. brizantha	16122	2.5	1.3
B. brizantha	16171	2.5	1.0
B. brizantha	16311	2.5	1.5
B. brizantha	16315	2.5	1.8
B. brizantha	16337	2.5	1.0
B. brizantha	16440	2.5	1.3
B. brizantha	16451	2.5	1.3
B. brizantha	16458	2.5	1.3
B. brizantha	16476	2.5	1.0
B. brizantha	16478	2.5	1.8
B. brizantha	16480	2.5	1.3
B. brizantha	16485	2.5	1.0
B. brizantha	16499	2.5	1.3
B. brizantha	26112	2.5	1.0
B. brizantha	1CA	2.5	2.5
B. bovonei	26353	2.5	1.3
B. ruziziensis	16552	2.0	3.3
B. ruziziensis	26164	2.0	3.3
B. ruziziensis	26347	2.0	3.0
B. ruziziensis	26350	2.0	2.5
B. jubata	16896	2.0	1.3
B. humidicola	6709	2.0	1.0
B. humidicola	16180	2.0	1.0
B. humidicola	16181	2.0	1.0
B. humidicola	16348	2.0	1.3
B. humidicola	16871	2.0	1.3
B. humidicola	16877	2.0	1.0
B. humidicola	16894	2.0	1.3
B. humidicola	26575	2.0	1.0
B. dictyoneura	6133	2.0	1.0
B. dictyoneura	26570	2.0	1.0
B. decumbens	16495	2.0	2.0
B. decumbens	16497	2.0	1.5
B. decumbens	16498	2.0	1.5
B. decumbens	16501	2.0	1.5
B. decumbens	16502	2.0	1.8
B. decumbens	16503	2.0	1.8
B. decumbens	16504	2.0	2.5
B. decumbens	26291	2.0	2.3
B. decumbens	26300	2.0	1.8
B. decumbens	26303	2.0	2.5
B. decumbens	26569	2.0	1.8

Cuadro 5. Cont.

Especie	Accesión	Calificación del establecimiento <sup>1</sup>	Calificación del daño por salivazo <sup>2</sup>
B. brizantha	6687	2.0	1.0
B. brizantha	16106	2.0	1.5
B. brizantha	16107	2.0	1.0
B. brizantha	16116	2.0	1.0
B. brizantha	16119	2.0	1.0
B. brizantha	16126	2.0	1.0
B. brizantha	16145	2.0	1.0
B. brizantha	16149	2.0	1.3
B. brizantha	16152	2.0	1.0
B. brizantha	16154	2.0	1.5
B. brizantha	16156	2.0	2.3
B. brizantha	16162	2.0	1.0
B. brizantha	16173	2.0	1.0
B. brizantha	16289	2.0	1.3
B. brizantha	16299	2.0	1.8
B. brizantha	16306	2.0	1.3
B. brizantha	16308	2.0	1.5
B. brizantha	16318	2.0	1.0
B. brizantha	16324	2.0	1.5
B. brizantha	16339	2.0	1.0
B. brizantha	16441	2.0	1.5
B. brizantha	16443	2.0	1.3
B. brizantha	16449	2.0	1.0
B. brizantha	16453	2.0	1.0
B. brizantha	16455	2.0	1.0
B. brizantha	16459	2.0	1.3
B. brizantha	16461	2.0	1.0
B. brizantha	16466	2.0	1.0
B. brizantha	16487	2.0	1.0
B. brizantha	16779	2.0	1.5
B. brizantha	16829	2.0	1.0
B. brizantha	16842	2.0	1.3
B. brizantha	26560	2.0	2.0
B. arrecta	16844	2.0	2.0
B. arrecta	16845	2.0	2.3
B. subulifolia	16961	1.5	1.5
B. serrata	16221	1.5	1.8
B. mutica	26201	1.5	1.0
B. jubata	16208	1.5	1.0
B. jubata	16530	1.5	1.0
B. jubata	16542	1.5	1.0
B. humidicola	16866	1.5	1.0
B. humidicola	16870	1.5	2.0
B. humidicola	16874	1.5	1.0
B. humidicola	16882	1.5	1.5
B. humidicola	16884	1.5	1.0
B. humidicola	16885	1.5	1.0
B. humidicola	16889	1.5	1.5
B. humidicola	16891	1.5	1.0
B. humidicola	16892	1.5	1.0
B. dictyoneura	16187	1.5	1.0
B. dictyoneura	16191	1.5	1.0
B. decumbens	16492	1.5	2.0
B. decumbens	16494	1.5	2.0
B. decumbens	26186	1.5	1.3
B. brizantha	16113	1.5	1.3
B. brizantha	16114	1.5	1.0
B. brizantha	16136	1.5	1.0
B. brizantha	16138	1.5	1.5
B. brizantha	16142	1.5	1.0
B. brizantha	16143	1.5	2.0
B. brizantha	16155	1.5	1.3
B. brizantha	16158	1.5	1.0
B. brizantha	16169	1.5	1.5
B. brizantha	16301	1.5	1.3
B. brizantha	16302	1.5	1.0
B. brizantha	16322	1.5	1.0
B. brizantha	16332	1.5	1.0
B. brizantha	16333	1.5	1.3
B. brizantha	16342	1.5	1.8
B. brizantha	16452	1.5	1.3
B. brizantha	16477	1.5	1.8
B. brizantha	16479	1.5	1.0
B. brizantha	16483	1.5	1.0
B. brizantha	16505	1.5	1.0
B. brizantha	16770	1.5	1.0
B. brizantha	16797	1.5	1.5
B. brizantha	16830	1.5	1.5
B. brizantha	26122	1.5	1.0
B. brizantha	26127	1.5	1.5
B. brizantha	26316	1.5	1.0
B. subulifolia	16962	1.0	0.5
B. platynota	26332	1.0	1.3
B. leucorantha	16549	1.0	1.3
B. jubata	16204	1.0	1.0
B. jubata	16205	1.0	0.8
B. jubata	16512	1.0	1.0
B. jubata	16532	1.0	1.0
B. jubata	16534	1.0	1.0
B. jubata	16536	1.0	1.0
B. jubata	16539	1.0	1.0
B. jubata	16710	1.0	0.5
B. humidicola	16880	1.0	1.0
B. humidicola	16883	1.0	1.0
B. humidicola	16890	1.0	1.0
B. dictyoneura	16188	1.0	1.0
B. decumbens	16491	1.0	2.0
B. decumbens	16500	1.0	1.3
B. decumbens	26293	1.0	1.0
B. decumbens	26304	1.0	0.8
B. decumbens	26305	1.0	0.5
B. brizantha	16123	1.0	1.0
B. brizantha	16132	1.0	0.5
B. brizantha	16144	1.0	1.5
B. brizantha	16151	1.0	1.0
B. brizantha	16164	1.0	0.5
B. brizantha	16295	1.0	0.8
B. brizantha	16307	1.0	0.5
B. brizantha	16309	1.0	0.5
B. brizantha	16325	1.0	2.0
B. brizantha	16334	1.0	0.5
B. brizantha	16341	1.0	1.0

Cuadro 5. Cont.

Especie	Accesión	Calificación del establecimiento <sup>1</sup>	Calificación del daño por salivazo <sup>2</sup>
B. brizantha	16436	1.0	1.0
B. brizantha	16442	1.0	0.5
B. brizantha	16457	1.0	0.8
B. brizantha	16823	1.0	1.8
B. platynota	26343	0.5	0.5
B. nigropedata	16903	0.5	0.5
B. jubata	16358	0.5	0.8
B. jubata	16359	0.5	0.5
B. jubata	16518	0.5	0.5
B. jubata	26198	0.5	0.5
B. humidicola	16878	0.5	0.5
B. decumbens	16488	0.5	1.0
B. brizantha	16120	0.5	0.5
B. brizantha	16124	0.5	0.5
B. brizantha	16125	0.5	1.0
B. brizantha	16128	0.5	0.5
B. brizantha	16153	0.5	0.8
B. brizantha	16288	0.5	0.8
B. brizantha	16290	0.5	0.5
B. brizantha	16303	0.5	0.8
B. brizantha	16305	0.5	0.5
B. brizantha	16312	0.5	0.5
B. brizantha	16335	0.5	0.5
B. brizantha	16340	0.5	0.5
B. brizantha	16437	0.5	0.8
B. brizantha	16469	0.5	0.5
B. bovinei	16847	0.5	0.5
B. platynota	26199	0	0
B. jubata	16197	0	0
B. jubata	16203	0	0
B. jubata	16522	0	0
B. jubata	16524	0	0
B. brizantha	16110	0	0
B. brizantha	16117	0	0
B. brizantha	16133	0	0
B. brizantha	16167	0	0
B. brizantha	16292	0	0
B. brizantha	16304	0	0
B. brizantha	16310	0	0
B. brizantha	16320	0	0
B. brizantha	16462	0	0
B. brizantha	16773	0	0
B. brizantha	16833	0	0
B. brizantha	26110	0	0

<sup>1</sup>Calificación del establecimiento: 0 = no establecido, 1 = pobre, 2 = moderado, 3 = bueno, 4 = excelente.

<sup>2</sup>Calificación del daño por salivazo: 0 = no daño, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = severo, 4 = planta muerta.

Se encontró una correlación alta entre el logaritmo natural de la densidad de la población de Cyrtocapsus y la calificación de daño visual  $P \leq 0.0001$ ,  $0.0001$ ,  $N = 56$ ) (Figura 8). C. brasilianum CIAT 5178 fue la accesión más densamente infestada, mientras que C. acutifolium fue la menos infestada y sufrió el menor daño (Figura 9). C. brasilianum CIAT 5178 también fue más fuertemente infestada entre las accesiones de esta variedad que se encuentran en evaluación por parte de las Secciones de Fitomejoramiento y Fitopatología en Carimagua (Figura 10). C. brasilianum CIAT 5234 y 5247 fueron las accesiones menos infestadas.

Existe un rango amplio de resistencia a Cyrtocapsus entre las especies de Centrosema y entre las accesiones de C. brasilianum. Si Cyrtocapsus se convierte en un insecto plaga importante, se debe incluir la selección por resistencia en los programas de mejoramiento de Centrosema.

#### HORMIGAS

Existen por lo menos tres especies de hormigas cortadoras en la sabana colombiana. Acromyrmex landolti corta únicamente las gramíneas y fabrica grandes cantidades de nidos pequeños en pasturas abiertas. Atta cephalotes parece estar confinada a los bosques de galería, corta únicamente las plantas de hojas anchas principalmente la vegetación leñosa y se convertiría en plaga sólo si se siembran los cultivos adecuados (e.g. cítricos) en su medio. Atta laevigata, habitante de las praderas abiertas, corta tanto gramíneas como vegetación de hoja ancha. Tanto Acromyrmex landolti y Atta laevigata ocasionan daños significativos en la estación de experimental de Carimagua. Para determinar si éste es un problema típico de las fincas agrícolas en general, se están llevando a cabo estudios de poblaciones de Atta y Acromyrmex en sabana natural utilizando conteos por medio de cuadrantes.

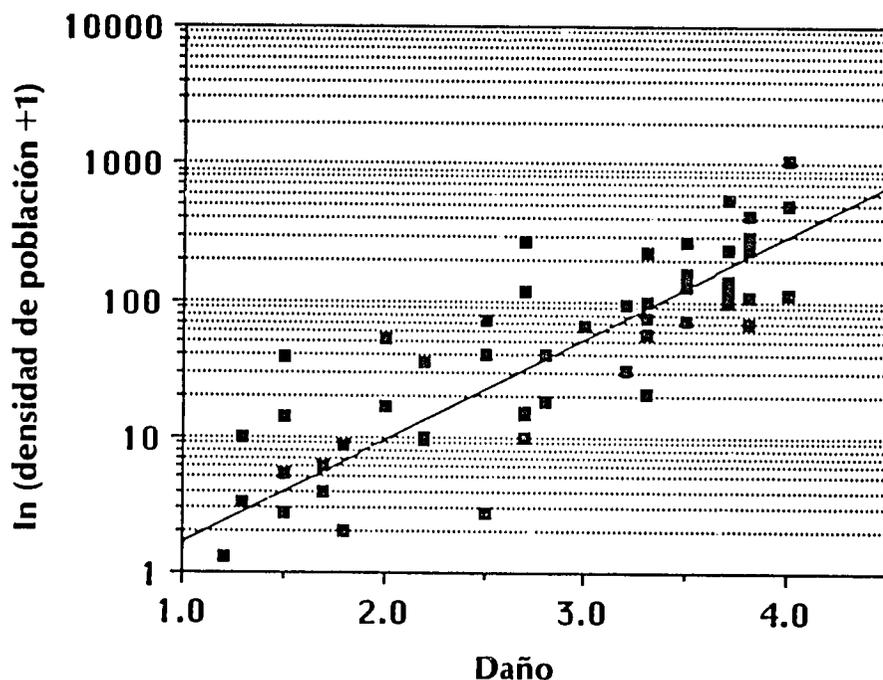


Figura 8. Correlación entre el daño visual y el logaritmo natural de la densidad de la población (número de insectos por metro cuadrado) de Cyrtocapsus en ocho accesiones de Centrosema en siete sitios en Carimagua.

Se intentará correlacionar las diferencias encontradas con los factores edáficos (luz, nivel hídrico, suelo). El resultado ideal de tal ejercicio sería la construcción de Claves de las poblaciones potencialmente dañinas mediante las cuales se podría evaluar una región en busca de la probabilidad de encontrar nidos de Atta y Acromyrmex.

Un programa de mejoramiento que deliberadamente busque resistencia a hormigas se podría beneficiar del entendimiento de los caracteres que confieren la resistencia exhibida por las especies actualmente resistentes

(e.g., B. humidicola). Este sería un estudio importante, aunque la identificación del papel desempeñado por la resistencia química o física podría ser un primer paso útil. La búsqueda de variabilidad en la resistencia entre líneas mostrará el potencial que tiene el mejoramiento por resistencia de la planta hospedante. Se están estableciendo colonias de observación de Atta laeviagata y Acromyrmex landotti para facilitar estudios de comportamiento y determinar el efecto del genotipo de la planta en la preferencia de la hormiga.

Puesto que se espera que el Aldrin

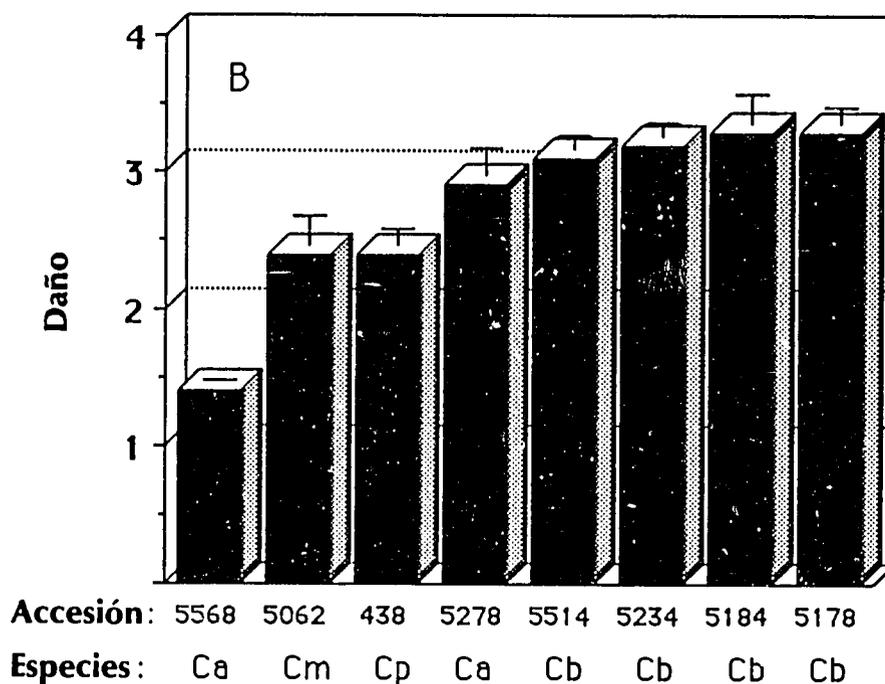
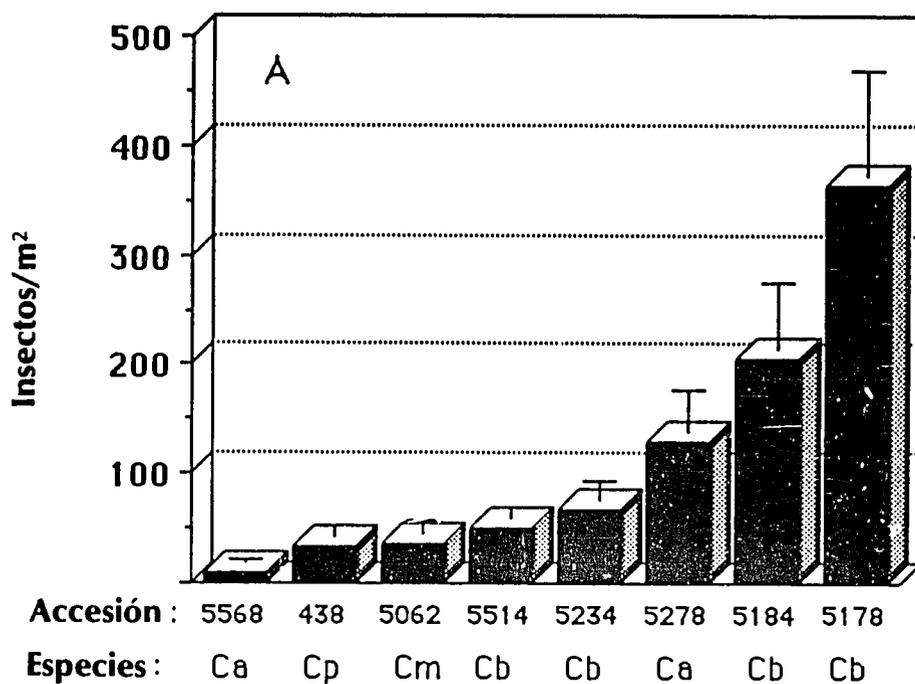


Figura 9. Densidad de población de *Cyrtocapsus* sp. (A) y daño foliar visual (B) en ocho accesiones de *Centrosema* spp. en Carimabua (Ca: *C. acutifolium*, Cb: *C. brasilianum*, Cm: *C. macrocarpum*, Cp: *C. pubescens*).

140.

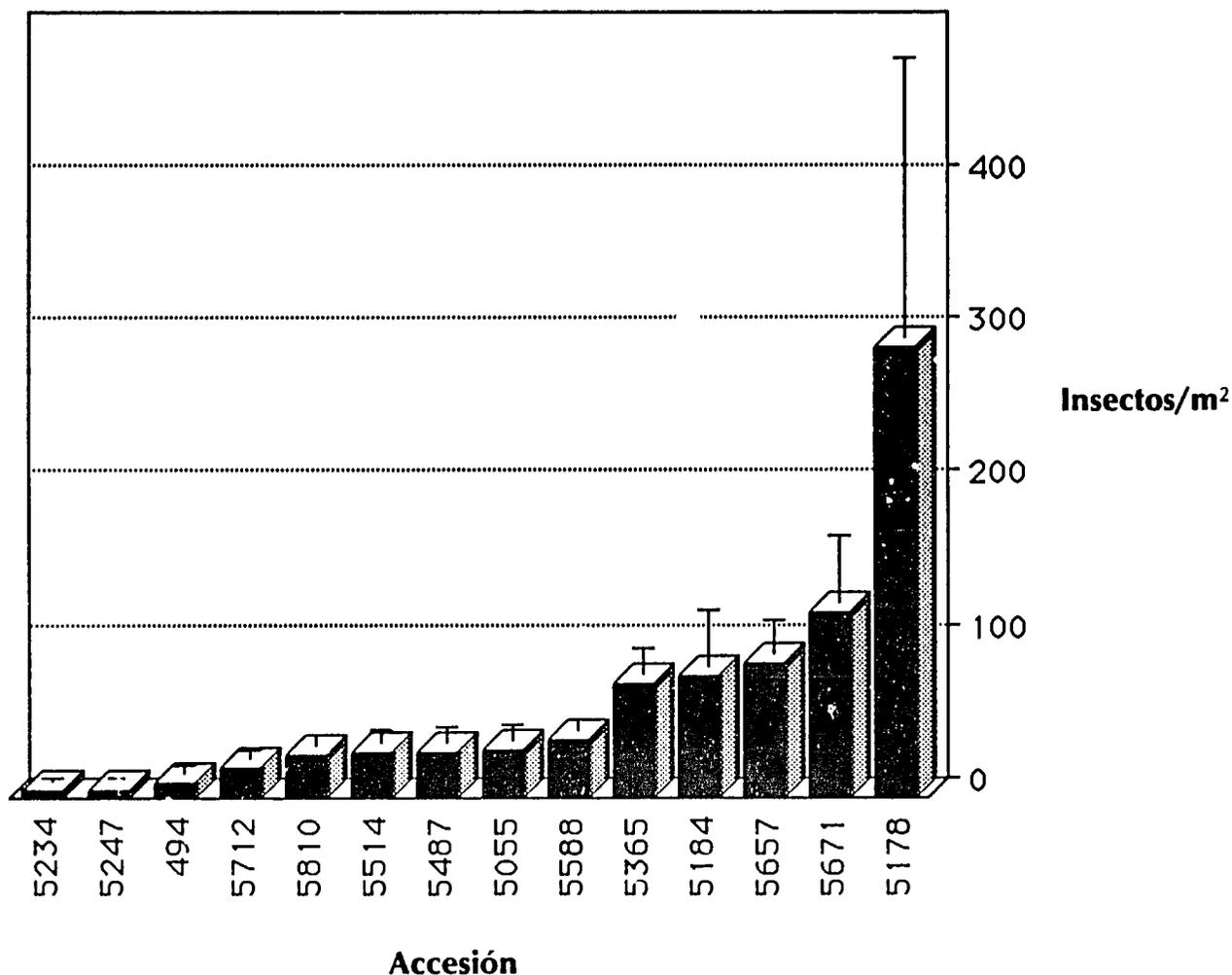


Figura 10. Densidad de la población de Cyrtocapsus sp. en 14 accesiones de C. brasilianum en Carimagua.

será descontinuado próximamente, se inició un estudio sencillo para evaluar la eficacia de Lorsban (5%) en polvo como sustituto del Aldrin. Se seleccionaron 15 nidos de Atta laeviegata entre 2 y 6 años de edad y se asignaron al azar a uno de los tres tratamientos: Aldrin o Lorsban insuflado dentro del nido, o testigo (sin tratamiento). Se observaron los nidos después de los tratamientos para detectar el nivel de actividad. Ninguno

de los nidos tratados con insecticida presentó actividad 5 días después de la aplicación. Todos los nidos testigo estaban activos. Por lo tanto, Lorsban parece ser una alternativa aceptable para reemplazar el Aldrin. Además, el Lorsban no se absorbe tan fácilmente a través de la piel como el Aldrin y puede ser ligeramente menos peligroso para las personas que lo apliquen.

## 9. FITOPATOLOGIA

### INTRODUCCION

La sección continuó este año con objetivos similares a los años anteriores:

1. Evaluación de germoplasma por reacción a enfermedades en los sitios representativos en los principales ecosistemas (Carimagua-Llanos, Brasilia-Cerrados, Pucallpa-Trópicos Húmedos y Costa Rica-Suelos moderadamente ácidos).
2. Evaluación y desarrollo de medidas de control para las enfermedades más importantes de las especies de pasturas promisorias.

La investigación se realizó sobre problemas de enfermedades de Stylosanthes, Desmodium, Arachis y particularmente Centrosema. La investigación específica se concentró en los ecosistemas de los llanos y trópicos húmedos mientras los ensayos se llevaron a cabo en los ecosistemas de los cerrados y suelos moderadamente ácidos (América Central-Costa Rica).

#### Enfermedades de Centrosema

Continuaron las investigaciones sobre virus mosaico en Centrosema, Añublo Foliar por Rhizoctonia y mancha de la hoja por Cylindrocladium, al mismo tiempo se iniciaron los trabajos sobre la importancia de éstos y otras enfermedades en ocasiones promisorias bajo pastoreo.

#### a) Virus mosaico en Centrosema (VMCen)

El VMCen fue reclasificado como virus del mosaico en soya. Los trabajos futuros están en progreso utilizando anticuerpos monoclonales para determinar la raza del virus. Esta información facilitará los trabajos de investigación con el virus. Como en años pasados, este problema continúa severo solamente en Quilichao y principalmente en C. macrocarpum.

#### b) Añublo Foliar por Rhizoctonia (AFR)

El añublo foliar por Rhizoctonia es causado por Rhizoctonia solani hongo relacionado con la enfermedad más seria de Centrosema spp., especialmente C. brasilianum, en las tierras bajas de América tropical. La investigación se encaminó este año sobre el desarrollo de metodologías para trabajos con dicha enfermedad en el laboratorio, invernadero y campo y sobre varios aspectos relacionados con su importancia en los ecosistemas de los llanos y trópicos húmedos.

- (i) Desarrollo de metodologías para aislamiento, clasificación, almacenamiento e inoculación de aislamientos de Rhizoctonia spp.

Se desarrolló un método mejorado para el aislamiento eficiente de Rhizoctonia mediante hojas colocadas sobre la superficie interna de la tapa de la caja de petri con papa-dextrosa-agar (PDA). El hongo crece hacia el medio de cultivo y se obtienen aisla-

mientos puros en 4 a 6 días. Este método elimina la contaminación por otros hongos y bacterias.

Los cultivos purificados son reinoculados sobre hojas susceptibles para almacenamiento. Las hojas con lesiones bien desarrolladas se secaron, se colocaron en bolsas de papel y se almacenaron en cajas plásticas con sílica gel a 5°C. Los aislamientos pueden almacenarse por más de un año de esta forma y no se ha detectado pérdidas de patogenicidad.

Se desarrolló un método mejorado de preparación de inóculo. Los problemas de inoculaciones desuniformes debidos a la fragmentación desigual del micelio usando el método de homogenización tradicional se superaron mediante la maceración del micelio de Rhizoctonia en una licuadora con cubos de hielo. Las suspensiones resultantes mostraron fragmentos miceliales pequeños del mismo tamaño los cuales desarrollaron lesiones uniformes en la inoculación.

Las pruebas de patogenicidad iniciales para comparar las accesiones de especies de Centrosema seleccionandas usando suspensiones miceliales asperjadas en plantas jóvenes mostraron desarrollo excelente de la enfermedad. Sin embargo, la colonización desigual de las plantas y la defoliación dificultaron la evaluación comparativa. Se desarrolló una técnica mejorada con discos de papel filtro de 5 mm de diámetro colocados en el centro de los folíolos de plantas de Centrosema de 8 a 12 semanas. Se inocularon con 2 µl de una suspensión micelial de Rhizoctonia (5 gramos de micelio por 100 ml de agua). Las plantas inoculadas se colocaron en un cuarto con humidificadores durante 48 horas y se evaluaron 48 horas después de sacarlas del cuarto. El desarrollo de la enfermedad se comparó fácilmente. Las diferencias relativas en patogenicidad entre aislamientos se encontraron cuantitativamente (% de

area afectada) o cualitativamente (escala de 0 a 5). Hasta el presente la colección de más de 200 aislamientos de Rhizoctonia se está evaluando en un grupo de accesiones de especies de Centrosema seleccionadas. La electroforesis de isoenzimas con geles de almidón se está utilizando rutinariamente en la Sección con los aislamientos de Rhizoctonia spp. como un método de clasificación de los aislamientos de la colección. Los sistemas de isoenzimas usados con éxito incluyen fosfatasa ácida, malato deshidrogenasa, peptidasa, hexokinasa, en los sistemas de buffer histidina y tris-citrato.

(ii) Evaluación de metodologías de campo para mejorar la selección por resistencia a AFR entre accesiones de especies de Centrosema.

La evaluación confiable de resistencia a AFR entre accesiones de especies de Centrosema en el campo está limitada por la falta de uniformidad en la incidencia y desarrollo de la enfermedad.

En estrecha colaboración con la sección de Fitomejoramiento, se iniciaron en Carimagua varios experimentos con el objetivo principal de desarrollar una metodología de campo mejorada para seleccionar por resistencia a AFR. Incluye la comparación de varias inoculaciones (micelio, hojas infectadas como mulch, inóculo natural, y los métodos de evaluación (cuantitativos y cualitativos) para AFR; comparación entre surcos y parcelas en cuanto al desarrollo de la enfermedad; evaluación del efecto de los tiempos de inoculación (inoculaciones simples y compuestas durante la estación húmeda) y frecuencias de defoliación (0, 2, 4 y 8 semanas de frecuencias) sobre el desarrollo de AFR, lo mismo que el efecto de la mezcla de accesiones de C. brasilianum y C. acutifolium con diferente susceptibilidad a AFR sobre la

incidencia y severidad. Hasta ahora, se han detectado tendencias no obvias. Continuarán las evaluaciones.

(iii) Evaluación de AFR en los ecosistemas de los llanos.

Aunque inicialmente se pensó solamente en R. solani multinucleado, se obtuvieron en 1984 varios aislamientos binucleados de hojas con añublo. De 1985 a 1987, la población de especies de Rhizoctonia que ocasionan Añublo Foliar en los ecosistemas de los llanos se probaron con el objeto de evaluar la importancia de varios componentes detectados (multinucleados vs. binucleados). En total se obtuvieron 161 aislamientos de especies de Centrosema. Las oportunidades de obtener aislamientos patogénicos a Centrosema se facilitaron por la siembra de una colección de especies seleccionadas de Centrosema en siete sitios diferentes en Carimagua. Estos sitios son representativos de muchos de los tipos de suelos presentes en esta región. De los 161 aislamientos clasificados hasta la fecha, se han identificado tres grupos:

<u>Rhizoctonia solani</u>	54.2%
<u>Rhizoctonia zeae</u>	1.3%
Hongo binucleado similar a <u>Rhizoctonia</u> (BNR)	44.5%

Los aislamientos BNR estuvieron siempre comunmente asociados tanto con añublo foliar como con R. solani.

Entre los aislamientos de R. solani, se han identificado tres grupos de anastomosis: AG-1 y AG-4 más frecuentemente y AG-2 ocasionalmente. Hasta la fecha no ha sido posible clasificar los aislamientos BNR con probadores Americanos y Japoneses. Esto sugiere que los BNR pertenecen a uno o más especies de Micelia Sterilia sin identificar. Se están realizando ensayos para relacionar la frecuencia de la ocurrencia de R. solani y los binucleados con varias características tales como especies hospedantes,

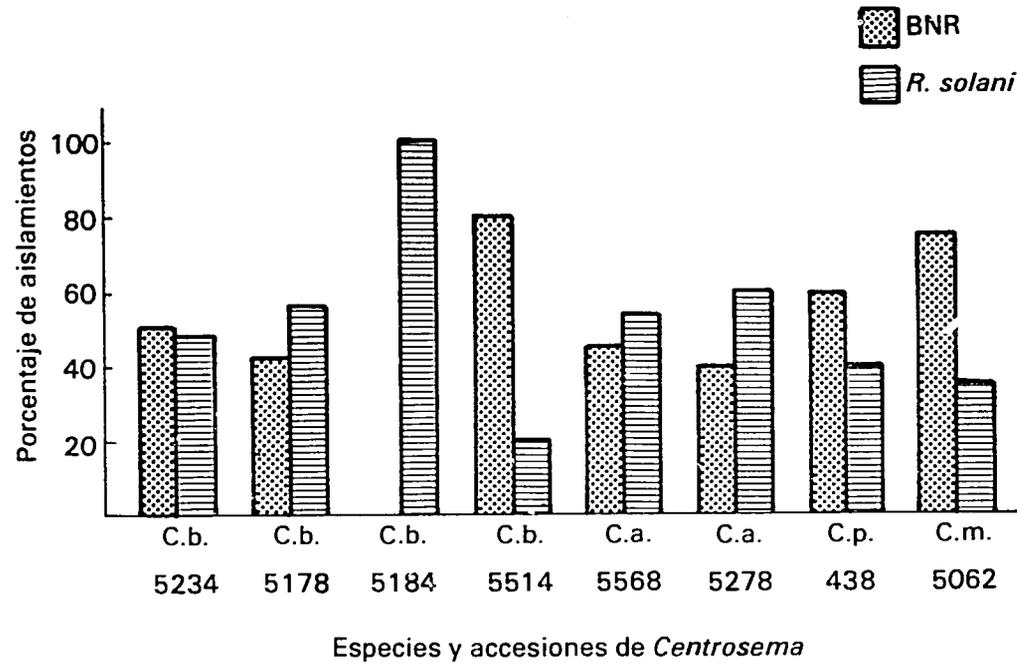
condiciones climáticas y características del suelo con el fin de comprender la importancia de estos dos grupos de patógenos.

Con respecto a la frecuencia de los aislamientos de cada grupo obtenidos de varias especies de Centrosema hospedantes, aunque en muchos casos se obtuvieron frecuencias similares de R. solani y BNR (Figura 1), los HBR se aislaron con más frecuencia de C. macrocarpum CIAT 5062 y C. brasilianum CIAT 5514 mientras C. brasilianum CIAT 5184 fue colonizado siempre por R. solani. Esto se puede relacionar con la susceptibilidad diferencial entre accesiones de especies de Centrosema a los dos grupos de hongos, las pruebas de inoculaciones posteriores aclararán la situación.

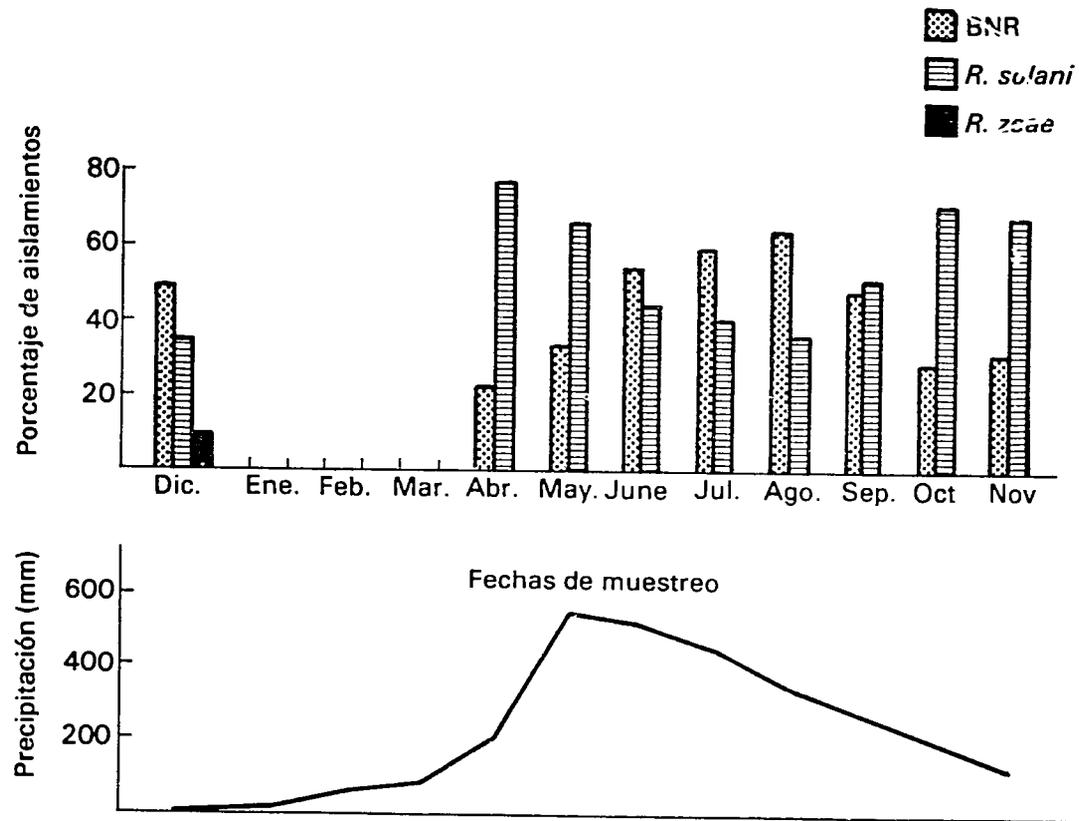
En relación a las condiciones climáticas que prevalecen en varios sitios de muestreo, aunque los BNR y R. solani se obtuvieron en todas las fechas de muestreo, los BNR se aislaron más consistentemente y con más frecuencia que R. solani durante los meses húmedos de Junio a Agosto (Figura 2). R. solani se aisló con más frecuencia durante los meses más secos de Abril, Octubre y Noviembre.

Las características de los sitios incluyen factores edáficos tales como % de arena, % de materia orgánica; también se consideraron saturación de aluminio y pH. Sin embargo, hay tendencias no muy claras. Dos sitios "Pista 2" y "Agronomía" donde se obtuvieron las frecuencias altas de R. solani tienen una historia más larga de cultivos que otros sitios. Los BNR se obtuvieron frecuentemente de sitios cultivados durante menor tiempo.

Con la nueva metodología de inoculación se están realizando pruebas de patogenicidad. Hasta la fecha (Noviembre, 1987), los resultados muestran que los aislamientos de R. solani son más patogénicos que los aislamientos BNR mientras los



**Figura 1. Porcentaje de aislamientos de *Rhizoctonia* spp. obtenidos de varias especies y accesiones de *Centrosema* en las sabanas de Coicmbia desde Diciembre de 1985 hasta Noviembre de 1986.**



**Figura 2.** Porcentaje de aislamientos de *Rhizoctonia* spp. obtenidos en varias fechas de colección de *Centrosema* spp. en las sabanas de Colombia.

aislamientos de R. zeae no son patogénicos. Además, con la utilización de la nueva metodología los promedios de los índices de severidad de la enfermedad en las especies de Centrosema seleccionados en el invernadero son similares a las encontradas en el campo.

En colaboración con la sección de Fitomejoramiento, una colección de 14 accesiones de C. brasilianum ha permanecido bajo evaluación en Carimagua desde Mayo de 1986. Las accesiones más vigorosas son: CIAT 5178, 5657, 5671 y 5365 (Cuadro 1) mientras CIAT 5247, 5234, 5588, 494 y 5712 son menos vigorosas. Aunque el añublo foliar por Rhizoctonia no se ha incrementado durante los dos años anteriores, la accesión más susceptible hasta ahora

Cuadro 1. Promedios de vigor y reacción a Añublo Foliar por Rhizoctonia de 14 accesiones a Centrosema brasilianum desde Junio 1986 hasta Septiembre 1987 en Carimagua.

Accesión No.	Promedio de Vigor*	Promedio de Reacción**
5178	3.7	4.00
5657	3.4	2.75
5671	1.9	2.75
5365	1.7	2.75
5055	1.5	2.40
5514	1.4	2.30
5184	1.3	2.30
5810	1.1	2.25
5487	0.9	2.25
5712	0.6	2.15
494	0.6	2.10
5588	0.6	1.90
5234	0.4	1.40
5247	0.1	1.00

\* Escala de vigor:  
1 = malo; 2 - regular; 3 - bueno;  
4 = excelente.

\*\* Escala de reacción:  
0 = no enfermo; 5 = planta muerta.

es CIAT 5178 y las accesiones menos susceptibles son CIAT 5184, 5247 y 5055 (Cuadro 1).

Con el fin de investigar el efecto de los controles culturales sobre BNR, el efecto de diferentes métodos de preparación de suelo y cambios sobre la producción de C. brasilianum CIAT 5234 se evaluó en dos sitios en Carimagua (Cuadro 2). Las producciones fueron mayores en el sitio "Alegría" con 60% de arena, que en el sitio "Pista 2" con 20% de arena. En los sitios, el uso de "mulch" de A. gayanus dio producciones más grandes mientras la aplicación de cal dolomítica dieron producciones relativamente altas (Cuadro 2). La solarización fue de interés particular, recomendado para el control de enfermedades de la semilla, no incrementó la producción y en el uso de Benlate. Hubo diferencias significativas a través de los sitios. Aunque el Benlate presentó un efecto positivo (relativo al control) en "Pista 2", en el suelo arenoso de "Alegría" el Benlate disminuyó la producción por debajo del control (Cuadro 2). Se atribuye al efecto de Benlate sobre la micorriza y otros organismos del suelo en los dos sitios.

(iv) Evaluación de AFR en el ecosistema de trópicos húmedos\*.

Desde Septiembre de 1986 hasta Abril de 1987 se realizó un reconocimiento de las enfermedades en especies de Centrosema y la identificación y caracterización de patógenos potenciales en Pucallpa, Perú, principal sitio de selección para trópicos húmedos. Este fue el primer intento de caracterización detallada de enfermedades de germoplasma para pasturas tropicales en este ecosistema.

\* Proyecto de Tesis para Maestría del Ing. Hugo Ordoñez, IVITA, Perú, y Universidad de Nuevo México, Las Cruces, NM, Estados Unidos.

Cuadro 2. Efecto del método de preparación y mejoramiento de suelo sobre el rendimiento de Centrosema brasilianum CIAT 5234 en dos sitios en Carimagua.

Tratamiento	Producción (gm/parcela)	
	Pista 2	Alegría
"Mulch" de <u>A. gayanus</u>	1566 a	5804 a
Cal. dol. 10 t/ha	1101 b	2885 bc
Benlate	934 b	234 d
Fertilizante recomendado x 4	540 c	3358 bc
Preparación mínima**	539 c	1800 bcd
Quema	492 c	2041 bcd
Preparación tradicional	469 c	3752 b
Inoculación con <u>Trichoderma</u>	467 c	3098 bc
Preparación arando	458 c	3128 bc
Testigo*	427 c	1151 cd
Inoculación con <u>Rhizoctonia</u>	355 c	1123 cd
Solarización	344 c	2012 bcd

\* Testigo: Sabana nativa cortada + herbicida

\*\* Mínima: Arada con escardillo + rastrillo

\*\*\* Tradicional: Arada + 2 rastrilladas

Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no tienen diferencia significativa (Prueba de Rango Múltiple de Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Las especies de Centrosema del germoplasma se dividieron en cinco ensayos de evaluación en Pucallpa, Perú:

- Evaluación de varias leguminosas forrajeras bajo sombra con palma africana (C. pubescens, C. macrocarpum, C. acutifolium y C. brasilianum (14 acc.).
- Evaluación de C. acutifolium (19 acc.).
- Evaluación de C. macrocarpum (137 acc.).
- Evaluación de C. brasilianum (23 acc.).

C. pubescens CIAT 413 se utilizó como un control en todos los ensayos. Las especies de Centrosema estuvieron afectadas por tres enfermedades principalmente: añublo foliar por Rhizoctonia (AFR), mancha foliar por Cercospora (MFCc) y bacteriosis (B). Se observaron diferencias inter e intra específicas en la reacción de

Centrosema a las enfermedades. MFCc fue más importante en C. pubescens y especialmente severa bajo sombra; la bacteriosis inicialmente fue más importante en C. acutifolium mientras AFR ocasionó más daño a C. brasilianum. Las enfermedades potencialmente no importantes se detectó en C. macrocarpum. AFR fue la enfermedad más importante de Centrosema en Pucallpa causando daño a C. brasilianum, C. acutifolium, C. pubescens y C. macrocarpum en orden decreciente de acuerdo con la severidad.

Se colectaron setenta y nueve aislamientos de hojas de Centrosema afectados por AFR, para estudios futuros. De éstos, 41 correspondieron a R. solani y 38 fueron binucleados similares a Rhizoctonia (BNR). El mayor número de aislamientos de R. solani se obtuvo de C. macrocarpum (Cuadro 3), mientras el mayor número de

Cuadro 3. Número de aislamientos multinucleados y binucleados de Rhizoctonia obtenidos de especies de Centrosema y de hojas de otras leguminosas y gramíneas en Pucallpa, Perú.

	Multi-nucleados	Bi-nucleados
<u>C. acutifolium</u>	4	3
<u>C. brasilianum</u>	11	25
<u>C. macrocarpum</u>	18	5
<u>C. pubescens</u>	1	3
<u>P. phaseoloides</u>	2	1
<u>A. pinto</u>	3	1
<u>D. ovalifolium</u>	0	1
<u>B. brizantha</u>	1	0
<u>B. decumbens</u>	1	0
Total	41	38

aislamientos de BNR se obtuvo de C. brasilianum. Más del 90% de los aislamientos de R. solani se clasificaron como AG-1, en contraste con los aislamientos de Carimagua los cuales se clasificaron como AG-1, AG-4 y AG-2. De acuerdo con los resultados de Carimagua, con una excepción, clasificados como CAG-5, ninguno de los BNR sería clasificado como los probadores Japoneses y Americanos. Esto sugiere que los BNR tropicales pertenecen a especies aun no descritas de Rhizoctonia. Se está desarrollando un grupo de probadores apropiados para los aislamientos locales.

Los aislamientos de R. solani (promedio de patogenicidad = 1.9) fueron más patogénicos que los aislamientos BNR (promedio de patogenicidad = 1.6). El 60% de los aislamientos de R. solani mostró índices de severidad de la enfermedad mayores de 2.0 (escala de 0 a 5), mientras sólo el 34% de los aislamientos BNR la mostró. Esto se correlacionó positivamente con la tasa de crecimiento del hongo in vitro.

Entre las accesiones de las especies de Centrosema los dos grupos de hongos difieren en cuanto al promedio de los índices de severidad en accesiones particulares. C. brasilianum CIAT 5178 fue más afectado por R. solani con C. macrocarpum CIAT 5713, C. brasilianum CIAT 5234 y C. acutifolium CIAT 5568 fue menos afectado (Figura 3). Por otra parte, los C. acutifolium CIAT 5277 y C. brasilianum CIAT 5178 fueron los más afectados por los aislamientos BNR con las mismas accesiones listadas anteriormente (Figura 4).

Los resultados de este estudio han incrementado considerablemente nuestra comprensión de AFR en los ecosistemas de los trópicos húmedos.

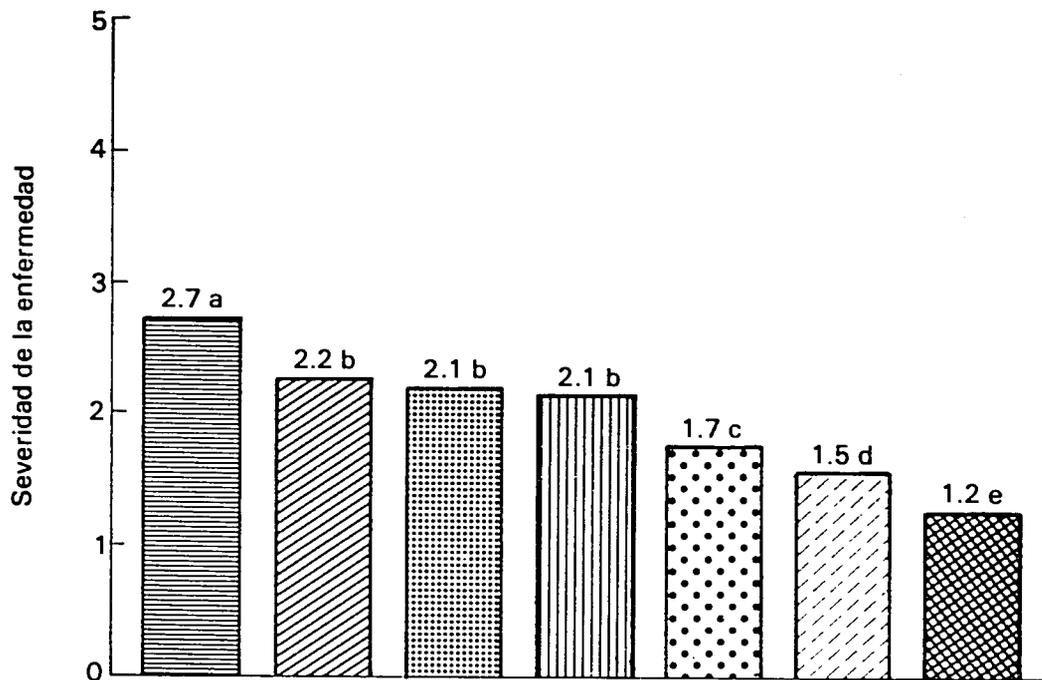
#### c) Mancha Foliar por Cylindrocladium

La Mancha Foliar por Cylindrocladium causada por el hongo Cylindrocladium colhounii se detectó primero en C. acutifolium y C. pubescens en 1985. Esta enfermedad ha aumentado su importancia especialmente en C. acutifolium CIAT 5277 (cv. Vichada) durante el año pasado. Se aisló el agente causal y se obtuvo en cultivo puro. Los postulados de Koch se han confirmado con éxito y la selección sobre la colección de C. acutifolium y otras especies de Centrosema están en progreso, con el fin de encontrar fuentes potenciales de resistencia a este patógeno.

#### d) Evaluación de enfermedades de Centrosema bajo pastoreo.

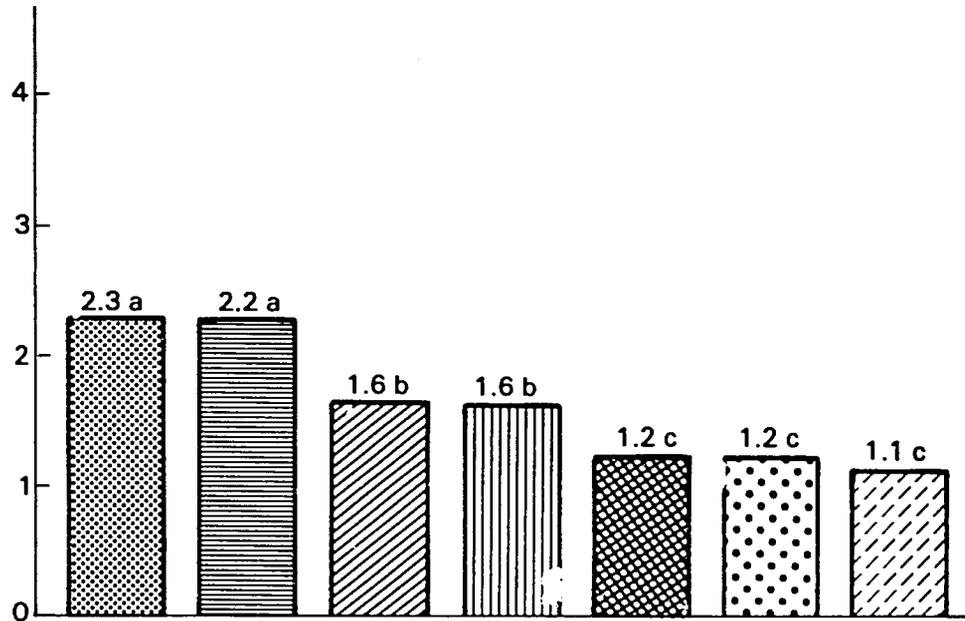
Este año se hizo énfasis en la evaluación de la importancia de enfermedades de C. acutifolium bajo pastoreo en dos ensayos de pastoreo. Mediante evaluaciones de las manchas se obtuvo la incidencia y severidad de las enfermedades a lo largo de las líneas de transectos fijas.

10/87



**Figura 3.** Promedio de la severidad de la enfermedad sobre especies de *Centrosema* causada por *Rhizoctonia solani* .

Barras seguidas por la misma letra no tienen diferencia significativa al 5% de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan.



**Figura 4. Promedio de la severidad de la enfermedad en especies de *Centrosema* causada por *Rhizoctonia binucleata*-como hongo.**

Barras seguidas por la misma letra no tienen diferencia significativa al 5% de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan.

- (i) Evaluación de enfermedades en C. acutifolium CIAT 5277 y 5568 en asociación con Andropogon bicornis bajo pastoreo continuo y rotacional en cargas alta, media y baja.

En CIAT 5277 se han detectado frecuentemente Mancha Foliar por Cylindrocladium (MFCyl) y Bacteriosis (B). En general la incidencia de bacteriosis se incrementó por más tiempo (Figura 5), con una alta incidencia bajo pastoreo continuo y carga baja (CB), más que en carga media (CM) y carga alta (CA). La incidencia de bacteriosis también fue alta, bajo pastoreo rotacional y carga alta. La severidad promedio de la enfermedad fue más alta en Junio con pastoreo continuo y carga baja y pastoreo rotacional con carga alta mostró los niveles más altos de la enfermedad. La incidencia de Cylindrocladium permaneció alta durante su estación húmeda. La más baja incidencia y severidad de la enfermedad se registró bajo pastoreo continuo con carga alta (Figura 6).

AFR y MFCyl se han detectado con mayor frecuencia en CIAT 5568. La incidencia y severidad de AFR fue más alta bajo pastoreo rotacional y carga alta (Figura 7). Esto se relacionó al predominio de Centrosema en este tratamiento. Tanto la incidencia como la severidad del AFR en tratamientos con pastoreo continuo siguieron la misma tendencia de incremento de la enfermedad con el incremento de la carga (Figura 7).

La incidencia de MFCyl en CIAT 5568 se incrementó con el tiempo (Figura 8). La incidencia y severidad más baja se registró bajo pastoreo continuo con carga media y alta. Tanto para AFR como para MFCyl bajo pastoreo continuo y carga alta y pastoreo rotacional favorecieron altos niveles de Cylindrocladium (Figura 8). En este experimento se han analizado las

pérdidas ocasionadas por la combinación de enfermedades presentes en CIAT 5277 y 5568. Se usaron fungicidas para el control de MFCyl, AFR y B, se midieron las pérdidas de materia seca y para CIAT 5277 fueron de 31.6% debido a MFCyl y bacteriosis y de 22.6% en CIAT 5568 debido a AFR y MFCyl bajo pastoreo rotacional y carga alta (Cuadro 4). Estas pérdidas se refieren a niveles moderados de severidad de la enfermedad. Es necesario realizar futuros estudios para determinar si el nivel de pérdida de materia seca afectará a largo plazo la productividad y persistencia de la pastura.

- (ii) Evaluación de enfermedades de C. acutifolium CIAT 5277 en asociación con Brachiaria decumbens bajo dos tratamientos con pastoreo rotacional (7/7 y 21/21)

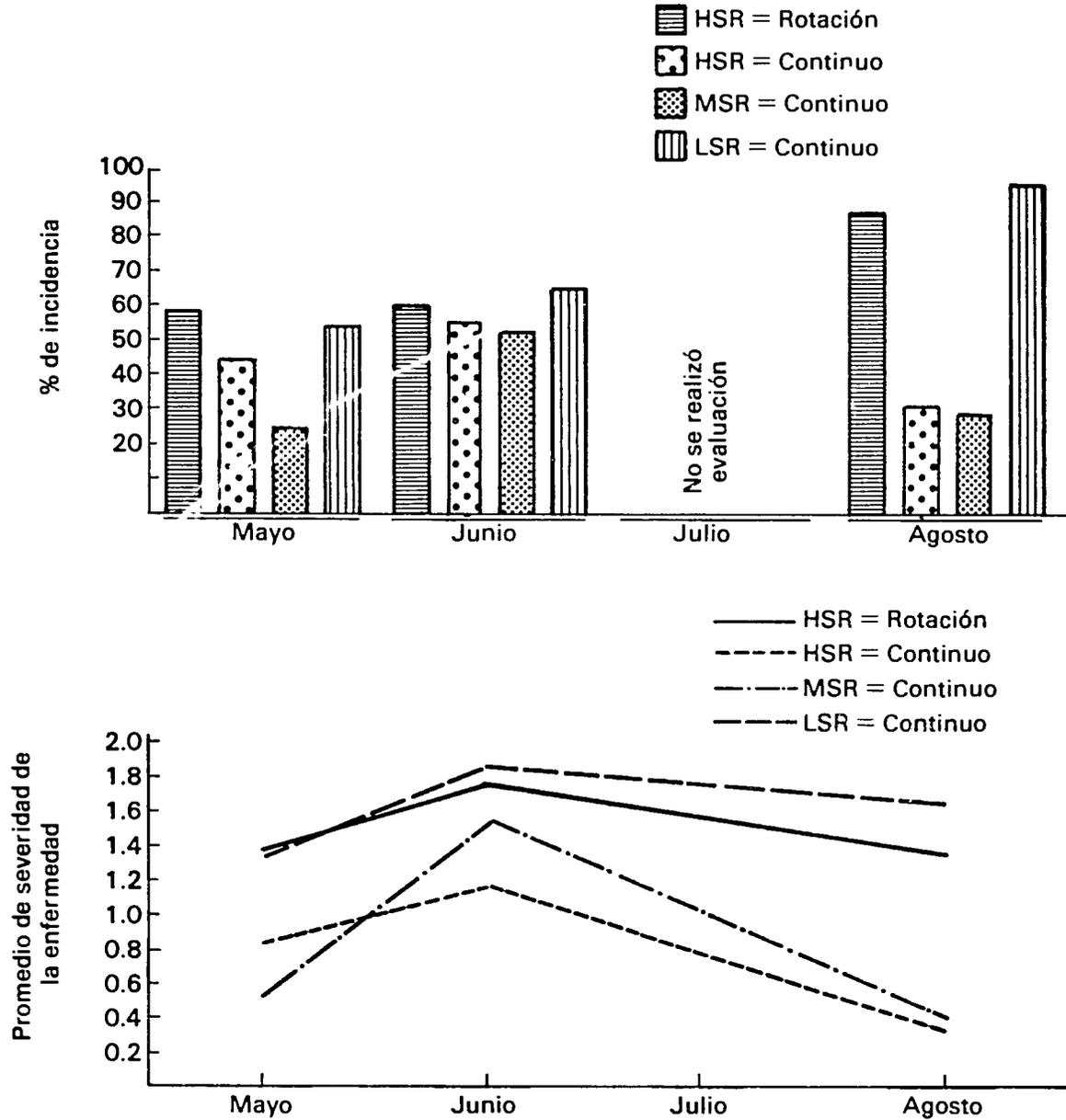
En CIAT 5277 se detectaron MFCyl y Bacteriosis. B permaneció alta durante la estación húmeda (Figura 9) mientras que MFCyl incrementó su incidencia desde Mayo hasta Septiembre (Figura 10). Para ambas enfermedades, la rotación corta (7/7) favoreció la severidad de la enfermedad en contraste con la rotación larga (21/21), sin embargo, el promedio de severidad de la enfermedad permaneció de ligera a moderada (Figuras 9 y 10). En este experimento es necesario realizar más evaluaciones para determinar si los efectos detectados son estables con el tiempo.

#### Enfermedades de Stylosanthes

##### a) Antracnosis

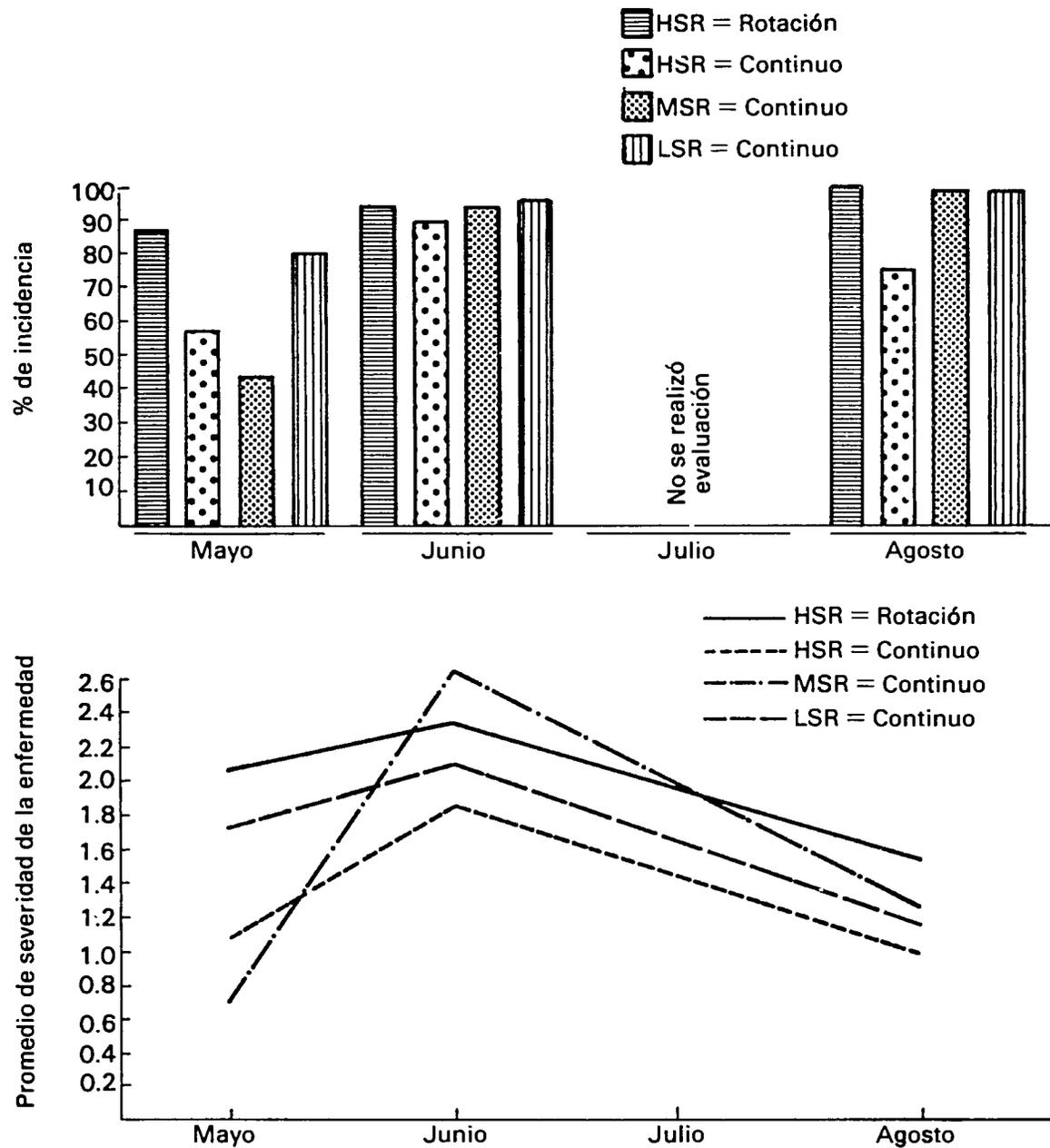
- (1) Efecto de la asociación de gramíneas sobre antracnosis de S. guianensis.

Trabajos anteriores han mostrado que antracnosis se desarrolla más rápida y severamente sobre S. guianensis en



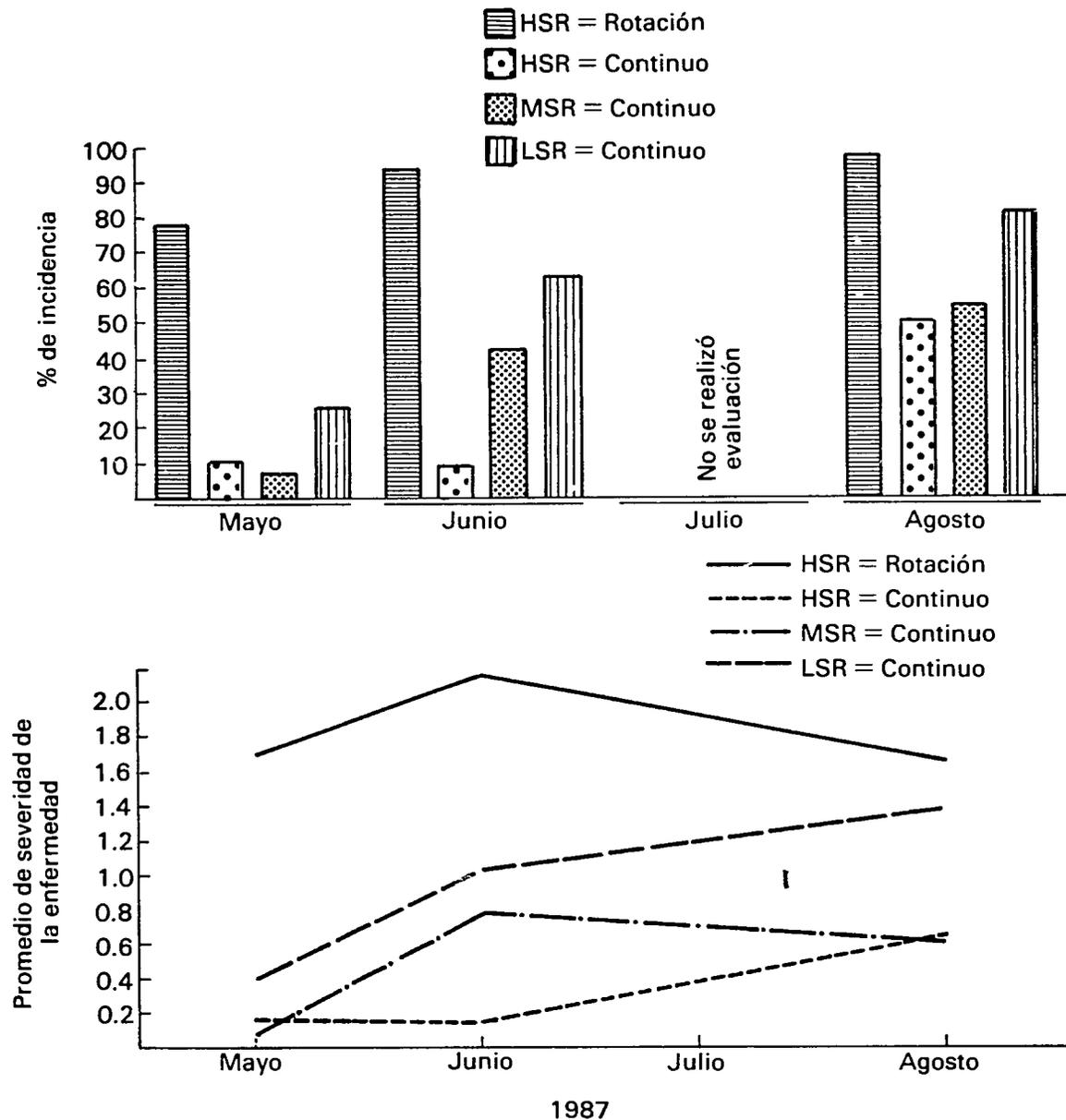
**Figura 5. Incidencia y promedio de severidad de bacteriosis en *Centrosema acutifolium* CIAT 5277 desde Mayo hasta Agosto de 1987 bajo cuatro tratamientos de pastoreo en Carimagua.**

159



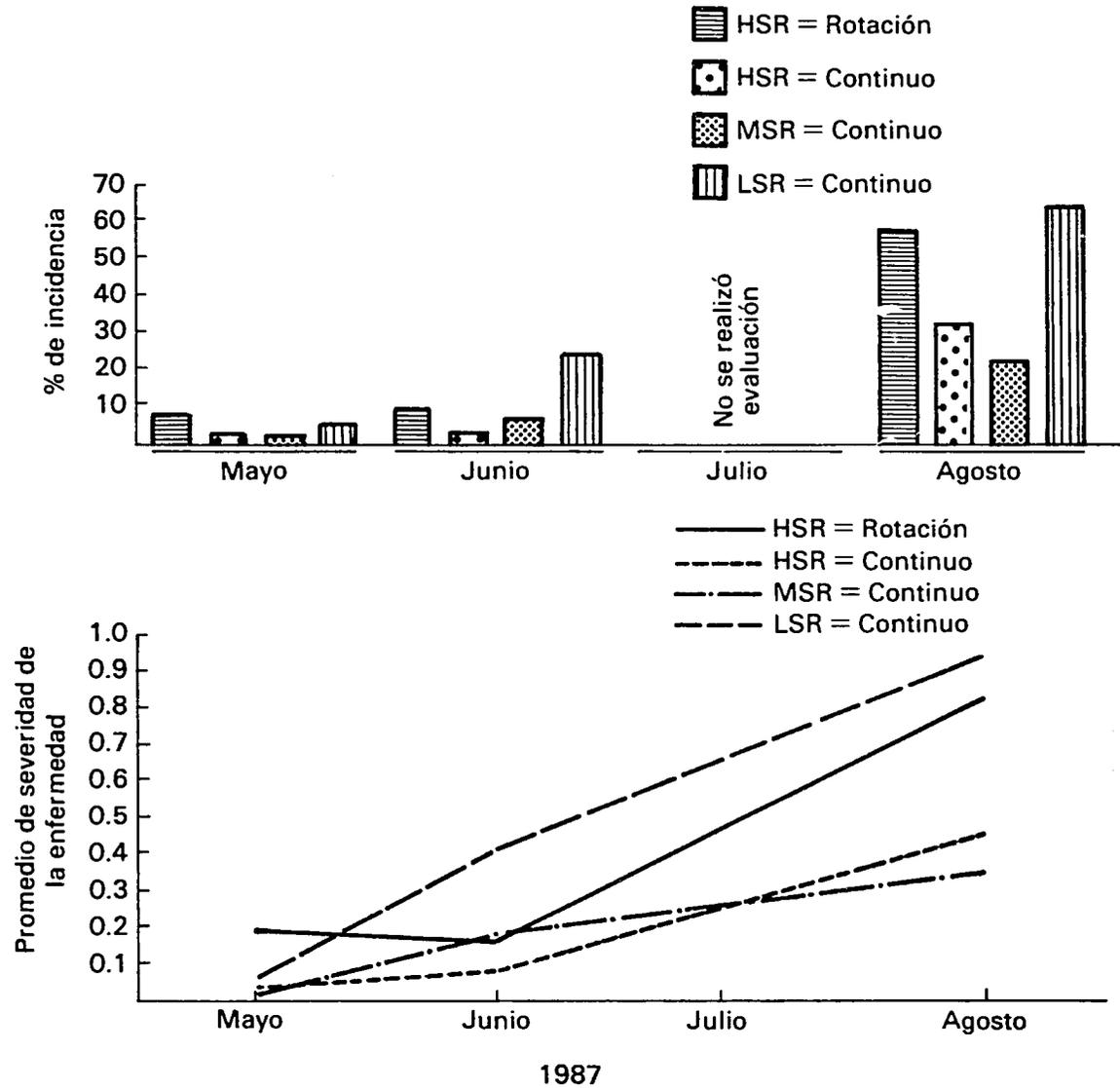
**Figura 6. Incidencia y promedio de severidad de mancha foliar por *Cylindrocladium* en *Centrosema acutifolium* CIAT 5277 desde Mayo hasta Agosto bajo cuatro tratamientos de pastoreo en Carimagua.**

18



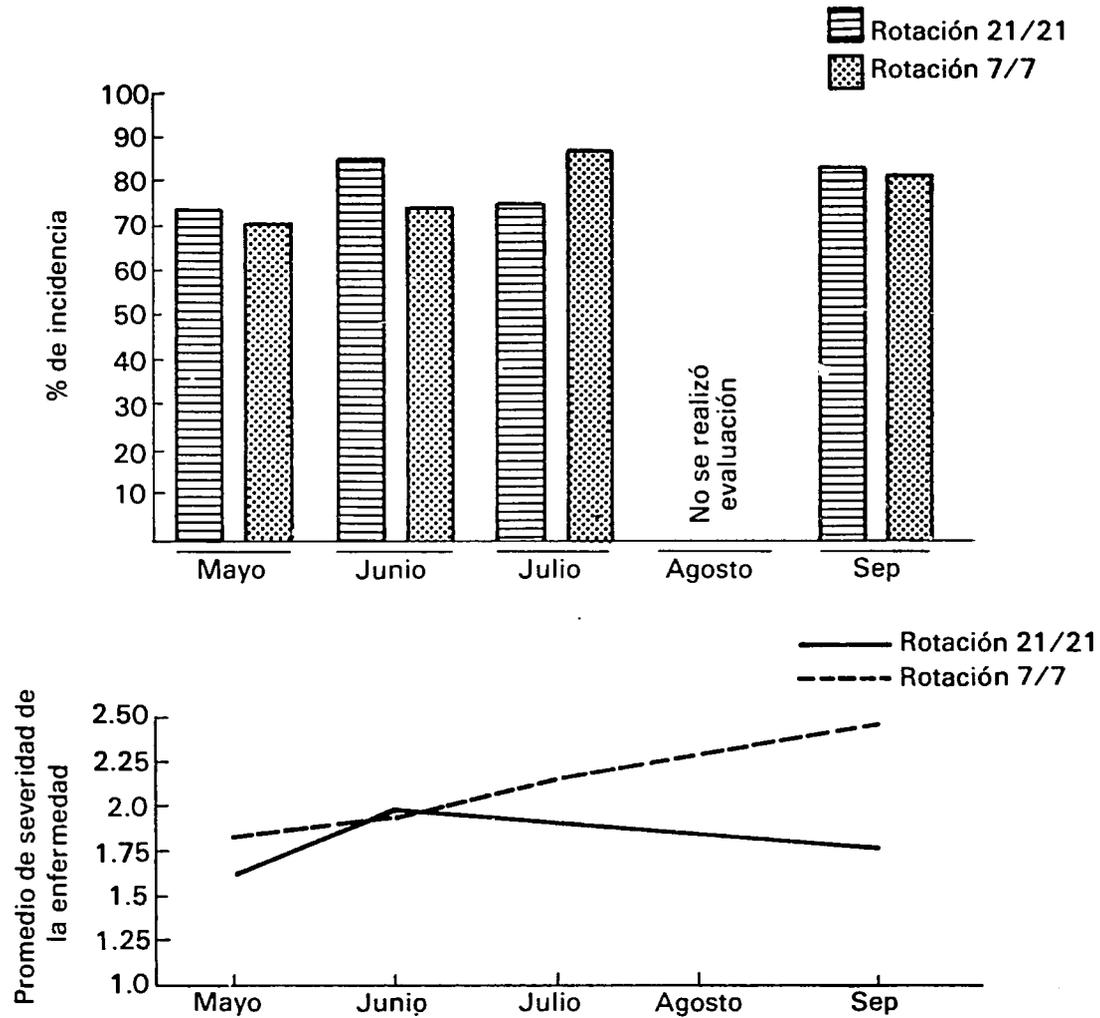
**Figura 7. Incidencia y severidad promedio de añublc foliar por *Rhizoc-tonia* en *Centrosema acutifolium* CIAT 5568 desde Mayo hasta Agosto de 1987 bajo cuatro diferentes tratamientos de pastoreo en Carimagua.**

16r.

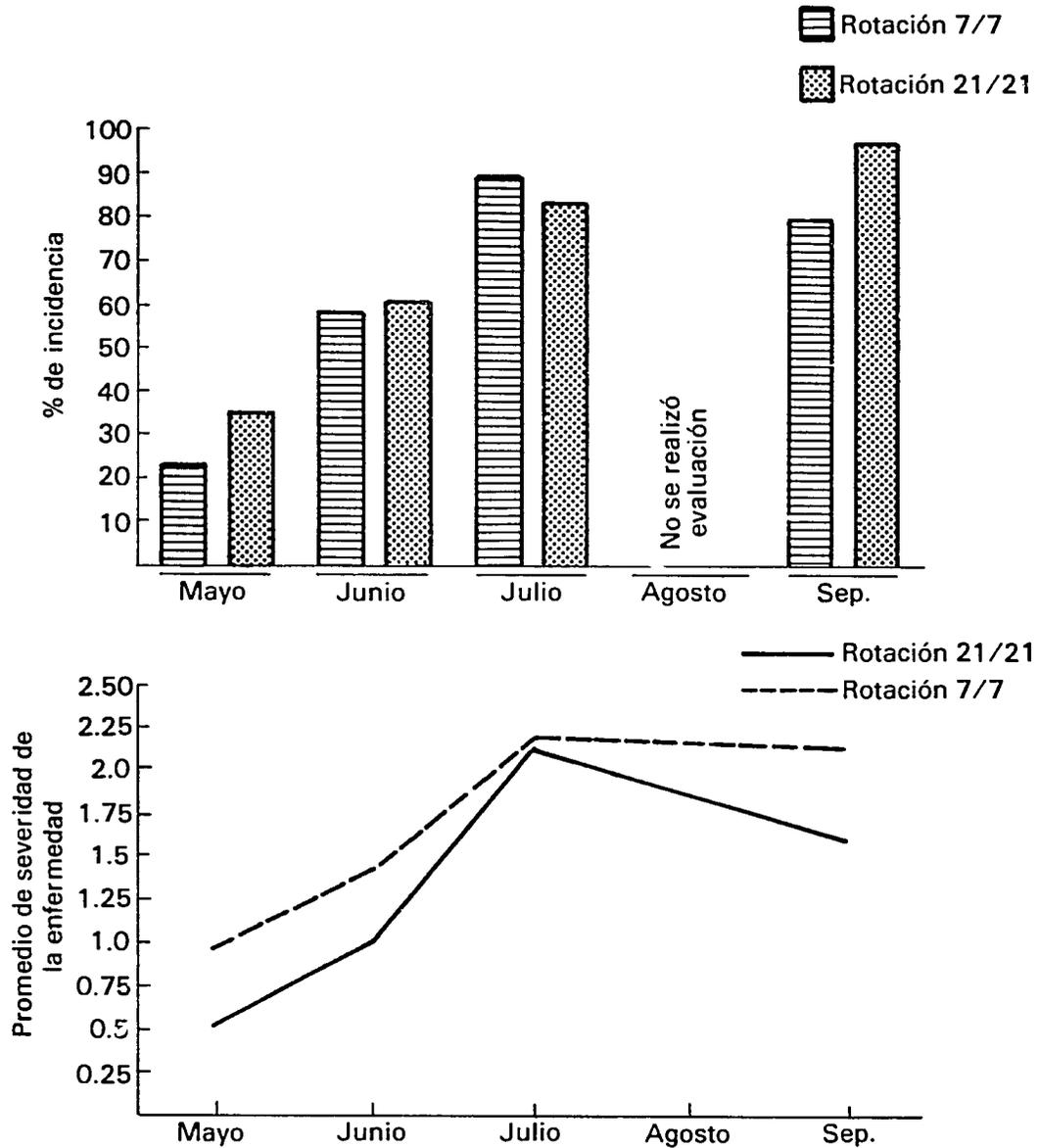


**Figura 8.** Incidencia y severidad promedio de mancha foliar por *Cylindrocladium* en *Centrosema acutifolium* CIAT 5568 desde Mayo hasta Agosto de 1987, bajo cuatro tratamientos de pastoreo en Carimagua.

162.



**Figura 9.** Incidencia y severidad promedio de bacteriosis en *Centrosema acutifolium* CIAT 5277 desde Mayo hasta Septiembre de 1987 bajo dos tratamientos de pastoreo rotacional en Carimagua.



**Figura 10.** Incidencia y promedio de severidad de mancha foliar por *Cylindrocladium* en *Centrosema acutifolium* 5277 desde Mayo hasta Septiembre de 1987 bajo dos tratamientos de pastoreo rotacional en Carimagua.

Cuadro 4. Efecto de varias enfermedades\* sobre producción de materia seca de Centrosema acutifolium CIAT 5277 y 5568 bajo pastoreo rotacional en Carimagua.

Accesión	+ Fungicida				- Fungicida				
	Promedio enfermedad			Materia seca kg/ha	Promedio enfermedad			Materia seca kg/ha	Pérdida de materia seca %
	MFCyl	B	AFR		MFCyl	B	AFR		
5277	2.5	0.3	-	1394 a	3.5	1.8	-	953 b	31.6
5568	0.7	-	1.5	1050 a	0.8	-	3.0	813 b	22.6

\* 5277: Mancha foliar por Cylindrocladium; bacteriosis.

5568: Añublo foliar por Rhizoctonia; mancha foliar por Cylindrocladium.

Valores seguidos por letras diferentes en la misma línea, tienen diferencia significativa al  $P < 0.05$ .

asociación con gramíneas tales como A. gayanus, que cuando no se encuentra asociada (Informe Anual 1981, 1983). Se esperaba que la gramínea actuaría como una barrera al movimiento de esporas de C. gloeosporioides. Aparentemente, el carácter agresivo y competitivo de A. gayanus aumentó el estrés de S. guianensis lo suficiente como para reducir su habilidad para resistir antracnosis. En otro experimento donde se usaron barreras artificiales para reducir el movimiento de inóculo aéreo y "mulch" para reducir la expansión de inóculo o del suelo, se redujo efectivamente la rata de antracnosis en ambos tipos de barreras (Informe Anual 1983).

El efecto de la asociación de gramíneas sobre el desarrollo de antracnosis en S. guianensis CIAT 136 y 1283 fue evaluado durante 1987 usando A. gayanus como barrera aérea y de suelo. Se usaron parcelas de 25 y 100 m<sup>2</sup>. Los resultados hasta la fecha muestran que el uso de mulch de A. gayanus como barrera de suelo para reducir la expansión del inóculo, reduce el desarrollo de antracnosis especialmente en CIAT 136 sin importar el tamaño de la parcela y la presencia

o ausencia de barreras aéreas (Cuadro 5). Sin embargo, se han presentado altos niveles de antracnosis en todos los tratamientos con barreras aéreas de A. gayanus sin tener cuenta el tamaño de la parcela. Esto se había desarrollado en experimentos anteriores con esta gramínea (ver arriba). El papel esperado por estas gramíneas como barrera para el movimiento de inóculo aéreo aún no se ha verificado. Este carácter de estímulo en el desarrollo de antracnosis por competencia agresiva con la leguminosa y/o por efectos del microclima merece futuras evaluaciones.

(ii) Efecto de antracnosis y otros factores sobre la sobrevivencia de una población segregante de S. guianensis en algunos medios pastoreados.

En estrecha colaboración con la sección de Fitomejoramiento, se ha evaluado en Carimagua desde 1985 hasta 1987 una población segregante de S. guianensis en varias asociaciones y en medios pastoreados (ver Informe Anual 1985 y 1986). Se evaluaron 3000 plantas marcadas, con 500 plantas en

165

Cuadro 5. Efecto de barreras en el movimiento de inóculo aéreo y de suelo de Colletotrichum gloeosporioides en el desarrollo de antracnosis en Stylosanthes guianensis CIAT 136 y 1283. Evaluación: Septiembre, 1987.

+ Barreras aéreas				
Accesión	"Mulch"	Parcela pequeña	Parcela grande	Promedio
1283	+	3.2	3.0	3.10
1283	-	3.6	3.5	3.55
136	+	1.5	1.5	1.50
136	-	3.0	2.6	2.80
- Barreras aéreas				
1283	+	2.3	2.0	2.15
1283	-	3.1	3.0	3.05
136	+	1.1	1.1	1.10
136	-	2.1	2.1	2.10
Promedio		2.49	2.35	

Escala de evaluación de antracnosis: 0 = no enfermedad  
5 = planta muerta

cada uno de los seis tratamientos + A. gayanus rastrero, con cargas medias y alta y sabana nativa rastrera con cargas media y alta. Se evaluó antracnosis en una escala de 0 a 5, mientras que los aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides fueron colectados de plantas afectadas con antracnosis durante el período experimental. Todas las evaluaciones y colección de aislamientos se suspendieron en la asociación A. gayanus y con sabana nativa en Agosto de 1986 y Febrero de 1987 respectivamente, cuando todas las plantas marcadas murieron.

Desde Febrero de 1985 hasta 1986 se prepararon frecuencias de distribución de la reacción a antracnosis de 500 plantas de cada grupo en cada tratamiento (Figuras 11 y 12). Para las tres cargas en ambas asociaciones A. gayanus (Figura 11a, b, c) y sabana

(Figura 12a, b, c) el principal cambio en la estructura de la frecuencia de distribución se incrementó en el % de plantas muertas. Al mismo tiempo no existe evidencia que demuestre que antracnosis fue la causa de la muerte de las plantas (Figuras 11 y 12). El % de plantas muertas se incrementó más rápidamente en ambas asociaciones con carga baja que con carga alta, especialmente en asociación con sabana, esto está relacionado probablemente con la mayor competencia de plantas con carga baja lo que indica que el tratamiento con carga o asociación no tuvo un efecto sobre la estructura de las poblaciones con respecto a reacción a antracnosis.

Se realizaron varios muestreos de poblaciones de C. gloeosporioides en todos los tratamientos durante 1985 y 1986. Los aislamientos fueron separados en grupos de acuerdo a su



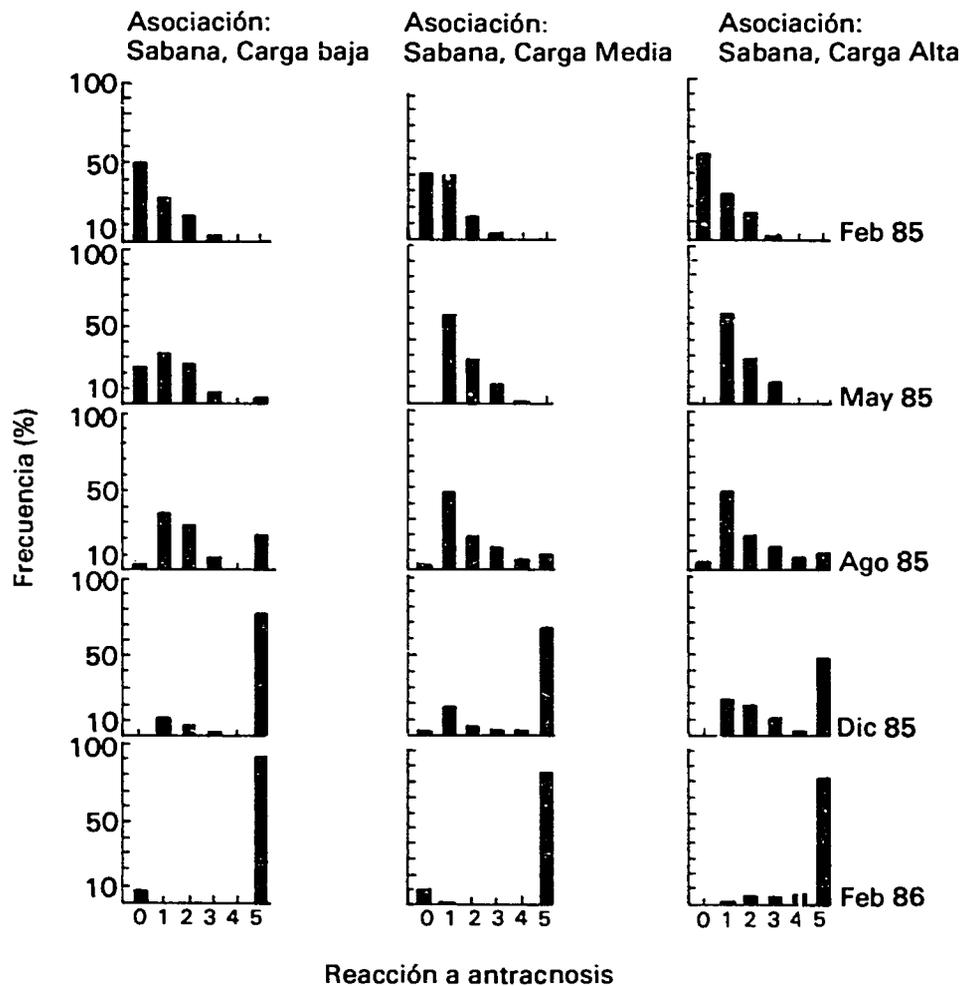


Figura 12a.

Figura 12b.

Figura 12c.

**Figura 12. 12a., 12b., 12c. Distribución de frecuencia de la reacción de un grupo de 500 plantas a antracnosis de Febrero 1985 a Febrero 1986.**

Nota: El valor de reacción 5 indica plantas muertas debido a factores complejos. Antracnosis no fue necesariamente la causa principal de la muerte.

168-

reacción diferencial de un grupo de 12 accesiones de S. guianensis. Se diferenciaron los grupos entre aislamientos de las diferentes asociaciones con gramíneas (Figura 13). Fue de gran interés encontrar que más del >40% de aislamientos de la asociación sabana y más del >30% de la asociación con A. gayanus (Grupo 1) fueron virulentos a diez de los doce diferenciales de S. guianensis. Esto es contrario a lo esperado en una mezcla de poblaciones. Varios investigadores sostienen la hipótesis de que existen "super-razas" capaces de afectar un amplio rango de genotipos no seleccionados de poblaciones mezcladas de sus hospedantes. Estas razas están presentes en poblaciones altamente heterogéneas (Figura 13). Sin embargo, antracnosis no fue el factor determinante en la sobrevivencia de S. guianensis.

En este experimento, la competencia de las gramíneas ocasionó un descenso en la sobrevivencia de la leguminosa con carga baja y en ambas asociaciones; en particular, la asociación con A. gayanus fue el principal factor que afectó la sobrevivencia de la población segregante heterogénea de S. guianensis. Antracnosis y el barrenador fueron los factores que más contribuyeron a la muerte de plantas.

Es claro que aunque la enfermedad sea el factor que más contribuye en la sobrevivencia de una leguminosa, bajo pequeñas parcelas de monocultivo en el complejo ecosistema de pastura perenne la enfermedad puede ser sólo un factor que contribuya a disminuir la sobrevivencia de la leguminosa.

#### Enfermedades de Desmodium

- a) Verruga por Synchytrium o enfermedad de la falsa roya.

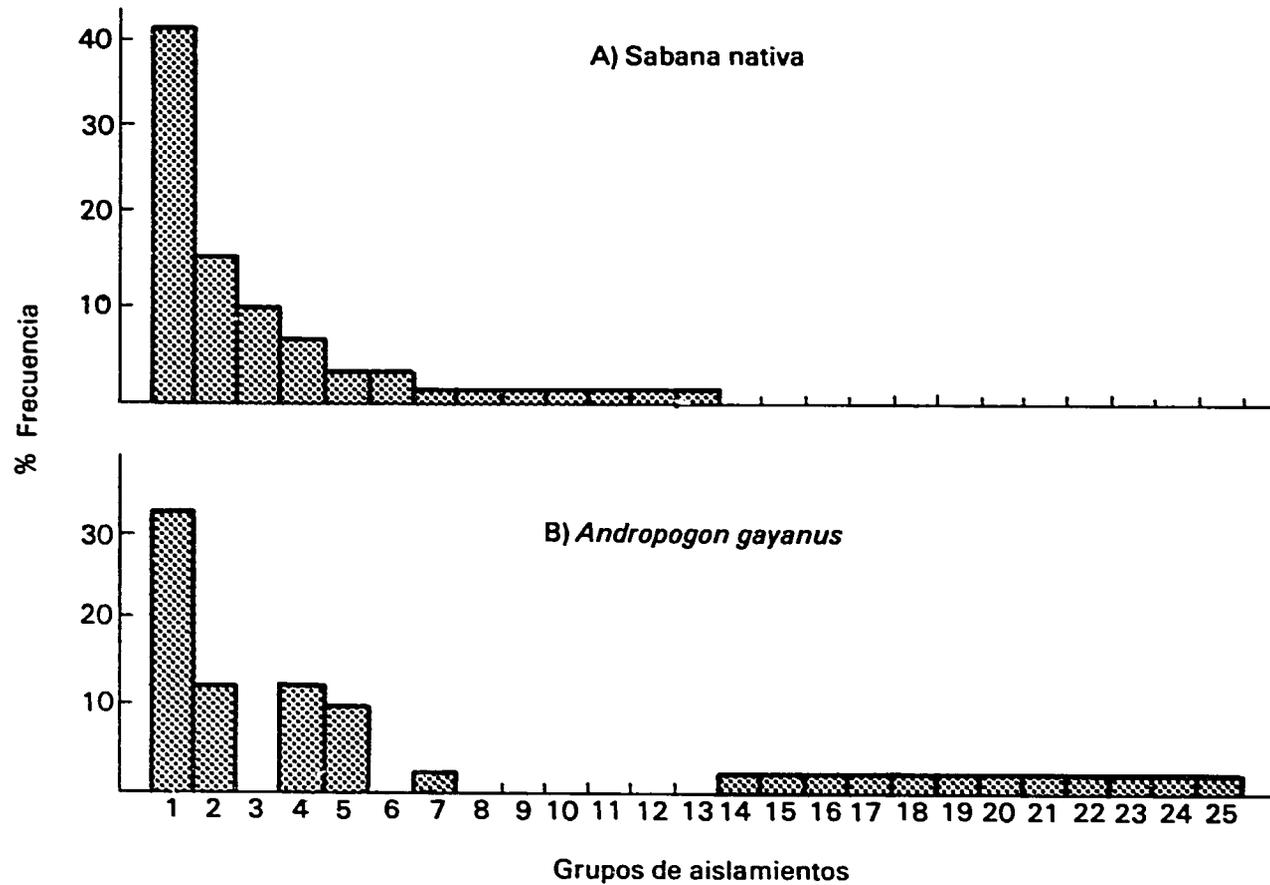
En sabanas isohipertérmicas bien drenadas (SIBD) o llanos, los síntomas más severos de la enfermedad de la verruga o falsa roya causada por Synchytrium desmodii se han observado

durante la estación húmeda, desde Mayo hasta Noviembre. El daño se encuentra distribuido en parches en áreas bajas del lote donde existe acumulación de agua. Los síntomas se presentan bastante severos, debido a que Synchytrium afecta en diferentes etapas la leguminosa perenne Desmodium ovalifolium; el estudio de su efecto sobre la persistencia y productividad de la pastura se realizó en dos partes:

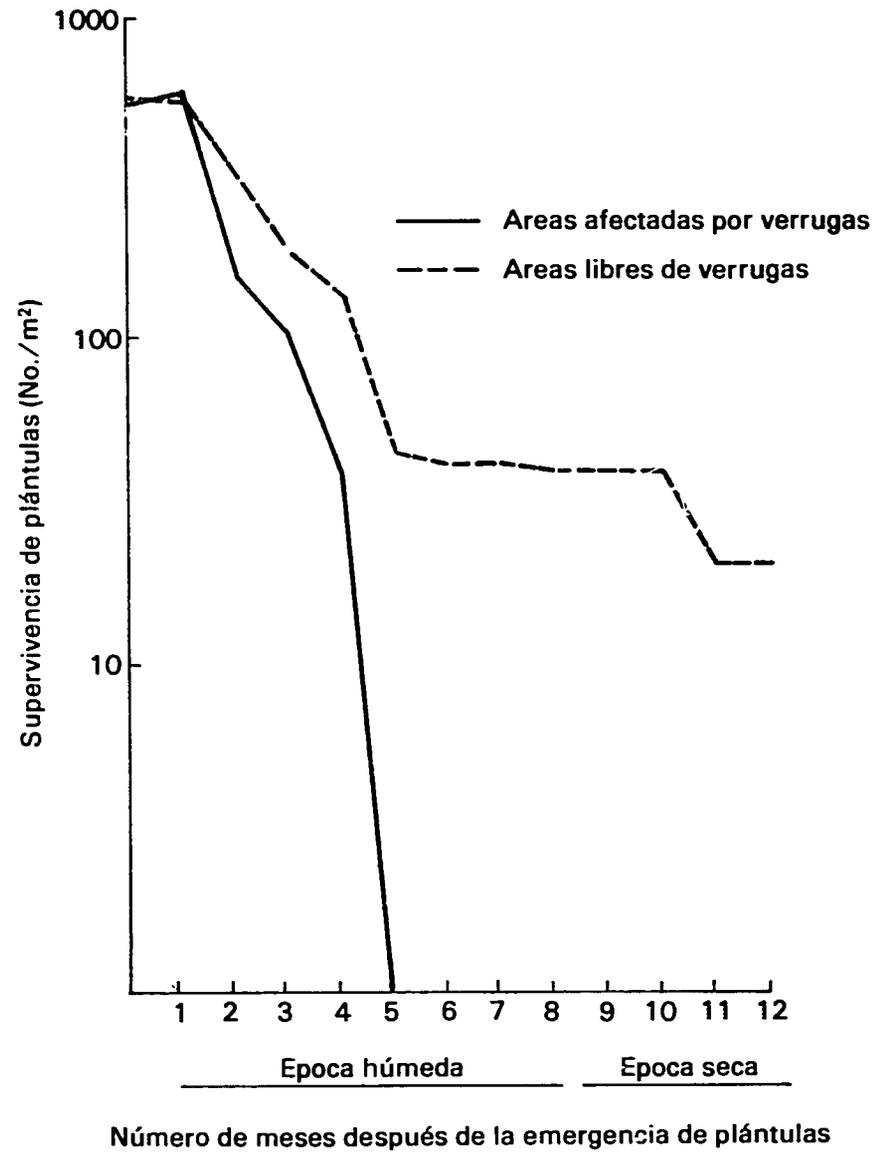
- a) Efecto sobre producción en plantas adultas (Informe Anual, 1986).
- b) Efecto de sobrevivencia de plántulas y restablecimiento de la población adulta de plantas.

Con el inicio de la estación húmeda, emergen un gran número de plántulas de D. ovalifolium, alrededor de 500-700/m<sup>2</sup>. En áreas afectadas por la verruga, las plántulas usualmente son afectadas severamente pocas semanas después de la emergencia y la rata de mortalidad es alta. Desde Mayo de 1986 hasta 1987 se estudiaron 32 parcelas de un metro cuadrado de D. ovalifolium - Brachiaria decumbens con 5 años de establecimiento en áreas afectadas por verrugas y áreas libres de la enfermedad. Las plántulas se contaron mensualmente en cada lote. Desde Mayo de 1986 hasta 1987, se suministraron 21 plantas provenientes de la población de plántulas a la población plantas adultas en las áreas libres de la verruga (Figura 14), mientras que en las áreas afectadas por la verruga no hubo sobrevivencia de plántulas.

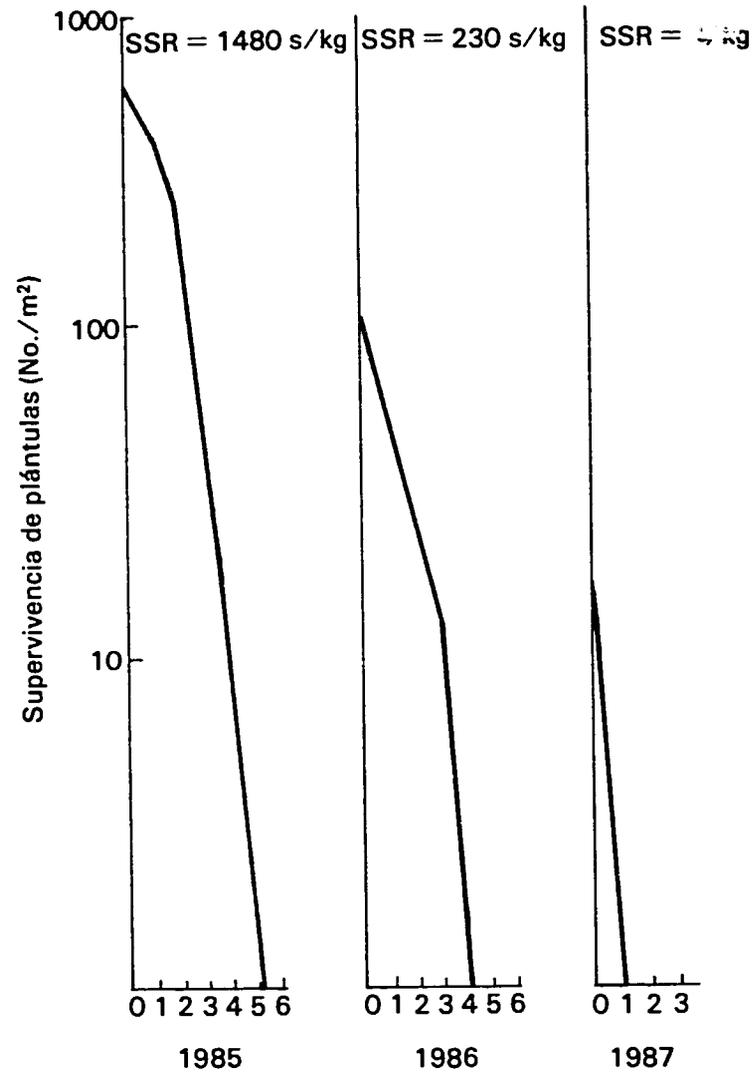
En otro grupo de 20 subparcelas en la misma pastura, las plantas sobrevivientes se unieron a la población de plantas adultas y las reservas de semillas en el suelo se evaluaron desde Mayo de 1985 hasta 1987. En ninguna de las tres estaciones húmedas, 1985, 1986 y 1987, la sobrevivencia de las plántulas fue de más de 5 meses (Figura 15). A la vez,



**Figura 13.** Frecuencia de diferentes grupos de aislamientos de *C. gloeosporioides* obtenidos de *Stylosanthes guianensis* de A) asociación con sabana nativa y B) asociación con *Andropogon gayanus* en Carimagua.



**Figura 14.** Efecto de *Synchytrium desmodii* sobre la supervivencia de plántulas de *Desmodium ovalifolium* bajo pastoreo desde Mayo 1986 a Mayo 1987.



Número de meses después de la emergencia de plántulas

**Figura 15.** Efecto de *Synchytrium desmodii* sobre la supervivencia de plántulas de *Desmodium ovalifolium* bajo pastoreo, desde Mayo 1985 a Junio 1987.

la reserva de semillas del suelo a 5 cm de la superficie disminuyó de 1480 semillas/kg de suelo seco a 8 semillas/kg de suelo seco desde Mayo de 1985 hasta Mayo de 1987.

La enfermedad de la verruga por Synchytrium tiene su mayor efecto en la sobrevivencia de plántulas, restablecimiento entre la población de plantas adultas y persistencia a largo plazo de D. ovalifolium. Además, estudios anteriores (Informe Anual 1986) muestran que la enfermedad de la verruga reduce la producción de plantas adultas hasta en 73% bajo condiciones de inundación; bajo condiciones de no inundación, la producción no se reduce significativamente (Informe Anual 1986).

Este hallazgo se ha utilizado para desarrollar una metodología de evaluación más apropiada para futuros ensayos con la colección de D. ovalifolium para resistencia a esta enfermedad. Así mismo, evitando las áreas bajas cuando las plantas susceptibles de D. ovalifolium están localizadas en áreas infectadas por verruga, reduce las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad.

#### b) Nemátodo de los nudos aéreos

Los estudios se continuaron a pesar de que las poblaciones del nemátodo de los nudos aéreos permaneció baja en los Llanos durante 1987.

Al comparar semillas tratadas con Benlate y con Furadan para controlar el nemátodo, se encontró que Benlate es más efectivo para reducir la rata de multiplicación del nemátodo en plantas inoculadas provenientes de semillas tratadas (Cuadro 6).

Desde 1986 hasta 1987 se ha evaluado en Carimagua el efecto de la inundación sobre la reacción de las accesiones de D. ovalifolium a Pterotylenchus cecidogenus. De nuevo, las bajas poblaciones de P. cecidogenus

Cuadro 6. Efecto de tratamiento de semilla con 500 ppm de Furadan y Benlate por 60 min. sobre la multiplicación de P. cecidogenus en plántulas inoculadas provenientes de semilla tratada.

Semanas después de la inoculación	Número de nemátodos	
	Furadan	Benlate
1	8 a	1 a
2	12 a	2 a
4	35 b	2 a
8	35 b	5 a

Valores seguidos por la misma letra en la misma línea no tienen diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

impidieron una buena selección de las accesiones más promisorias durante 1987 (Cuadro 6). El bajo nivel de agallas fue general en condiciones de buen drenaje. Las accesiones más vigorosas bajo condiciones de buen drenaje fueron 13115, 13092, 350, 3793 y 13139. Las accesiones más vigorosas bajo condiciones periódicas de inundación fueron 3793, 13091, 3776, 3666 y 3674 (Cuadro 7).

Continuaron las evaluaciones bajo pastoreo continuo para reacción a P. cecidogenus de accesiones seleccionadas de D. ovalifolium. De nuevo, se observaron niveles de agallas extremadamente bajos (Cuadro 8). La enfermedad de la verruga por Synchytrium también fue bastante baja. Bajo presión de pa oreo baja, las accesiones más vigorosas fueron 13129, 350 y 13089 mientras que bajo presión de pastoreo alta 13089 fue mucho más vigorosa que otras accesiones (Cuadro 8).

Se realizaron evaluaciones de dispersión lateral de P. cecidogenus en

Cuadro 7. Efecto de inundación sobre la reacción de D. ovalifolium a P. cecidogenus.

Accesión	Bien drenada				Inundación periódica			
	+ Inóculo		- Inóculo		+ Inóculo		- Inóculo	
	$\bar{x}$ vigor	$\bar{x}$ agallas	$\bar{x}$ vigor	$\bar{x}$ agallas	$\bar{x}$ vigor	$\bar{x}$ agallas	$\bar{x}$ vigor	$\bar{x}$ agallas
350*	2.5	0	2.5	0	1.5	0.1	1.0	0.1
3666	2.1	0.5	1.5	0	2.1	0.6	1.3	0
3674	2.0	1.8	1.9	0	2.0	0.8	1.0	0
3776**	1.5	0	1.1	0	2.3	0.3	0.8	0
3788	2.1	0	1.0	0	0.6	0.1	1.0	0
3793	2.3	0.5	2.0	0	2.6	0.4	1.3	0
3794**	1.3	0.3	1.0	0	1.1	0.1	1.1	0
13088	1.9	0	1.0	0.5	1.6	0	1.1	0
13089**	2.1	0.8	2.1	0.5	1.4	0.5	1.1	0
13091	1.3	0	2.0	0	2.3	0.1	2.0	0
13092**	2.9	0.3	2.1	0	1.5	0.6	1.3	0
13093	2.1	0.7	2.1	1.4	1.6	0	1.4	0
13098	2.1	0.3	2.0	0.6	1.8	0	1.3	0
13114	1.0	0	1.8	0.1	1.1	0.3	1.8	0
13115	3.1	0	1.3	0	1.5	0	1.1	0
13129**	2.1	0.8	2.3	0.3	1.4	0.4	2.6	0
13139	2.3	0.3	3.3	0	1.0	0.1	1.8	0.1

\* Control Tasa de agallas: 0 = no agallas; 4 = muchas agallas  
 \*\* Accesiones promisorias Tasa de vigor: 0 = pobre; 4 = excelente

Cuadro 8. Evaluación de la reacción de accesiones seleccionadas de D. ovalifolium al nemátodo de los nudos aéreos y enfermedad de la verruga bajo pastoreo.

Presión de pastoreo	Accesión	Tasa de* vigor (0-4)	Tasa de** agallas (0-5)	Promedio de la reacción de <u>Synchytrium</u> o enfer- medad de la verruga (0-5)
GP1 (Baja)	13092	1.1	0.02	0.5
	3776	1.1	0.0	0.6
	3794	0.8	0.04	0.7
	13089	1.4	0.0	0.6
	350	1.4	0.0	0.8
	13129	1.9	0.03	0.9
GP2 (Alta)	13092	1.3	0.04	0.7
	3776	1.0	0.0	0.6
	3794	0.7	0.0	0.6
	13089	3.2	0.0	0.2
	350	1.0	0.0	0.6
	13129	1.2	0.04	0.6

\* Tasa de vigor: 0 = pobre 4 = excelente  
 \*\* Tasa de agallas: 0 = no agallas 4 = muchas agallas

D. ovalifolium en estudios sobre dinámica del nemátodo de los nudos aéreos y se observó que éste puede avanzar 30 cm a lo largo del tallo en un día (Figura 16). Evaluación sobre el desarrollo de la agalla ha demostrado en el mismo experimento que no hay avance de las agallas desde el fin de la estación húmeda de 1986 (Figura 17).

Las evaluaciones tanto en invernadero como en campo de nuevas accesiones de D. ovalifolium realizadas al año pasado mostraron que hay accesoión más resistente que CIAT 13089. Las evaluaciones continuaron con el germoplasma nuevo en Carimagua en 1988.

#### Enfermedades de Arachis

Durante 1987, se registraron algunas enfermedades sobre Arachis pintoí en Colombia.

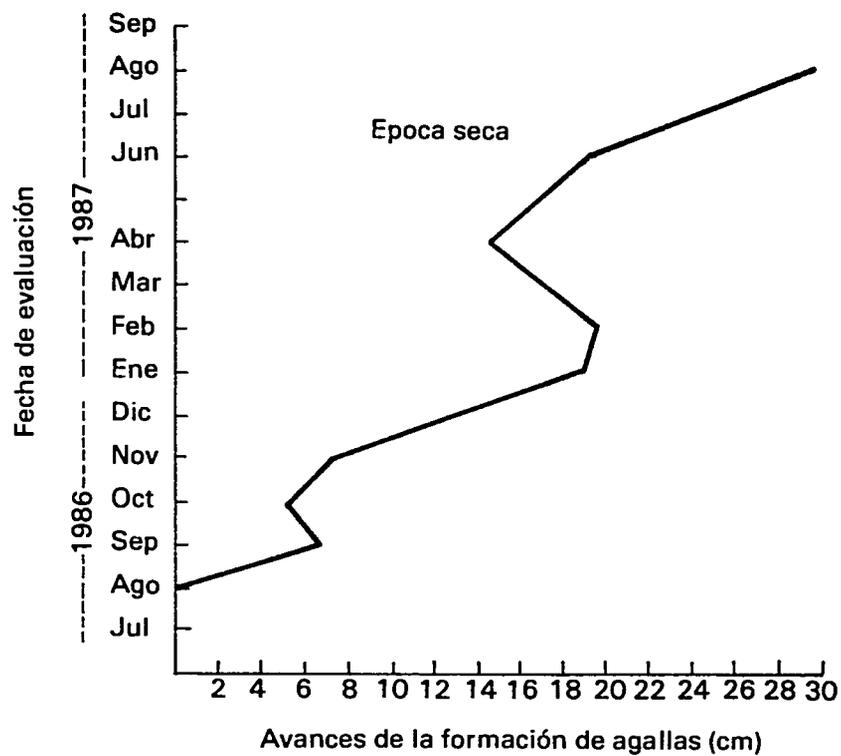
a) En muchas plantaciones de A. pintoí en Colombia se ha encontrado un potyvirus causando moteado en las hojillas. Este potyvirus no es igual al Virus Moteado del Maní Forrajero, el más ampliamente distribuido en este género. Trabajos adicionales están en progreso para identificar el virus.

Hasta ahora, el virus no ha causado problemas en regiones donde el potencial de esta leguminosa es grande (Ej: Llanos de Colombia).

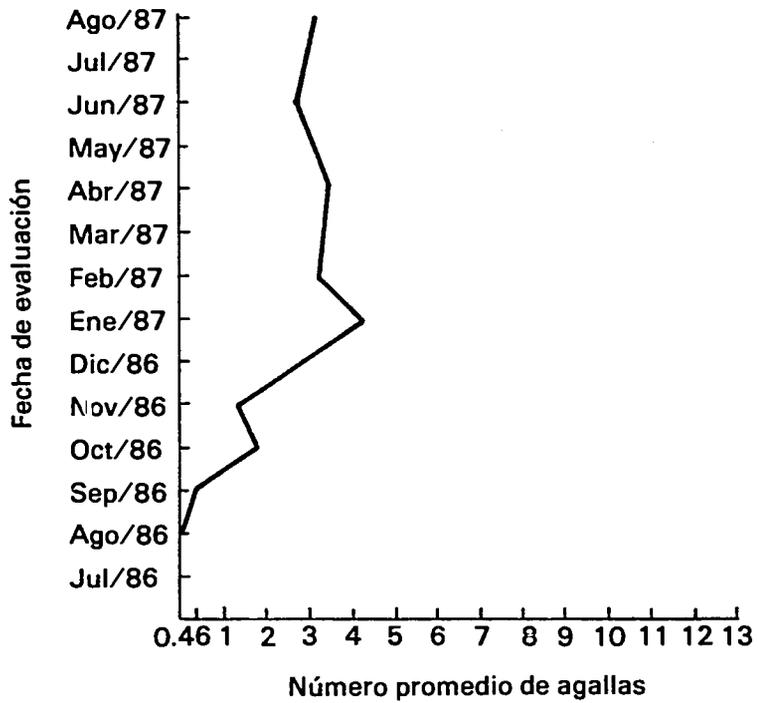
b) La Costra por Sphaceloma causada por Sphaceloma arachidis se detectó este año en el Valle del Cauca en A. pintoí CIAT 17434. Anteriormente este hongo era conocido sólo en Argentina y Brasil causando lesiones corchosas sobre pecíolos y hojillas, resultando en enrollamiento, distorción y defoliación de las hojas. En el momento se está trabajando en el aislamiento del hongo, determinación de pérdidas y evaluación de la colección de A. pintoí para resistencia.

c) Se han detectado otras enfermedades menores tales como: Leptosphaerulina o mancha pimienta y el síndrome de la hoja enrollada, asociada con invasión de especies de Rhizoctonia en las raíces.

En el momento se está evaluando la colección de ocho accesiones de A. pintoí para observar la reacción a esta enfermedad bajo condiciones controladas. Se espera mayor germoplasma disponible en un futuro cercano para incrementar la variabilidad de ésta, pues aún la colección es muy pequeña.



**Figura 16. Evaluación de diseminación lateral de *P. cecidogenus* en *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en Carimagua.**



**Figura 17. Evaluación del desarrollo de agallas causada por *P. cecidogenus* en *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en Carimagua.**

## 10. MICROBIOLOGIA DE SUELOS

Durante 1987, la sección Microbiología de Suelos trabajó en 3 áreas:

- I Evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio.
- II Papel de pre-cultivo, fuente de fósforo y hongos micorrizógenos vesículo-arbusculares en el crecimiento y nutrición de especies de pasturas tropicales y en sistemas de cultivo.
- III Evaluación de factores que afectan la fijación de  $N_2$  y la tasa de mineralización de  $N$  en el suelo.

### I EVALUACION DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RIZOBIO EN LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

Este trabajo se está realizando con la colaboración de un equipo de científicos que trabajan en Perú, Brasil, México, Colombia, Cuba, Panamá y se espera que se extienda a otros países e instituciones. El propósito de este trabajo es evaluar la efectividad de la simbiosis leguminosa-rizobio en diferentes sitios de la RIEPT, los cuales representan un rango de condiciones dentro del área de impacto del Programa de Pastos Tropicales. Los objetivos de la red son:

- a) Permitir que la fijación biológica de  $N_2$  (FBN) se incluya como parámetro de evaluación en la selección de leguminosas.
- b) Hacer recomendaciones para la

inoculación con rizobios de leguminosas tropicales usadas comercialmente en los diferentes ecosistemas y sub-ecosistemas cubiertos por la RIEPT.

- c) Determinar la extrapolabilidad de la información obtenida sobre la necesidad de inocular diferentes leguminosas y la efectividad de diferentes cepas.

En una reunión de trabajo financiada por el PNUD y organizado por el CIAT en Septiembre de 1987, se presentaron los resultados de los experimentos realizados por la red de participantes. Se discutieron diferentes aspectos de la metodología en grupos de trabajo y se hicieron planes para trabajos futuros. Una unidad audiotutorial titulada Simbiosis Leguminosa-Rizobio, la cual explica los principios de los métodos usados en la red, fue publicada en español y dentro de poco estará disponible en Inglés junto con un Manual de Métodos.

En cada sitio seleccionado, un equipo integrado, constituido por un mínimo de un agrónomo, quien trabaja en la selección de leguminosas, y un microbiólogo, está trabajando para evaluar la simbiosis leguminosa-rizobio. La red se ha desarrollado en colaboración con el Programa de Frijol y además de los 6 equipos que trabajan en leguminosas forrajeras, incluye otros que trabajan en frijol. Así los participantes aprenden como evaluar la FBN en leguminosas de grano y en leguminosas forrajeras.

El trabajo se realiza por etapas:

### Etapa I<sub>R</sub>

Aislamiento y caracterización de cepas de rizobios, y producción de inoculantes para experimentos agronómicos.

Etapa 1: Evaluación de la necesidad de inocular leguminosas en suelos representativos; mejoramiento genético de la capacidad de nodular efectivamente con cepas nativas (donde sea necesario).

Etapa 2: Selección de cepas para leguminosas que necesitan inoculación; mejoramiento genético de la capacidad de FBN con inoculantes (donde sea necesario).

Etapa 3: Efecto de otros factores limitantes sobre la respuesta a la inoculación y/o FBN, evaluación de la tecnología mejorada en fincas.

Etapa 4: Métodos de producción de inoculantes, distribución y uso de inoculantes, métodos de inoculación.

### Etapa I<sub>R</sub>

La colección de rizobios se ha dividido en tres partes (A, B y C); usando el mismo sistema usado por el CSIRO (A = cepas para inoculantes, B = cepas efectivas que podrían usarse para sustituir a las cepas de los inoculantes; C = el resto).

### Cepas recomendadas

Sobre la base de selecciones de cepas con un rango más amplio de leguminosas y resultados de la red se han hecho algunos cambios en las cepas recomendadas para la inoculación de ensayos regionales B, C y D y otros experimentos del Programa de Pastos Tropicales. El Cuadro 1 muestra las recomendaciones previas y actuales (Colección A).

### Caracterización de cepas

Trabajos adicionales sobre cepas que tienen 2 tipos de colonias muestran que este fenómeno (dimorfismo) puede ser cuantificado y que la tasa de cambio entre los dos tipos (colonias húmedas versus secas, o grandes versus pequeñas) varía entre cepas. Algunas cepas muestran mayor cambio de colonias húmedas a secas que de secas a húmedas, mientras que otras muestran tasas de cambio similares en ambas direcciones o mayor cambio de secas a húmedas (Cuadro 2). Detalles del método usado son descritos<sup>1</sup> por Sylvester-Bradley et al., (1988).

Las implicaciones prácticas de este trabajo son que las cepas con dimorfismo pueden confundirse con las que contienen mutantes estables o con las que están contaminadas. Con el método descrito se puede distinguir fácilmente entre el dimorfismo y la contaminación. Más de la mitad de las cepas de la colección "B" muestran dimorfismo (Cuadro 3).

### Etapa I<sub>L</sub>

Datos seleccionados de Carimagua y de otros dos sitios de la red de ensayos para evaluar la respuesta de leguminosas no inoculadas a la fertilización con N se muestran en el Cuadro 4. Las respuestas de esas leguminosas fueron diferentes en los tres sitios. Por ejemplo las grandes diferencias entre los dos ecotipos de D. heterophyllum (349 y 3782) y de C. acutifolium (5568 y 5277) observadas en Carimagua no

---

<sup>1</sup>/ Sylvester-Bradley, R. Thornton, P. and Jones, P. (1988). Colony dimorphism in Bradyrhizobium strains. Applied and environmental Microbiology, 54, 1033-1038.

Cuadro 1. Cepas recomendadas para inoculación en ensayos regionales B, C, D y otros experimentos del Programa de Pastos Tropicales.

Leguminosa	Cepas recomendadas (CIAT No.)		
	Anterior (1987)	Actual (1988)	
		CIAT No.	Origen
<u>Arachis pintoi</u>	3101	3101	<u>C. plumieri</u> , Colombia
<u>Centrosema acutifolium</u>	3101	3101	Colombia
<u>C. brasilianum</u>	3101	3101	Colombia
<u>C. macrocarpum</u>	3101	3101	Colombia
<u>C. pubescens</u>	1670	3101	Colombia
<u>Desmodium heterocarpon</u>	3418	4099	CB 2085
<u>D. heterophyllum</u>	2469	4099	CB 2085
<u>D. ovalifolium</u>	3418	4099	CB 2085
<u>Leucaena leucocephala</u>	1967	1967	ST 71, Australia
<u>Pueraria phaseoloides</u>	2434	3918	UMKL 56 (TAL 647)
<u>Stylosanthes capitata</u>	870+995+2138	3541	<u>S. capitata</u> , Colombia
<u>S. guianensis</u>	71	4103	CB 82
<u>Zornia glabra</u>	71	71	<u>Stylosanthes</u> sp. Colombia
<u>Z. latifolia</u>	71	71	Colombia

Cuadro 2. Probabilidad de cambio de diez cepas de Bradyrhizobium dimórficas.

Cepa	Probabilidad de Cambio x 10 <sup>-3</sup> para cada división celular	
	Húmeda → Seca	Seca → Húmeda
	2469	9.3
3411	12.5	1.0
1780	11.6	1.0
2434	11.3	2.4
USDA76	37.4	13.7
711	4.4	6.4
4412	12.9	18.4
3030	0.0005	11.2
2372	0.002	24.4
2383	0.002	28.2

fueron tan marcadas en Calabacito y Bayamo. La respuesta a N de Leucaena leucocephala y Centrosema pubescens fué mucho mayor en Carimagua y Calabacito que en Bayamo. Por otro lado Stylosanthes capitata respondió mucho más a N en Bayamo que en Carimagua o Calabacito.

Estos ensayos muestran que la nutrición de N de leguminosas es un factor importante en su selección, especialmente cuando el rendimiento es el criterio principal para la evaluación. Cuando la respuesta a la fertilización con nitrógeno de una leguminosa varía entre sitios, se puede concluir que la población nativa de rizobios varía en efectividad entre los sitios bajo consideración. Por ejemplo, se ha observado falta de vigor de Stylosanthes capitata en muchos sitios de la RIEPT, y no se ha podido definir la causa de esto. Los datos reportados aquí sugieren que

Cuadro 3. Proporción de 63 cepas en la colección B en diferentes categorías de crecimiento, que han demostrado dimorfismo.

Categoría de crecimiento	No	
	Dimórficas % del total	dimórficas
V	0	11
W	0	6
X	6	24
Y	37	2
Z	12	2
Total	55	45

esta falta de vigor puede deberse a la falta de inoculantes apropiados.

Se están realizando nuevos ensayos de este tipo para obtener datos de un amplio rango de sitios usando metodología más consistente (los ensayos se realizarán en invernadero usando cilindros con suelo, con niveles de fertilización controlados).

#### Etapas 2 y 3

#### Evaluación de cepas en cilindros con suelo

Un experimento para probar el rango de especificidad de varias cepas de rizobios conocidas como efectivas en

Cuadro 4. Necesidad de inocular leguminosas forrajeras en tres suelos de Colombia, Panamá y Cuba (combinaciones escogidas para comparación).

Especie	Ecotipo	Carimagua,	Calabacito	Bayamo,
		Colombia <sup>1</sup>	Panamá <sup>2</sup>	Cuba <sup>3</sup>
		----- IRN <sup>4</sup> -----		
<u>Centrosema acutifolium</u>	5568	88	68	53
<u>Centrosema acutifolium</u>	5277	56	63	48
<u>Desmodium heterophyllum</u>	349	88	60	43
<u>Desmodium heterophyllum</u>	3782	29	57	47
<u>Stylosanthes capitata</u>	10280	41	65	82
<u>Stylosanthes capitata</u>	1441	57	79	53
<u>Desmodium ovalifolium</u>	350	56	77	35
<u>Pueraria phaseoloides</u>	9900	38	56	29
<u>Leucaena leucocephala</u>	17495	85	83	14
<u>Centrosema macrocarpum</u>	5713	74	69	61
<u>Centrosema pubescens</u>	438	53	76	4

1/ Campo, 3 cortes, N producido.

2/ Campo, 1 corte, producción de materia seca.

3/ Invernadero, cilindros, rendimiento de N

4/  $IRN = \frac{(\text{Rendimiento} + N) - (\text{Rendimiento} - N)}{\text{Rendimiento} + N} \times 100$

Rendimiento + N

diferentes accesiones de especies de Desmodium mostró que la cepa CIAT no. 4099 fué efectiva en todas las accesiones probadas, mientras que algunas de las otras cepas fueron más específicas (Cuadro 5). La cepa CIAT 4099, al igual que las otras cepas probadas, fué también efectiva en varias accesiones de D. ovalifolium (Cuadro 6). CIAT 4099 fué obtenida de CSIRO, Brisbane (Dr. R.A. Date) como CB 2085. Ahora está siendo recomendada para ensayos con Desmodium spp. en un rango más amplio de sitios de la red.

Evaluación en el campo (Carimagua) de respuestas a inoculación

Un experimento de campo en un suelo arenoso en Yopare, Carimagua mostró mejor crecimiento de plántulas de D. ovalifolium 13089 debido a la inoculación (Figura 1) aunque aún con inoculación, el establecimiento fué muy lento. En este experimento se usaron dos métodos de inoculación. Las semillas de D. ovalifolium son muy pequeñas (600/g) y solamente una cantidad relativamente pequeña de inoculante se adhiere a cada semilla cuando se peletizan por el método

tradicional (usando slurry con goma arábica con 50g de inoculante/kg de semilla = 0.08 mg/semilla). Por esto se incluyó un segundo tratamiento donde 1g de inoculante se mezcló con aserrín y se aplicó en la superficie del suelo en 10m de surco antes de colocar las semillas, para determinar si el método de inoculación tradicional limita la respuesta en D. ovalifolium en comparación con esta mayor tasa de inoculación. Los resultados indican que la mayor tasa de inoculación produce una respuesta un poco mejor. Sin embargo la peletización es más práctica que la inoculación en el surco, y también dió resultados buenos.

Otro experimento en el mismo sitio con siete leguminosas forrajeras mostró que aunque la respuesta a la inoculación fué marcada en algunos casos, la respuesta a molibdeno fué poca o ligeramente negativa (Figura 2). La fuente y dosis de molibdeno usados (400 g de Mo/ha como molibdato de amonio) no deben ser tóxicos a los rizobios. Por lo tanto parece que el molibdeno no limita el establecimiento

Cuadro 5. Rendimiento de N de 7 ecotipos de Desmodium spp. inoculados con cepas de rizobios y creciendo en cilindros con suelo no disturbado (MSPT 240). Letras diferentes representan diferencias significativas dentro de ecotipos (P < 0.05).

CEPA	<u>D. ovalifolium</u>			<u>D. heterophyllum</u>		<u>D. heterocarpon</u>	
	13089	350	3788	349	3782	365	3787
----- mg N/cilindro -----							
2469	13.7c	24.5ab	26.8b	42.7f	32.6b	28.8bcd	14.9cd
2434	31.7a	28.4ab	30.7b	57.2e	50.5a	42.2ab	33.8b
109	14.8c	24.3ab	29.7b	79.4d	39.8ab	25.5cd	19.2c
2335	20.1bc	25.9ab	27.0b	84.9d	37.7ab	29.3bcd	12.5cde
3101	35.7a	23.7b	38.3b	105.8c	41.7ab	30.2bcd	7.0de
3418	30.0ab	25.6ab	37.9b	138.9b	49.9a	36.5abc	3.8e
4099	36.9a	36.9a	51.9a	154.6a	49.5a	44.9a	44.2a
-inoc.	18.2c	10.7c	13.4c	26.3g	31.3b	15.7d	12.2cde

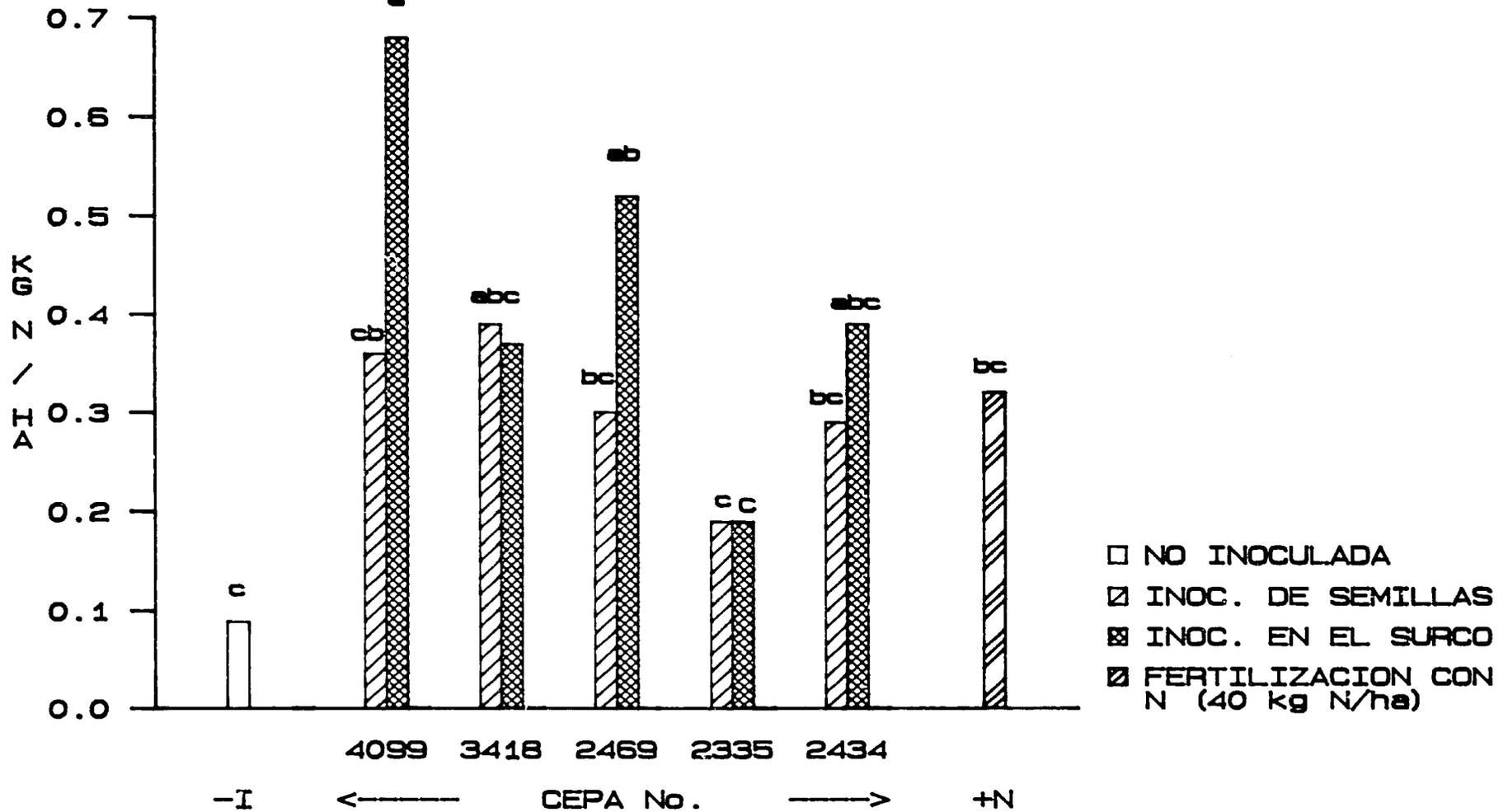


FIG. 1. EFECTO DE TRATAMIENTOS DE INOCULACION Y FERTILIZACION CON N SOBRE EL RENDIMIENTO DE N DE DESMODIUM OVALIFOLIUM 13089 12 SEMANAS DESPUES DE LA SIEMBRA EN CARIMAGUA. LAS LETRAS (a, b, c) REPRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE TRATAMIENTOS (DUNCAN  $p=0.05$ )

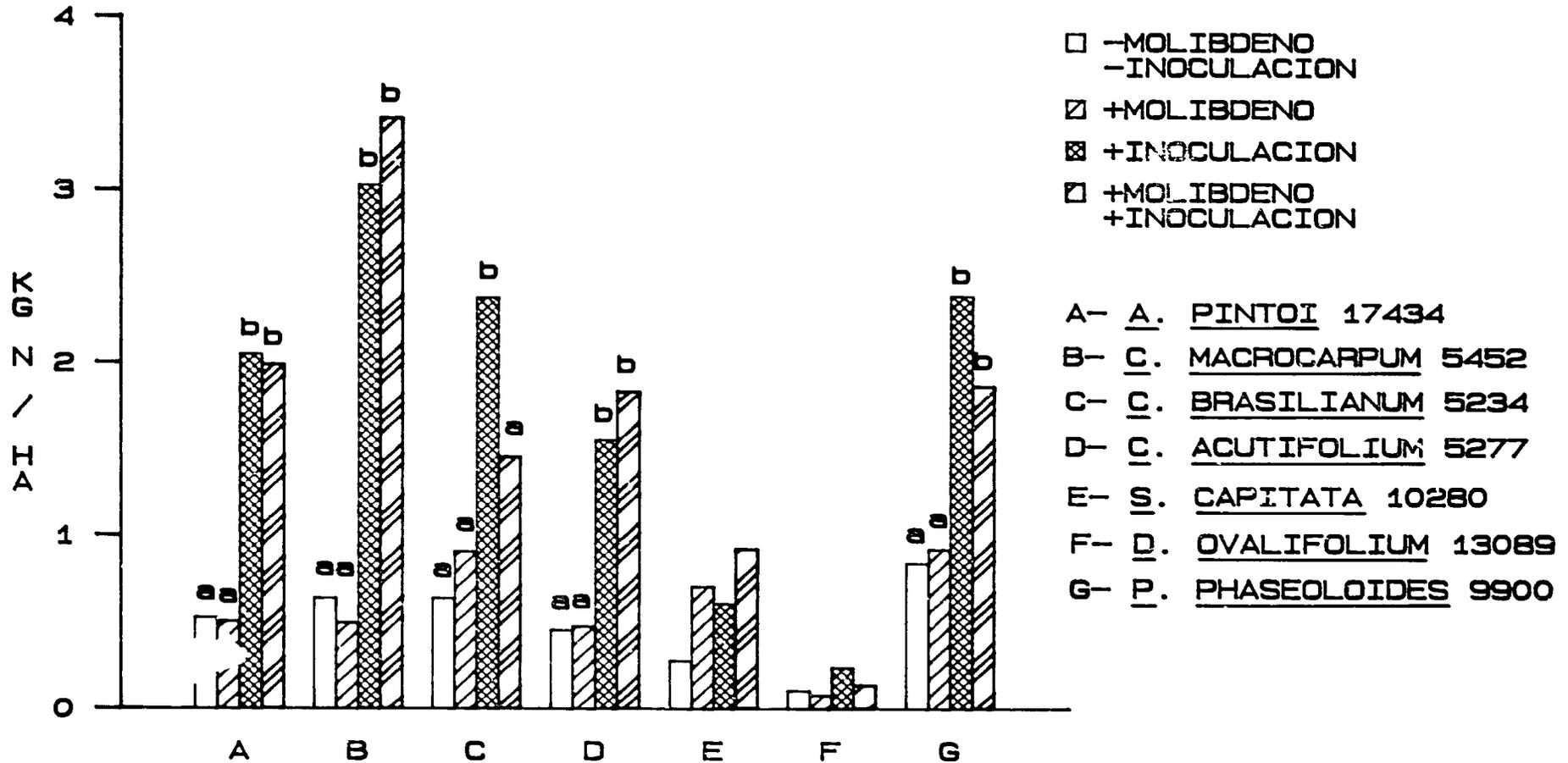


FIG. 2. EFECTO DE MOLIBDENO E INOCULACION EN EL RENDIMIENTO DE N DE 7 LEGUMINOSAS FORRAJERAS, 8 SEMANAS DESPUES DE LA SIEMBRA (CARIMAGUA). LETRAS (a, b) REPRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (DUNCAN  $p=0.05$ ) DENTRO DE LEGUMINOSAS

Cuadro 6. Evaluación de 3 cepas preseleccionadas en ecotipos de Desmodium ovalifolium en cilindros con suelo de Carimagua (mg N/cilindro). Letras diferentes representan diferencias significativas dentro de ecotipos (P < 0.05).

ECOTIPO	INOCULANTE			
	- Inoc	2434	3418	4099
3776	39.33b	91.68a	94.71a	91.57a
3794	38.69b	100.73a	104.77a	112.08a
13089	60.22b	102.20a	107.27a	102.38a
13092	56.13b	100.47a	104.11a	105.29a
13129	66.05b	97.29a	92.90a	105.46a

de la mayoría de las leguminosas en este suelo tan arenoso (la mineralización de N fué controlada sembrando una gramínea Melinis minutiflora en surcos alternos con la leguminosa). Hubo una respuesta leve al molibdeno de S. capitata y alguna respuesta de D. ovalifolium pudo haber sido enmascarada debido al pobre establecimiento. Una respuesta a Mo de D. ovalifolium fué detectada anteriormente en un experimento de invernadero (CIAT, 1986<sup>1</sup>). Por lo tanto puede ocurrir una respuesta ligera a Mo en esas dos leguminosas de semilla pequeña. Se está analizando el contenido de Mo total del suelo de Carimagua. Experimentos realizados por el ICA en la región del piedemonte llanero muestran una respuesta negativa<sup>2</sup> o muy poca respuesta al Mo en la soya.

Respuestas a inoculación en otros sitios dentro de la red

Datos de la costa de Chiapas (Méjico), Itabela, Bahía (Brasil) y varios sitios del centro de Panamá mostraron respuestas significativas a inoculación de kudzu aunque no siempre con la

misma cepa. En Panamá se observaron marcadas respuestas a inoculación y a la aplicación de molibdeno a Kudzú y Centrosema macrocarpum. Estos resultados han despertado el interés en la producción comercial de inoculantes en Panamá. En Pucallpa, Perú, las respuestas a inoculación de D. ovalifolium, P. phaseoloides, S. guianensis y C. macrocarpum no fueron significativas. En este experimento sin embargo, ocurrieron deficiencias marcadas de otros nutrientes y se está repitiendo. En Pinar del Rio, Cuba, el establecimiento de un experimento de campo falló debido primero a inundación y luego a la sequía. También hubo pérdidas de experimentos de campo en la costa de Chiapas, Itabela y Pucallpa debido a varios factores (cordornices, hormigas, sequía, incendios accidentales, etc.). Sin embargo los científicos de todas las instituciones participantes presentaron algunos datos en la reunión de trabajo.

Etapas 4

Estudios recientes sobre los inoculantes liofilizados confirman que la mortalidad durante la liofilización es a menudo menor del 50% de las células inicialmente presentes en<sup>10</sup> el frasco, quedando por lo menos 10<sup>10</sup> células, lo cual es adecuado para inocular 1 kg de semilla. Un medio conteniendo glicerol y una alta concentración de extracto de levadura (Balatti,

1/ Informe Anual 1985, Programa de Pastos Tropicales, p. 226.

2/ Comunicación personal, Dr. Luis Fernando Sánchez, Jefe, Departamento de Suelos, La Libertad, Villavicencio.

125

comunicación personal) dió un número de células 5 veces mayor en el caldo que el medio tradicional levadura manitol y esta diferencia se reflejó en un mayor número de células/frasco después de liofilizar (Cuadro 7). Sin embargo, se ha observado en algunos casos una alta mortalidad de las células durante el almacenamiento después de liofilizado. Son necesarios nuevos ensayos para determinar los factores que afectan la sobrevivencia durante el almacenamiento. Por lo tanto los inoculantes liofilizados no serán distribuidos hasta que se hayan resuelto estos problemas.

Cuando los rizobios liofilizados son reconstituidos en la turba y madurados por una semana muestran buena recuperación sin importar el agente de suspensión (Cuadro 8). Una comparación de la sobrevivencia de rizobios en semillas usando inoculante hecho con turba australiana y con turba colombiana mostró mayor sobrevivencia en turba australiana (Cuadro 9). Sin embargo habla más de  $10^4$  células por

semilla después de 3 días aún con turba colombiana, lo cual es probablemente adecuado.

Adherentes y recubrentes alternos a los tradicionales goma arábiga y roca fosfórica pueden ser necesarios debido a los altos precios o a la no disponibilidad de esos productos. El Cuadro 10 muestra que Calfos usado como recubrente es tóxico a los rizobios. El carbón como recubrente puede ser un sustituto aceptable. Sin embargo, el carbón por ser negro puede no mantener una buena sobrevivencia de rizobios en el campo si las semillas inoculadas son colocadas sobre la superficie del suelo recibiendo directamente la luz del sol. Estudios adicionales son por lo tanto necesarios para seleccionar alternativas adecuadas de materiales de revestimiento diferentes a la roca fosfórica, la cual no es generalmente disponible en América Latina. Un material de revestimiento es necesario después de inocular las semillas porque a menudo se están mezclando directamente con fertilizantes tales como Calfos.

Cuadro 7. Mortalidad de rizobios al liofilizar usando metil celulosa como soporte para las células.

Fecha liofilización	Cepa	% de muerte durante liofilización	No./frasco después de liofilizar
10 Feb. 87	3101	76	$3.3 \times 10^7$
18 Feb. 87	2434	83	$1.4 \times 10^{10}$
17 Feb. 87	71	14	$6.9 \times 10^7$
24 Feb. 87	3101	75	$1.3 \times 10^{10}$
10 Mar. 87	2469	54	$1.1 \times 10^{10}$
4 Mar. 87	2183+995+870	99	$1.1 \times 10^{10}$
18 Mar. 87	1670	58	$1.8 \times 10^{10}$
18 Abr. 87	2434*	43	$6.5 \times 10^{10}$
10 Abr. 87	3101*	50	$5.7 \times 10^{10}$
24 Abr. 87	4099*	39	$5.8 \times 10^{10}$

\* Medio de crecimiento "Balatti" (glicerol).

Cuadro 8. Células viables de rizobios (Cepa CIAT 2335) preparadas por liofilización, empacadas al vacío y usando diferentes agentes de suspensión una semana después de reconstituidos en turba australiana estéril.

Agentes de Suspensión	Rizobios/frasco	Rizobios/paquete de turba (72 g)	Incremento (veces)
Agua corriente	$14.8 \pm 6.8 \times 10^7$	$27.4 \pm 10.8 \times 10^{10}$	19.0
Agua destilada	$19.0 \pm 5.4 \times 10^7$	$48.2 \pm 27.4 \times 10^{10}$	25.4
Sucrosa al 1%	$9.0 \pm 3.6 \times 10^7$	$29.5 \pm 3.6 \times 10^{10}$	31.4
Sucrosa al 10%	$12.6 \pm 1.4 \times 10^7$	$36.0 \pm 5.8 \times 10^{10}$	28.6

Cuadro 9. Sobrevivencia de rizobios (Cepa CIAT 3101) en turba australiana y colombiana, y en semillas de Stylosanthes capitata.

Origen de la turba	No. rizobios/g de inoculante	No. rizobios/semilla		% Sobrevivencia
		0 días	3 días	
Australiana	$1.74 \times 10^9$	$5.7 \times 10^5$	$2.9 \times 10^5$	50
Colombiana	$1.86 \times 10^9$	$8.0 \times 10^5$	$2.8 \times 10^4$	3.5

Cuadro 10. Efecto de adherente y recubriente en la sobrevivencia de rizobios (Cepa CIAT 3101) en semilla (turba australiana).

Leguminosas	Adherente	Recubrente	Rizobios/semilla	%
			(0 días)	Sobrevivencia en semillas (3 días)
<u>C. macrocarpum</u>	Goma arábica	Roca fosfórica	$9.1 \times 10^5$	26
Capica	Goma arábica	Roca fosfórica	$1.3 \times 10^5$	34
Capica	Goma arábica	Carbón	$3.2 \times 10^5$	26
Capica	Goma arábica	Calcos	$6.8 \times 10^3$	1
Capica	Leche	Carbón	$2.1 \times 10^4$	8
Capica	Melaza	Carbón	$1.9 \times 10^5$	15

Otro problema que ha surgido al usar inoculantes en fincas, es la necesidad de inocular material vegetativo de Arachis pintoi porque aun no se dispone de cantidades suficientes de semilla sexual. Experimentos en Carimagua mostraron que donde se sembraron estolones cada 75 cm en surcos a 75 cm, 1 kg de inoculante/ha fué suficiente para obtener una respuesta a la inoculación. Por ejemplo para 1000 m de surco, se requieren 1400 estolones y 75 g (1 paquete) de inoculante.

En un experimento se compararon dos fuentes de material vegetativo (Pista y Fistulados) y diferentes agentes de suspensión para el inoculante. La Figura 3 muestra que después de 13 semanas los tres agentes de suspensión (agua, goma arábica y melaza) eran efectivos. Sin embargo, el agua dió rendimientos un poco menores, mientras que la melaza fué igual o mejor que la goma arábica, y podría usarse como alternativa para la inoculación de material vegetativo cuando la goma arábica no está disponible.

## II. EL PAPEL DE PRE-CULTIVO, FUENTE DE FOSFORO Y HONGOS MICORRIZOGENOS VESICULO ARBUSCULARES EN EL CRECIMIENTO Y NUTRICION DE ESPECIES DE PASTOS TROPICALES Y EN SISTEMAS DE CULTIVO.

Este proyecto colaborativo con fondos de la CEE fué creado para investigar los efectos de pre-cultivo sobre la dinámica de la población de hongos micorrizógenos vesículo arbusculares (MVA) nativos e introducidos en el posterior crecimiento de leguminosas forrajeras y de grano. Esto cambió el énfasis de trabajos anteriores (CIAT, Informes Anuales 1982-85) sobre inoculación de MVA a la manipulación de poblaciones nativas para el beneficio de pasturas y cultivos dependientes de micorrizas.

La evaluación de ensayos de campo establecidos en Julio de 1986 en dos

sitios de Carimagua, La Pista (24% de arena) y Yopare (40% de arena) continuó a través de 1987.

### Etapa I (Julio 1986 - Abril 1987)

Yuca (cv. MVEN 77), sorgo (cv. 5DX), kudzú tropical, Brachiaria dictyoneura (CIAT 6133) y la asociación kudzú/ B. dictyoneura fueron establecidos como tratamientos originales de pre-cultivo en dos sitios (arenoso y arcilloso). Se inocularon o no se inocularon (+M ó -M) con inoculante MVA de Glomus manihotis y Glomus occultum (1:1), con roca fosfórica Huila (RP) o superfosfato triple (SP) como fuentes de fósforo. Cada pre-cultivo recibió su dosis de fertilizante recomendada; a la vez, kudzú fué inoculado con la cepa de rizobio CIAT 2434. Había 2 testigos de sabana, uno de sabana virgen y el otro recibió la dosis de fertilización del sorgo aplicado al voleo con tratamientos de RP y SP. Había cuatro repeticiones en cada sitio.

### Etapa II (Mayo 1987 - Septiembre 1987)

Las parcelas con tratamientos de pre-cultivo se dividieron en dos (2 x 10 m<sup>2</sup>) la mitad sembrada con la leguminosa caupí (Vigna unguiculata cv. Cabecita negra) y la otra mitad sembrada con la leguminosa forrajera Stylosanthes capitata (CIAT 10280). La mitad de las parcelas de sabana fertilizada de la etapa I se sembró con las leguminosas y los tratamientos se denominaron Sabana-86 (RP/SP) (la otra mitad permaneció como sabana fertilizada); similarmente la mitad de las parcelas de sabana no fertilizada recibió 20 kg/ha de P como RP o SP (denominados sabana-87) y sembradas con caupí y S. capitata (la otra mitad permaneció como sabana no fertilizada). Todos los tratamientos recibieron un aplicación mínima de fertilizante (sin P) para maximizar la posibilidad de observar respuestas directas de infección de MVA y evaluar el posible efecto residual de la

10-12

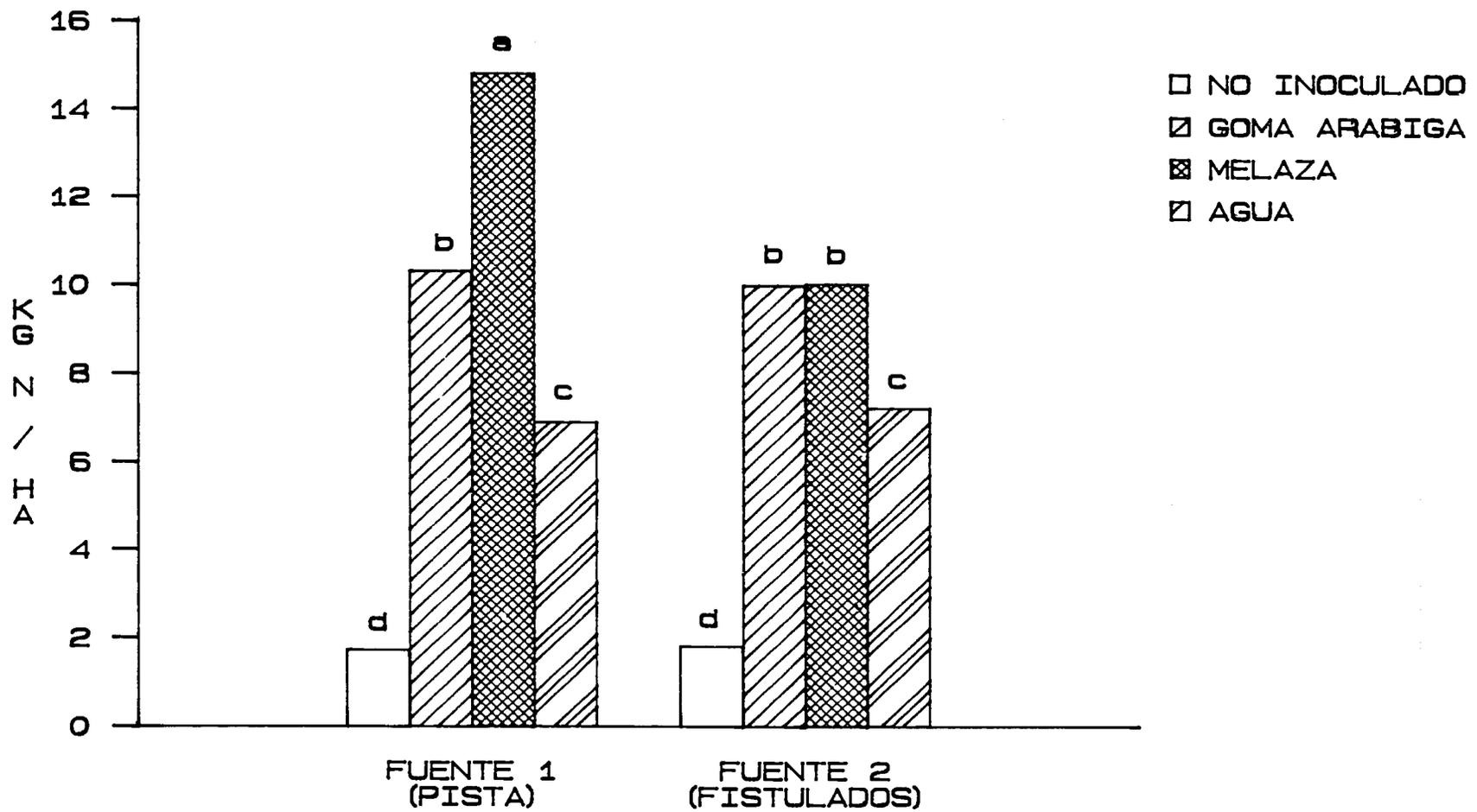


FIG. 3. EFECTO DE LA INOCULACION (CIAT 3101) EN EL RENDIMIENTO DE N DE ARACHIS PINTOI EN CARIMAGUA USANDO DOS FUENTES DE MATERIAL VEGETATIVO Y TRES AGENTES DE SUSPENCION PARA EL INOCULANTE. 13 SEMANAS POST SIEMBRA. LETRAS DIFERENTES REPRESENTAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (DUNCAN  $p=0.05$ )

18

fuelle de RP aplicado en la etapa I. Todos los tratamientos recibieron también la cepa de rizobio CIAT 2434 aplicada por aspersión. En resumen los tratamientos de pre-cultivo fueron los siguientes:

B. dictyoneura

Yuca

Kudzú

Kudzú + B. dictyoneura

Sorgo

Sabana-86

Sabana-87

Nutrición del pre-cultivo, producción e infección por MVA

Etapla I

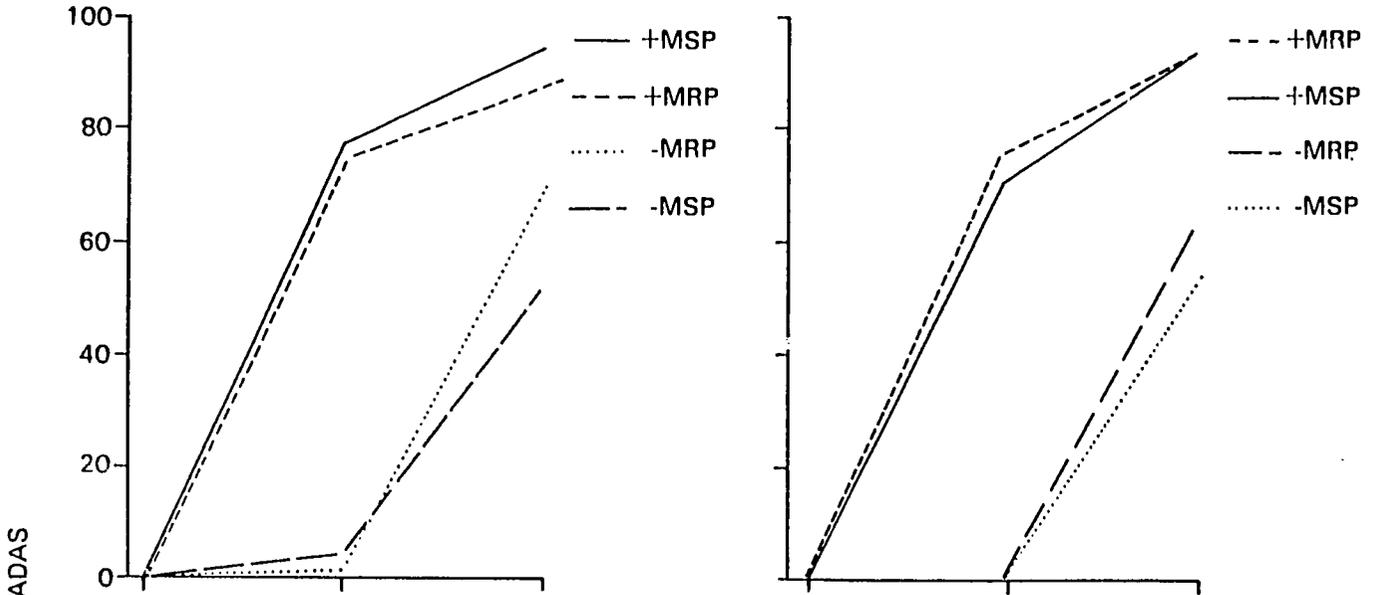
La ausencia total de infección por MVA en raíces de yuca en el tratamiento -M después de 50 días fué asociada con el poco crecimiento de las plantas y el amarillamiento del follaje, especialmente con RP (Figura 4). En esta etapa las plantas +M eran dos veces más altas que las correspondientes plantas -M. A todos los tratamientos se les aplicaron 50 kg N/ha para prevenir la muerte de las plantas en los tratamientos -M. Como consecuencia el crecimiento de las plantas mejoró y paralelamente hubo un incremento rápido de la infección radical de MVA (Figura 4). La ausencia de una infección temprana se debió al número bajo de esporas infectivas de MVA (esporas y fragmentos de raíces) encontradas en esos suelos y el escaso sistema radical de plantas en los tratamientos -MRP, acentuado posiblemente por las lluvias extremadamente altas en Carimagua durante 1986. En contraste, kudzú en los tratamientos -M (Figura 4), B. dictyoneura y sorgo (RP/SP) se infectaron rápidamente después de la germinación debido a sus sistemas radicales más extensos, aunque la infección fué en general significativamente menor que en raíces de plantas en los tratamientos +M (Figura 4). Sin embargo las plantas de kudzú +M produjeron significativamente más que las plantas -M después de 14 semanas

en Yopare; el mismo efecto aunque no significativo se notó en La Pista (Cuadro 11). Iguales resultados se registraron para kudzú en asociación. La producción de follaje en B. dictyoneura +M fué también mayor que en plantas -M después de 14 semanas pero este efecto no fué significativo. Al igual que en yuca, en sorgo -MRP se notó menos crecimiento en comparación con plantas +M 50 días después de la siembra. Esto fué mejorado con la segunda parte de la aplicación dividida de N y K. No obstante la diferencia entre los dos tratamientos se vió en los datos de la cosecha final (Octubre 1986) donde las plantas +M (RP) produjeron significativamente más semilla que las plantas -M (Cuadro 12). Las respuestas tempranas a inoculación en yuca disminuyeron en la cosecha final 10 meses después (Abril 1987), sin embargo las plantas +M produjeron significativamente más estacas por planta (SP), plantas más altas, mayor cantidad total de raíces (SP) y mayor peso de raíces (RP) (Cuadro 13). En esta fecha no hubo diferencias significativas en producción entre tratamientos de B. dictyoneura solo o en asociación. Similarmente sucedió con kudzú, aunque las plantas con SP produjeron significativamente más que plantas con RP. La falta de manifestación del efecto de inoculación de MVA después de 6-9 meses coincide con trabajos anteriores (CIAT TPP Informes Anuales 1984-85) que mostraron resultados similares con kudzú y Andropogon gayanus en Carimagua. Se debe notar, sin embargo, que se incrementó significativamente la toma de todos los elementos nutritivos por plantas de kudzú +M con SP en las primeras dos cosechas en Yopare (Cuadro 14). El efecto del incremento significativo de la toma de N por plantas de kudzú +M con SP en Yopare se refleja en la alta concentración de este elemento en la parte aérea. Trabajos recientes sugieren que esta respuesta sinérgica a inoculación con MVA y rizobios es debida al incremento del suministro de nutrientes como P por los hongos a

INFECCION DE YUCA

LA PISTA

YOPARE



INFECCION DE KUDZU

LA PISTA

YOPARE

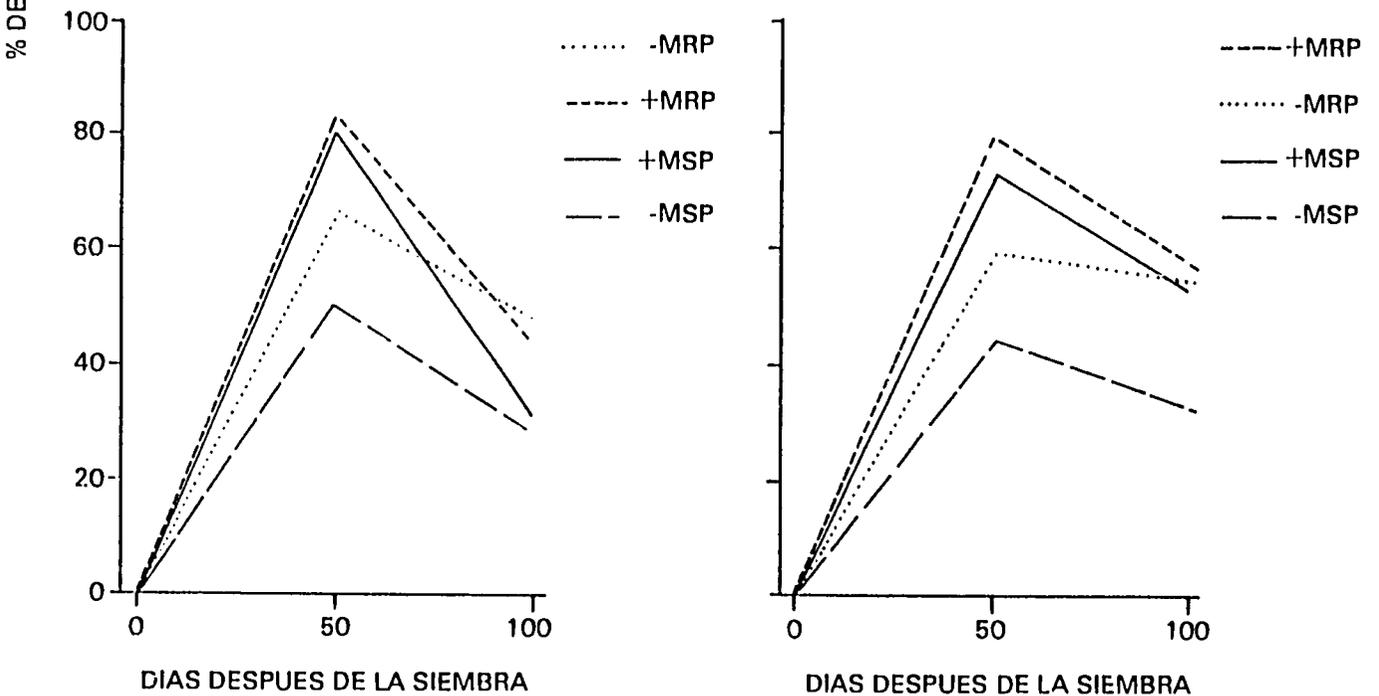


Figura 4. Porcentaje de longitud de raíces infectadas de yuca y kudzu, hasta 100 días después de la siembra en la Pista y Yopare.

Cuadro 11. Rendimientos de peso seco (kg ha<sup>-1</sup>) en follaje de kudzú después de 14 semanas en La Pista y Yopare.

Tratamiento	La Pista	Yopare <sup>a</sup>
+ MRP	585b*	460c*
- MRP	440b	215d
+ MSP	2350a	1533a
- MSP	1953a	863b

a - Establecimiento pobre debido al promedio antes citado de lluvia entre Mayo y Julio de 1986.

\* - Promedios dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

RP = Roca Fosfórica

SP = Superfosfato

+M = con inoculación por MVA

-M = sin inoculación por MVA

Cuadro 12. Rendimientos de peso seco de sorgo (kg ha<sup>-1</sup>) con datos combinados de grano y follaje en La Pista y Yopare.

Tratamiento	Semilla	Follaje
+ MRP	1023b*	1595b
- MRP	375c	1688b
+ MSP	2648a	2713a
- MSP	2428a	2445a

\* - Promedios dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

Cuadro 13. Datos combinados de La Pista/Yopare de la última cosecha de yuca después de 10 meses de crecimiento.

Trata- miento	Altura (cm)	No.estacas por planta	Raíces comerciales	Raíces totales	Peso fresco del follaje (kg)	Peso fresco de la raíz (kg)	Peso seco de la raíz (kg)
- MRP	102c	1.0c	18c	37c	4.6b	8.8c	3.0c
+ MRP	114b	1.2c	21cb	48c	5.1b	11.4b	3.8b
- MSP	121ab	2.3b	31a	72t	9.1a	18.0a	5.8a
+ MSP	129a	2.9a	26ab	103a	10.2a	19.5a	6.2a

\* Promedios dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

Cuadro 14. Contenido de nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en el follaje de Kudzú durante la Etapa I en Yopare.

Nutriente	Tratamiento	14 semanas	31 semanas	Total
N	- MRP	5.75 d*	27.68 ab	33.53 c
	+ MRP	14.10 c	24.34 b	38.44 c
	- MSP	23.00 b	31.72 ab	54.72 b
	+ MSP	43.80 a	36.58 a	80.38 a
P	- MRP	0.50 d	1.07 ab	1.57 c
	+ MRP	0.65 c	0.80 b	1.45 c
	- MSP	1.18 b	1.35 a	2.53 b
	+ MSP	2.32 a	1.46 a	3.78 a
K	- MRP	1.85 c	9.98 a	11.83 c
	+ MRP	4.25 bc	10.32 a	14.57 bc
	- MSP	6.75 b	9.29 a	16.04 b
	+ MSP	11.50 a	9.51 a	21.01 a
Ca	- MRP	2.02 d	5.50 ab	7.52 c
	+ MRP	4.19 c	4.45 b	8.64 c
	- MSP	8.20 b	7.06 a	15.26 b
	+ MSP	12.41 a	6.04 ab	18.45 a
Mg	- MRP	0.45 d	2.05 a	2.50 d
	+ MRP	1.05 c	2.05 a	3.10 c
	- MSP	1.80 b	2.18 a	3.98 b
	+ MSP	2.75 a	2.66 a	5.41 a

\* Promedios dentro de una columna con letras diferentes (para cada nutriente) son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

los nódulos como también a la toma de N posiblemente como  $\text{NH}_4$  del suelo. Este efecto observado frecuentemente en leguminosas forrajeras merece estudios adicionales en suelos más arenosos en Carimagua, como Yopare y Alegría, donde la dependencia de la simbiosis con MVA parece ser mayor.

#### Etapa II (Siembra de 1987)

No se observaron efectos significativos de inoculación de MVA o fuente de P aplicados en los pre-cultivos en el crecimiento vegetativo de caupí y S. capitata. Sin embargo plantas de caupí con SP produjeron significativamente más semilla que las que recibieron RP en todos los pre-cultivos. Los efectos del pre-cultivo fueron mucho más marcados. Los resultados presentados aquí representan por lo tanto solamente los efectos de tratamientos de los pre-cultivos. Todos los tratamientos de pre-cultivo incrementaron significativamente los niveles de infección de MVA en las raíces de ambas leguminosas en comparación con los controles de sabana (Cuadro 15). Esto se reflejó en los resultados de la cosecha de las dos leguminosas donde la producción de peso fresco de los controles de sabana (86/87) fueron significativamente menores que los de yuca, kudzú y sorgo (Cuadro 16). El mejor crecimiento de las leguminosas después de cultivar yuca y sorgo puede explicarse en términos de la alta fertilización inicial en etapa I (cal, P y N) en comparación con la especie B. dictyoneura. Sin embargo, esta gramínea recibió la misma fertilización que kudzú, y comparándola con kudzú parece que tuvo un efecto inhibitorio sobre el crecimiento posterior de las leguminosas (Cuadro 16) lo cual no puede explicarse en términos de infección de la MVA (Cuadro 15) ni de la nodulación. Un análisis de suelo de las parcelas con kudzú y B. dictyoneura revela poca diferencia en niveles de nutrientes, aparte de niveles más altos de  $\text{NO}_3\text{N}$  en suelo de kudzú. Existe

la posibilidad de que ciertas braquiarias puedan inmovilizar N (ver CIAT PPT Informe Anual Sección Microbiología 1986), alterar la microflora del suelo, producir toxinas o cambiar de alguna manera el ambiente del suelo, lo cual es detrimental para el crecimiento posterior de la leguminosa.

#### Efectos de pre-cultivo sobre la población de esporas de MVA

Las Figuras 5 a 9 muestran los cambios en poblaciones totales de esporas de MVA y de especies individuales a través de un periodo de 15 meses en los primeros 20 cm de suelo bajo tratamientos de diferentes cultivos y sabana. Los resultados presentados son los promedios de datos combinados para tratamientos de RP y SP en cada tratamiento de los pre-cultivos. La inoculación con MVA incrementó el número total de esporas en el suelo en ambos sitios después de 5 meses en comparación con el control de sabana fertilizado (RP/SP) (Figuras 5 y 6). El sorgo, sin embargo, fué especialmente eficiente en incrementar el número de esporas en la Pista en parcelas -M debido principalmente al estímulo de cepas nativas de G. occultum y/o Acaulospora myriocarpa (Figura 7). Similarmente las parcelas +M contenían una proporción alta de G. occultum, probablemente el aislamiento usado en el inoculante original. En Yopare, kudzú produjo la mayor población de esporas en parcelas -M. Yuca incrementó selectivamente el aislamiento de G. manihotis introducido en parcelas +M en ambos sitios (Figura 8). Debe notarse que plantas de yuca -M con SP estimularon la producción de esporas a Acaulospora appendicula en ambos sitios después de cinco meses.

Después de 10 meses (Abril 1987) al final del periodo seco, la población de esporas había disminuido dramáticamente en ambos sitios y en ambos tratamientos +M y -M, efecto notado también en las sabanas de Kenya

Cuadro 15. Porcentaje de infección (% I) del sistema radicular de Caupí y Stylosanthes seis semanas después de la siembra - Análisis de datos combinados de La Pista/Yopare.

<u>Stylosanthes</u>	% I	Caupí	% I
Kudzú/ <u>Brachiaria</u>	58 a *	Kudzú/ <u>Brachiaria</u>	65 a
Kudzú	5 a	Yuca	65 a
<u>Brachiaria</u>	54 a	<u>Brachiaria</u>	62 a
Yuca	50 ab	Kudzú	61 a
Sorgo	45 b	Sorgo	57 a
Sabana - 87	36 c	Sabana - 86	47 b
Sabana - 86	31 c	Sabana - 87	43 b

\* Promedios dentro de una columna con letra diferente son significativamente diferentes (P < 0.05).

Cuadro 16. Peso fresco de follaje de caupí (6 semanas) y grano (10 semanas) y follaje de Stylosanthes (13 semanas) después de tratamientos de pre-cultivo ( $g\ m^{-1}$ ) - Análisis de datos combinados de La Pista/Yopare.

Tratamiento de pre-cultivo	Caupí		Tratamiento de pre-cultivo	Follaje de <u>Stylosanthes</u>
	Follaje	Grano		
Sorgo	250 a *	63 b	Kudzú	413 a
Yuca	211 b	81 a	Yuca	409 a
Kudzú	184 bc	82 a	Sorgo	329 b
Kudzú/ <u>Brachiaria</u>	158 cd	47 c	Sabana-87	228 c
<u>Sabana-87</u>	131 de	48 c	Kudzú/ <u>Brachiaria</u>	228 c
<u>Brachiaria</u>	127 de	38 cd	<u>Sabana-86</u>	219 c
<u>Sabana-86</u>	111 e	31 d	<u>Brachiaria</u>	216 c

\* Promedios dentro de una columna con letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

(Newman et al, 1986)<sup>1</sup> (Figuras 5-9).

Después de 15 meses (después de Septiembre 1987), después de la cosecha de caupí, el número total de esporas había disminuido aún más en la Pista. Sin embargo todos los pre-cultivos mantuvieron mayores poblaciones que los controles de sabana sembrados con caupí y la sabana nativa, aún en las parcelas -M (Figuras 5 y 6). En Yopare la producción de esporas después de caupí fué mayor que en la Pista; con kudzú se mantuvo la mayor población total seguida por sorgo en ambos tratamientos +M y -M (Figuras 5 y 6). Las parcelas con kudzú +M contenían una cantidad considerable de esporas de E. colombiana/A. mellea/A. morrowae (morfológicamente muy similares) en ambos sitios (Figura 9).

Glomus occultum parece ser la más resistente de las dos especies introducidas en términos de sobrevivencia de esporas en ambos sitios (Figuras 7 y 8). Sin embargo la ausencia de esporas no significa necesariamente la ausencia completa de la especie, ya que los fragmentos de raíces infectadas generalmente constituyen la fuente principal de inóculo de MVA en el campo.

Este trabajo indicó un cierto grado de especificidad de la planta para especies de MVA en poblaciones nativas e introducidas. Esto se confirmó en otro experimento por muestreo de leguminosas en un ensayo establecido por la sección de agronomía en Yopare, Carimagua durante 1986. Diez leguminosas forrajeras diferentes y la sabana nativa fueron muestreadas en

<sup>1/</sup> Newman, E.I., Child, R.D. and Patrick, C.M. (1986). Mycorrhizal infection in grasses of Kenyan savanna. Journal of Ecology, 74, 1179-1183.

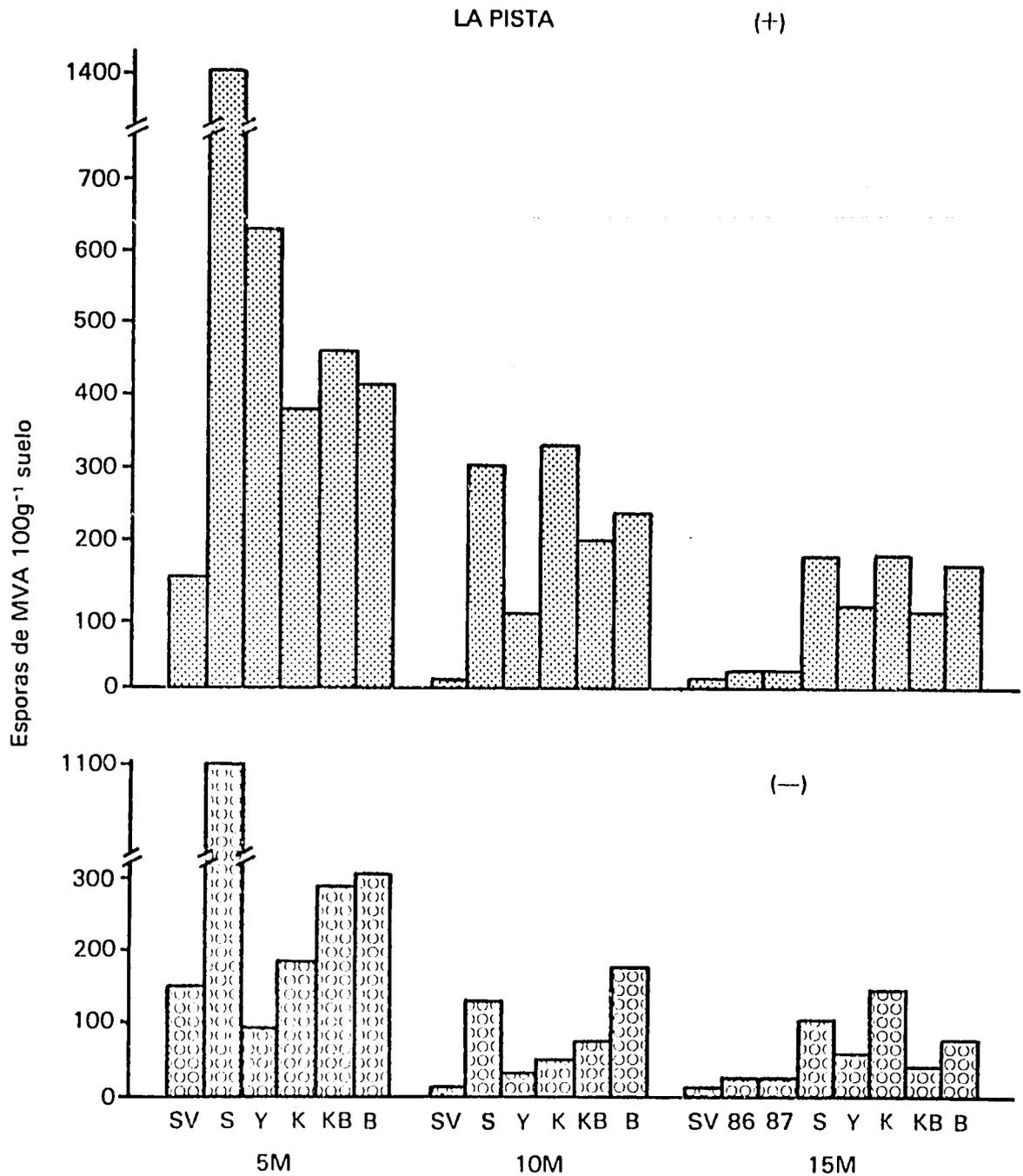
Agosto de 1987 para investigar las poblaciones de esporas de MVA en el suelo. Los resultados muestran que cerca del 50% de la población de esporas en suelo por debajo de Tadehagi triquetrum (CIAT 13276) consistía de Scutellospora heterogama. Stylosanthes guianensis var. pauciflora (CIAT 2031) y Desmodium incanum (CIAT 13032) tenían 88% y 74% de su población de esporas constituidas de G. occultum. Todas las plantas muestreadas tenían un número total de esporas mayor que el control de sabana nativa. Las tres Centrosema spp. muestreadas, C. acutifolium (CIAT 5277), C. arenarium (CIAT 5236) y C. brasilianum (CIAT 5234) soportaron poblaciones de esporas casi idénticas en número y especie.

El aspecto de "cantidad vs. calidad" de poblaciones de MVA manipuladas necesita investigaciones adicionales puesto que aún no se sabe si solamente un incremento de la población total de MVA es suficiente para que los cultivos siguientes se beneficien al máximo de la simbiosis, o si estimulando especies individuales más eficientes de la población de MVA podría incrementarse la respuesta a la infección de MVA. Investigaciones futuras deben averiguar el efecto de incrementar el número de especies individuales en las poblaciones nativas, en suelo no estéril, seguido por ensayos de evaluación de la efectividad de las especies manipuladas con plantas dependientes de MVA tales como yuca y leguminosas forrajeras (ej kudzú). Alguna información ya está disponible de estudios anteriores de CIAT (Informes Anuales 1982-85). Esto tendría que hacerse en diferentes tipos de suelos, pero podría iniciarse con estudios de invernadero. Determinar cual planta hospedera estimula cuales especies de MVA en diferentes suelos podría efectuarse por muestreo de ensayos de campo y cultivos en fincas y pasturas ya establecidas.

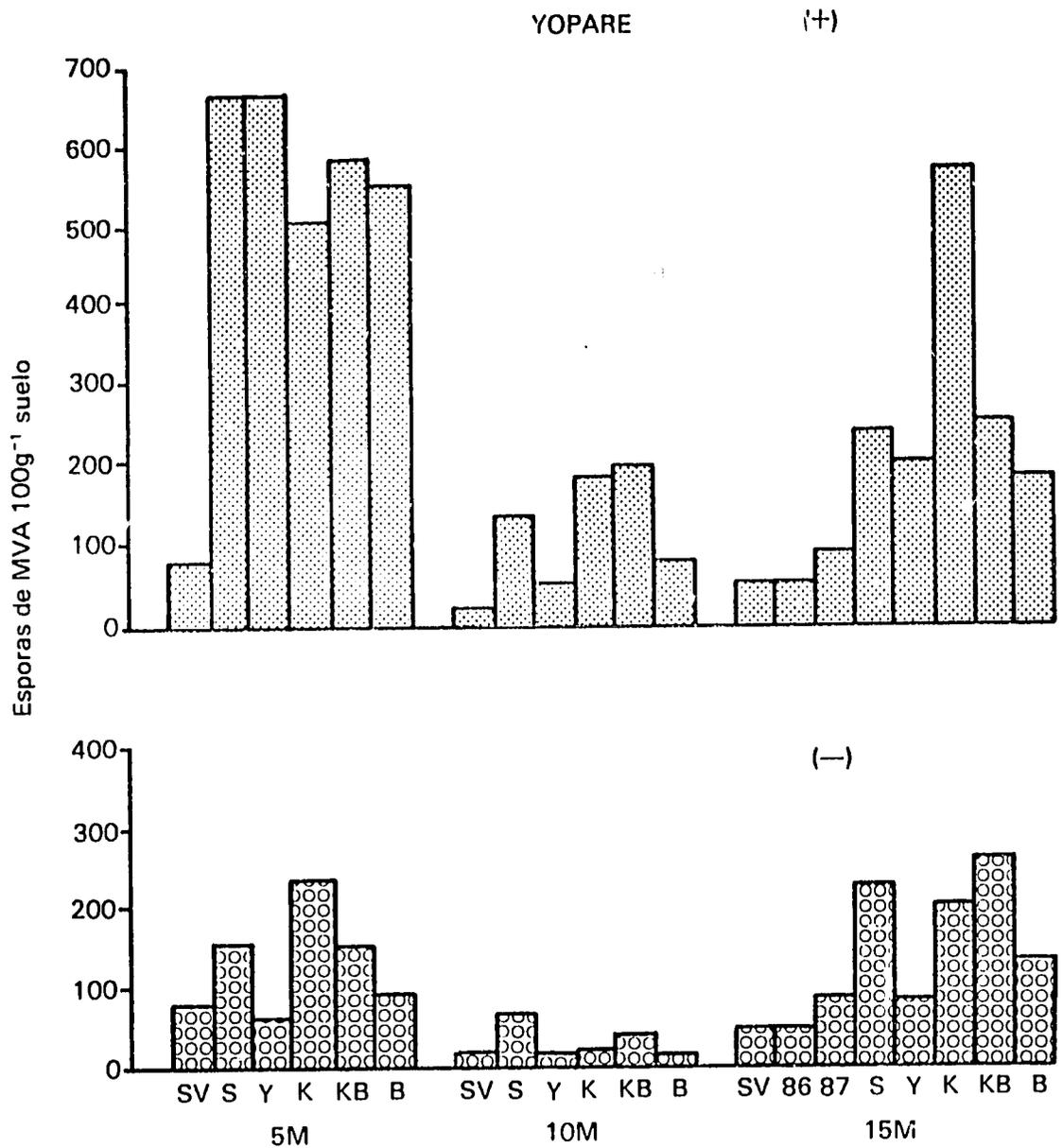
LEYENDA

FIGURAS 5 - 9

(+)	Inoculado con MVA
(-)	No inoculado
SV	Sabana sin disturbar, fertilizada (RP/SP)
S6	Sabana fertilizada (RP/SP) en 1986 y sembrada
S7	Sabana fertilizada (RP/SP) rn 1986 y sembrada
S	Sorgo
Y	Yuca
K	Kudzú
KB	Kudzú/ <u>B. dictyoneura</u>
B	<u>B. dictyoneura</u>
5M	5 meses
10M	10 meses
15M	15 meses



**Figura 5. Número total de esporas aisladas del suelo en tratamientos con cultivos previos, durante el período Julio 1986 - Septiembre 1987 en La Pista, Carimagua.**



**Figura 6. Número total de esporas aisladas del suelo en tratamientos con cultivos previos durante el período Julio 1986 - Septiembre 1987 en Yopare, Carimagua.**

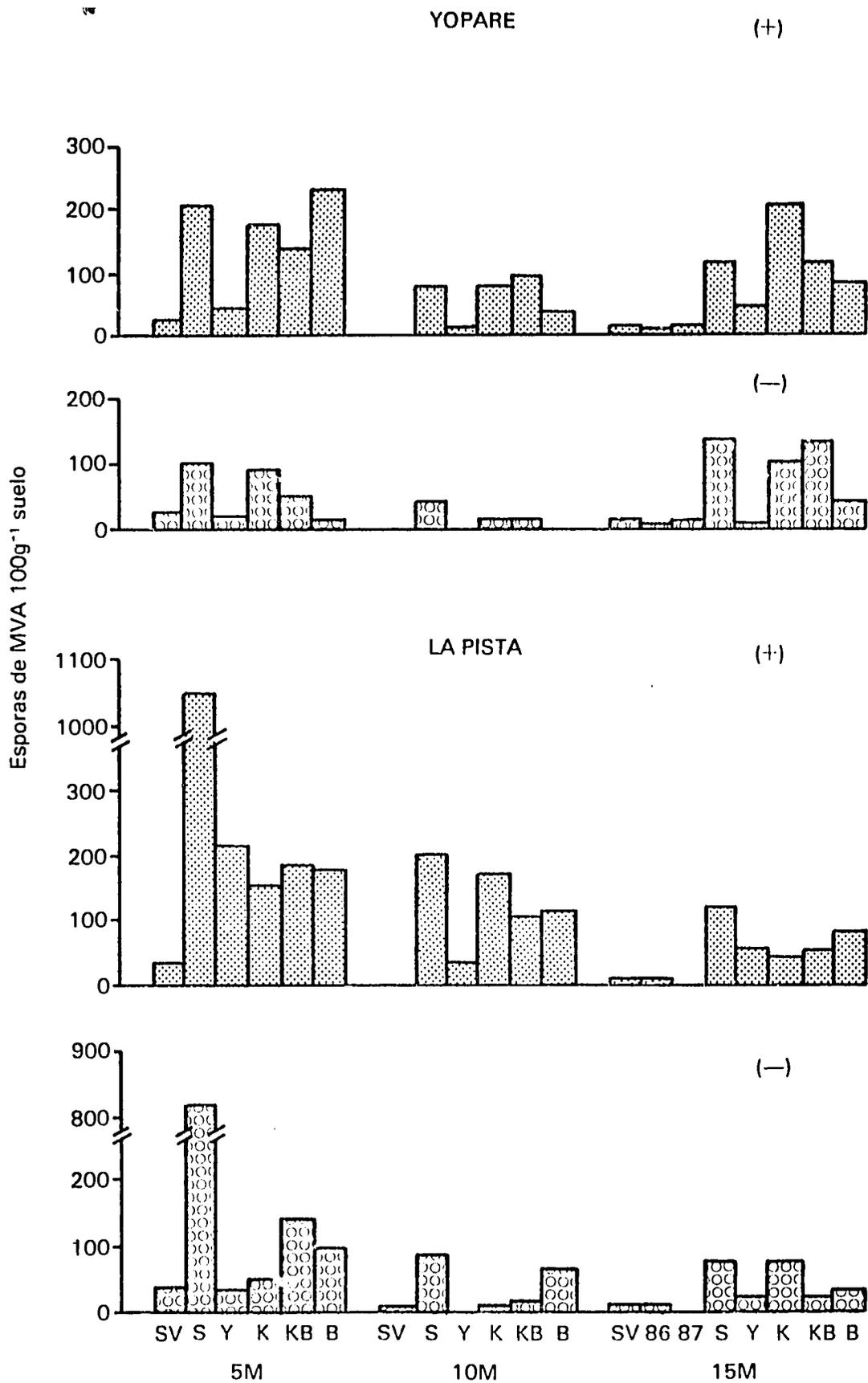
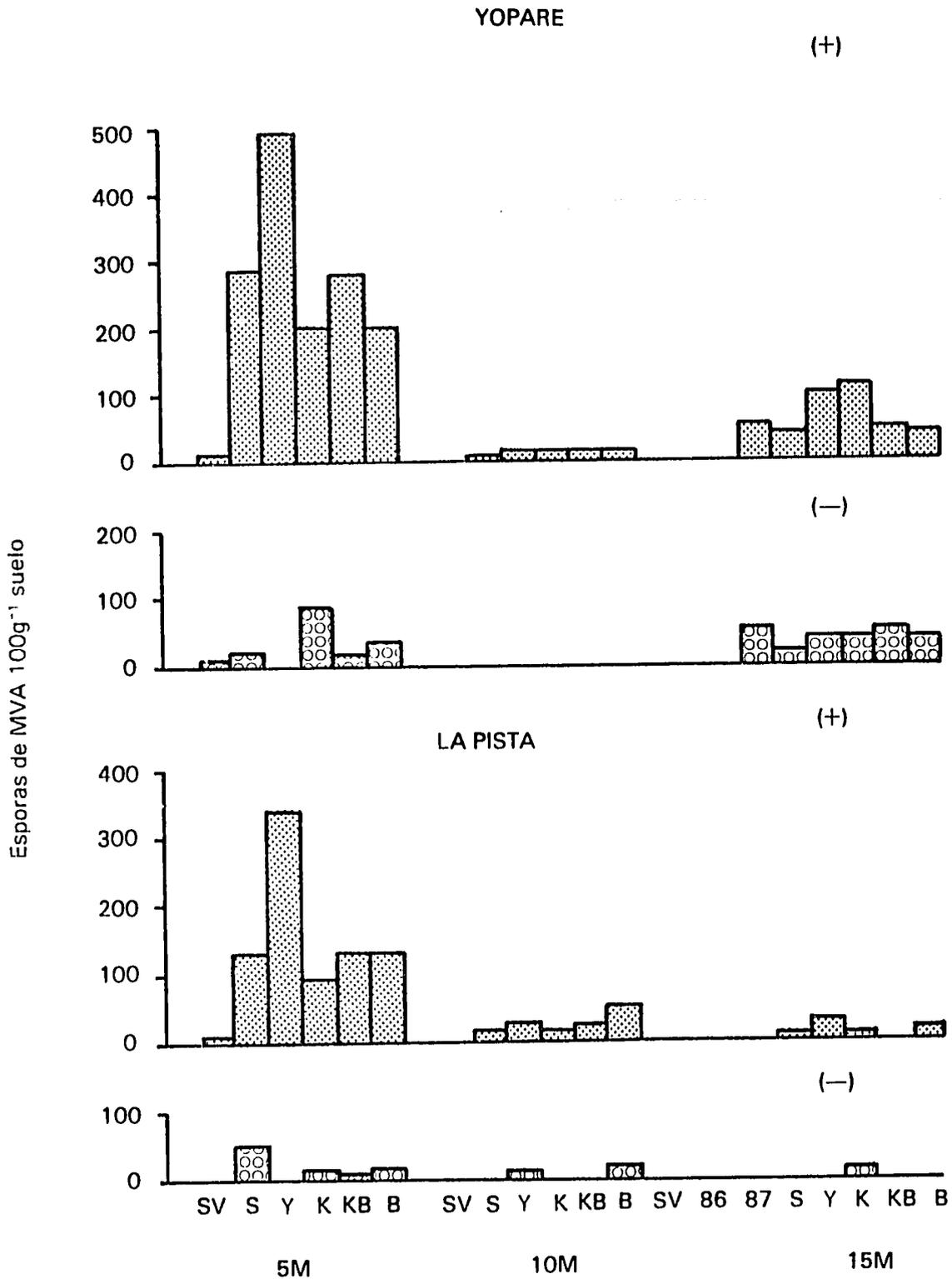
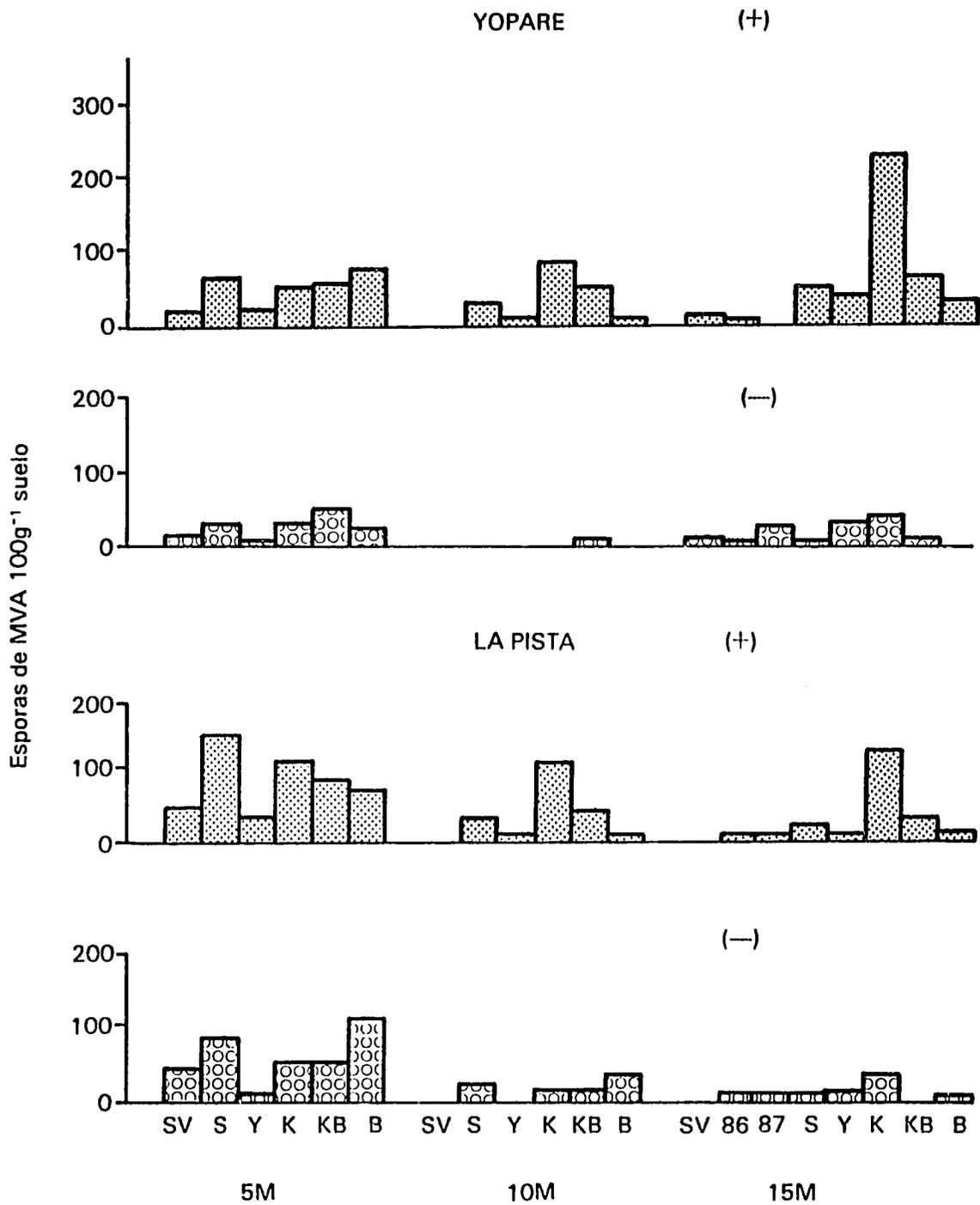


Figura 7. Número de esporas de *Glomus occultum*/*A. myriocarpa* aisladas del suelo en tratamientos con cultivos previos durante el período Julio 1986 - Septiembre 1987 en La Pista y Yopare, Carimagua.



**Figura 8.** Número de esporas de *Glomus manihotis* aisladas del suelo en tratamientos con cultivos previos durante el período Julio 1986 - Septiembre 1987 en La Pista y Yopare, Carimagua.

202



**Figura 9.** Número de esporas de *Entrophospora colombiana*, *Acaulospora mellea* y *Acaulospora morrowae* aisladas del suelo en tratamientos con cultivos previos durante el período Julio 1986 - Septiembre 1987 en La Pista, Yopare, Carimagua.

## Manipulación vs. Inoculación

Estos resultados sugieren que el pre-cultivo podría cambiar e incrementar las poblaciones nativas de MVA en suelos infértiles y ácidos de las sabanas tropicales de América. El sorgo puede incrementar las poblaciones de esporas y producir suficiente inóculo en el suelo para incrementar la infección con MVA en el cultivo siguiente aún con una estación seca de cuatro meses. Este, en lugar de kudzu, podría considerarse como un cultivo potencial para abrir ecosistemas de sabana en pequeña escala, para mejorar al establecimiento temprano y crecimiento subsiguiente de especies de pasturas introducidas. La inoculación de leguminosas forrajeras con inoculantes combinados de rizobios y MVA eficientes sería más apropiado para los sistemas de subsistencia de fincas pequeñas de áreas tales como Mondomo, Cauca, también en suelos ácidos. Con el incremento del interés en sistemas integrados cultivos/pastos en esos suelos pobres, ambas estrategias (la manipulación y la inoculación de hongos MVA) deben considerarse dignos de incorporar en prácticas agronómicas para ayudar al crecimiento y establecimiento de cultivos y/o leguminosas forrajeras dependientes de MVA.

### III. FACTORES QUE AFECTAN LA FIJACION DE N<sub>2</sub> Y LAS TASAS DE MINERALIZACIÓN EN SUELOS DE SABANA

Un experimento diseñado para medir las tasas de mineralización de N en suelo por debajo de Brachiaria humidicola, B. dictyoneura y B. decumbens, en cultivo puro con y sin fertilización nitrogenada, en asociación con Arachis pintoii, y de Arachis pintoii solo mostró tasas muy bajas en todos los tratamientos. El único tratamiento mostrando niveles apreciables de mineralización fué tierra arada y libre de plantas. El objetivo de este ensayo fué confirmar resultados anteriores

que mostraron tasas mayores de mineralización en suelo de B. decumbens que de B. humidicola fertilizados con N, que las leguminosas estimulan las tasas de mineralización, y determinar si B. dictyoneura inhibe la mineralización al igual que B. humidicola. Sin embargo, debido a las bajas tasas de mineralización observadas en 1987, será necesario conducir más estudios antes de tomar conclusiones definitivas sobre estos efectos.

Por el otro lado, en un sitio diferente (Fistulados) se mostró que A. pintoii estimulaba la mineralización, mientras B. humidicola lo inhibía, confirmando las observaciones previas. En una mezcla de B. humidicola con A. pintoii se observaron tasas intermedias.

Estos datos implican un papel adicional e importante para la leguminosa en pasturas asociadas. Parece que las gramíneas puras y sin fertilización nitrogenada, tienden a inmovilizar el N orgánico en el suelo, y vuelven deficientes en N, aun cuando los niveles de N total en el suelo son altos. Aparentemente la leguminosa puede estimular el reciclaje de N, además de, o debido a su habilidad de fijar N<sub>2</sub>. La diferencia en rendimiento de N entre gramíneas puras y en asociación con leguminosas puede entonces ser mayor que la cantidad de N fijada por la leguminosa. En este caso, la contribución de la leguminosa al rendimiento sostenido de la pastura se debería sólo en parte a la fijación biológica de nitrógeno. Esta observación puede explicar la degradación de pasturas de gramíneas puras aun en suelos que aparentemente no carecen de N.

Se espera que se dará más énfasis a esta área de investigación en el futuro, así como una evaluación en fincas de inoculantes rizobiales y de MVA.

## 11. SUELOS/NUTRICION DE PLANTAS

El objetivo general de la sección ha sido fundamentalmente lograr un uso más eficiente de los nutrientes esenciales en el establecimiento y mantenimiento de pastos. Durante 1987 la investigación se concentró en tres aspectos: (1) Uso eficiente del P en el establecimiento de gramíneas y leguminosas en categorías avanzadas. (Los resultados están incluidos en el informe de la Sección Desarrollo de Pasturas por ser un trabajo colaborativo). (2) Desarrollo de metodología de evaluación para la cuantificación de las ganancias y pérdidas de nutrientes en pasturas, y (3) determinación de factores y estrategias para la recuperación de pasturas degradadas.

### RECICLAJE DE NUTRIENTOS EN PASTURAS (METODOLOGIA DE EVALUACION)

En el Informe Anual de 1986 se presentaron los resultados de la asociación de A. gayanus cv. Carimagua 1 y S. capitata cv. Capica en Carimagua. Los principales cambios en disponibilidad de forraje, disponibilidad de nutrientes en el forraje al comienzo y finalización de cada período de ocupación y las ganancias y pérdidas a través de los residuos vegetales, se atribuyeron principalmente al manejo animal, expresado en términos de carga animal, y no a la fertilización potásica de mantenimiento. Durante 1987 el área experimental y la zona aledaña fueron fuertemente afectadas por un encharcamiento constante debido a un nivel freático alto que obligó a la suspensión total de actividades a partir del mes de Julio.

Con base en la experiencia de Carimagua se montó otro estudio en la estación de Quilichao. Para este ecosistema se consideraron cuatro situaciones: a) Pastura asociada (A. gayanus 621 + C. macrocarpum 5713); b) gramínea mejorada (B. dictyoneura 6133); c) gramíneas nativas (Paspalum sp.); y d) suelo desnudo. El manejo del pastoreo para cada caso se consideró como integral de la situación a estudiar. Para la pastura asociada se consideró un lote de la sección de Calidad y Productividad de Pasturas en donde se tiene un manejo flexible con una presión baja de pastoreo. Para la gramínea mejorada se tomó una carga media con un sistema rotacional de siete días de ocupación por veintiuno de descanso. El pastoreo en la gramínea nativa es intermitente u ocasional y obviamente no hay pastoreo en la condición de suelo desnudo. El objetivo principal de este estudio es determinar los cambios producidos a través del tiempo en el "pool" de nutrientes en diferentes compartimentos, en tal forma de poder cuantificar posibles ventajas de las pasturas asociadas en términos de productividad y estabilidad.

### ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS EN AREAS DEGRADADAS

En colaboración con ICA, CVC y el Fondo Ganadero del Valle del Cauca se evaluó en diez fincas localizadas en las regiones de Mondomo (1500 msnm) y Pescador (1600 msnm) en el Departamento del Cauca, el efecto de

localidad o sitio, manejo previo del suelo, pendiente del terreno y aplicación de fertilizantes sobre el establecimiento de las gramíneas B. decumbens 606, B. dictyoneura 6133 y B. humidicola 679, asociados cada una con las leguminosas A. pintoi 17434 y D. ovalifolium 350. La siembra de las gramíneas y de A. pintoi 17434 se efectuó con material vegetativo, en tanto que la de D. ovalifolium 350 se hizo por semilla. Se utilizó un patrón de siembra por sitios a distancias de 80 cm entre plantas, intercalando la gramínea con la leguminosa. La fertilización consistió en 20 kg P/ha, 20 kg Mg/ha y 20 kg S/ha, aplicada en forma localizada en los sitios de siembra. En la casi totalidad de las fincas el crecimiento de las leguminosas fue muy pobre, razón por la cual sólo se evaluó el comportamiento de las gramíneas. Para facilitar la presentación de los resultados, se tomaron las dos fincas extremas en términos de acidez y fertilidad de los suelos (Las Lajas y El Socorro), más otra correspondiente a un término medio (Mano de Oso) dentro de la región. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de la historia y pendiente del terreno de los tres suelos. El Cuadro 2 presenta algunas de las propiedades químicas de la capa superficial del suelo. Se puede observar claramente que los tres suelos presentaban altas concentraciones de azufre disponible y muy baja disponibilidad de fósforo. El suelo de Las Lajas resultó ser el más ácido y el más pobre en contenido de materia

orgánica. El suelo de Mano de Oso presentó el mayor porcentaje de saturación por aluminio (90%), en tanto que el suelo de El Socorro, no presentó limitaciones por aluminio intercambiable.

Los resultados obtenidos a las 12, 16 y 20 semanas expresados en términos de cobertura alrededor del sitio de siembra y en los espacios intermedios, se muestran en las Figuras 1 y 2. Se observó un notorio efecto del tipo de suelo sobre el crecimiento en las tres gramíneas. El suelo de El Socorro permitió un crecimiento más vigoroso alrededor del sitio de siembra. En el suelo de Las Lajas, altamente degradado, el crecimiento fue muy lento. El B. decumbens 606 fue la gramínea de mayor crecimiento y también la que más respondió al fertilizante aplicado. El comportamiento de B. dictyoneura 6133 fue similar al de B. humidicola 679 en los tres sitios y respondió al fertilizante aún en el caso del suelo de El Socorro en donde B. humidicola 679 no respondió a la fertilización. La cobertura de las tres gramíneas (Figura 2) de los espacios intermedios como resultado del avance de los estolones fue más notorio en B. dictyoneura 6133 y B. humidicola en el suelo de El Socorro. En el suelo de Las Lajas, en ausencia de fertilizante, no hubo avance de las gramíneas como tampoco de las malezas. Estos primeros resultados sugieren que: 1) Las tres gramíneas se adaptan a la mayoría de los suelos de la región; 2) en general, la aplicación de

Cuadro 1. Historia de uso y pendiente del terreno de tres suelos de la región de Mondomo y Pescador (Cauca).

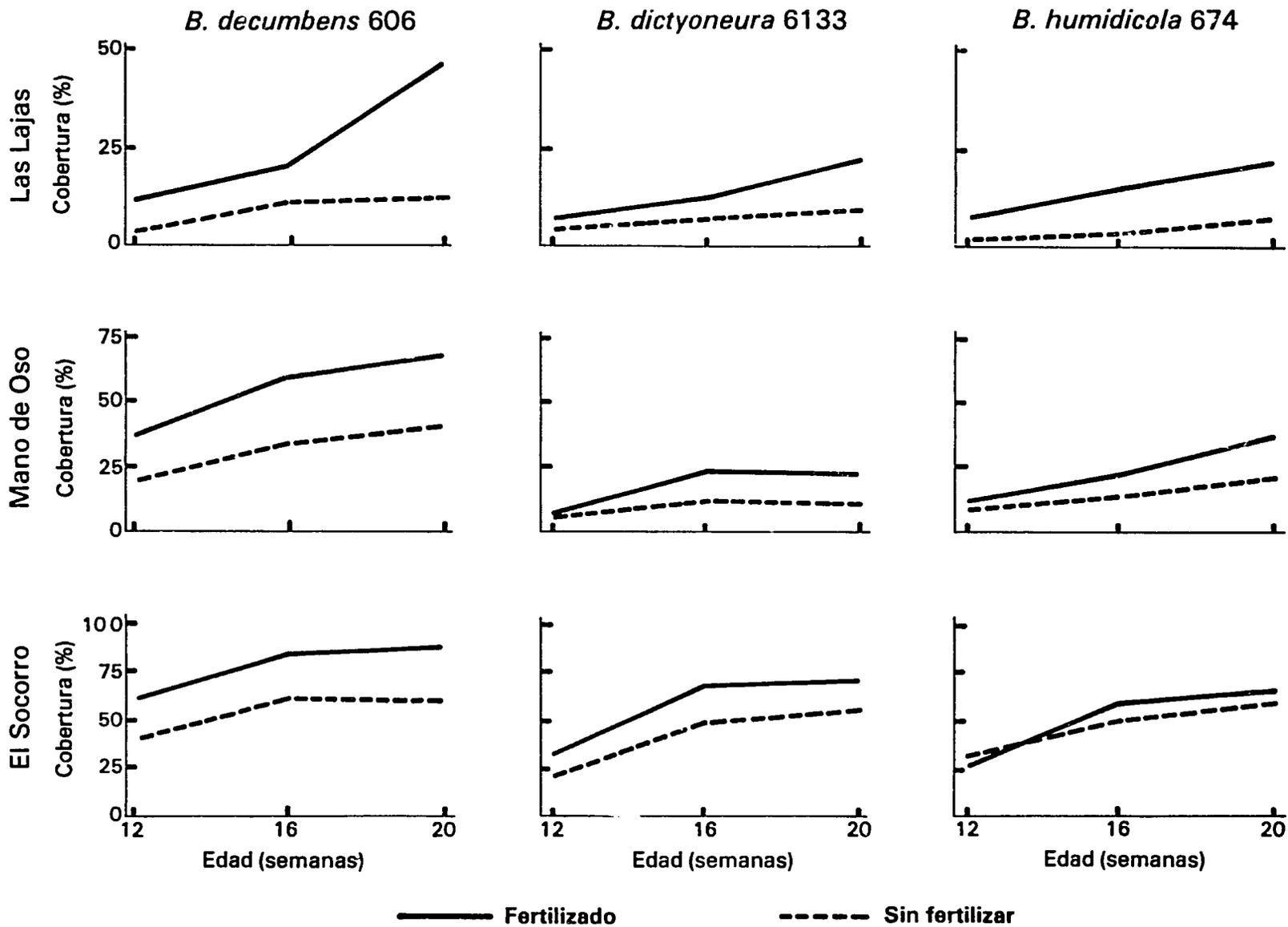
Finca-Suelo	Uso anterior	Duración (años)	Pendiente (%)
Las Lajas	Yuca	2	25-50
Mano de Oso	Rastrojo	5	25-50
El Socorro*	Yuca fertilizada	1	25-50

\* Pescador.

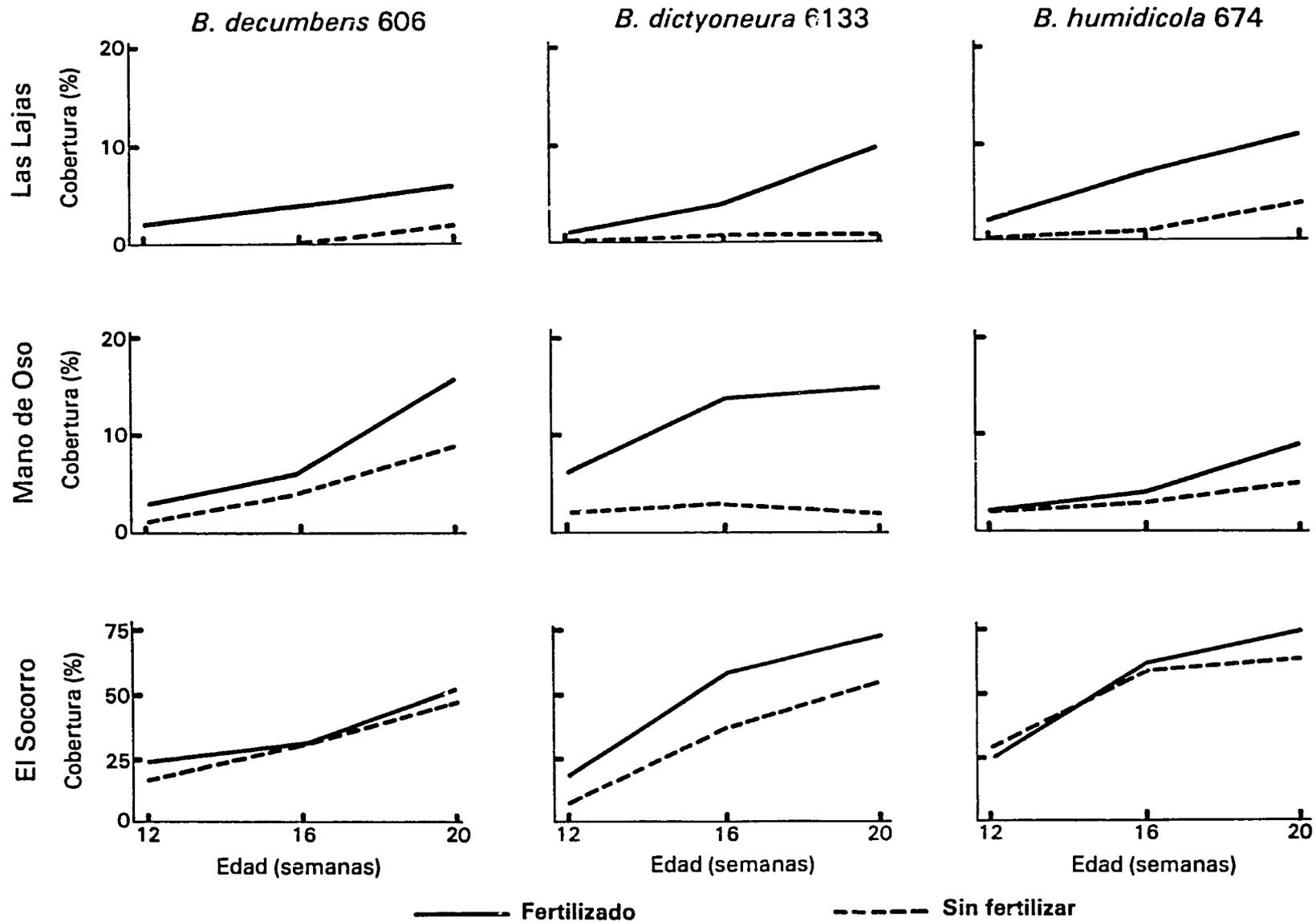
Cuadro 2. Propiedades químicas de la capa superficial (0-20 cm) de tres suelos ácidos de la región de Mondomo y Pescador (Cauca).

Finca-Suelo	pH	MO %	P (BrayII) ppm	S ppm	Ca	Mg	K	Al	Sat.Al. %
					meq x 100 g <sup>-1</sup>				
Las Lajas	4.3	2.8	1.2	97	0.48	0.30	0.11	3.2	80
Mano de Oso	4.6	4.5	1.5	73	0.27	0.14	0.04	3.6	90
El Socorro*	5.2	8.4	1.9	186	1.8i	0.20	0.12	0.3	13

\* Pescador.



**Figura 1. Cobertura de tres especies de gramíneas alrededor del sitio de siembra en suelos ácidos del norte del Cauca.**



**Figura 2. Cobertura de tres especies de gramíneas en los espacios intermedios entre los sitios de siembra en suelos ácidos del norte del Cauca.**

fertilizante para el establecimiento es necesaria especialmente en la medida en que el grado de degradación del suelo aumenta; 3) es indispensable ampliar e intensificar la evaluación de germoplasma de leguminosas apropiadas para el establecimiento de asociaciones con gramíneas en la región.

### Recuperación de pasturas degradadas

#### Especies nativas

Con el objetivo de desarrollar tecnología de bajo costo y riesgo para la recuperación de pasturas compuestas por especies de baja productividad, se inició un experimento de campo en un suelo de mesón localizado en la región del piedemonte amazónico del Departamento del Caquetá, bosque húmedo tropical.

Tomando como punto de partida una pastura dominada en su composición botánica por Homolepsis aturensis se pretende estudiar mediante un diseño factorial los efectos del tipo, frecuencia e intensidad de control de la vegetación nativa y de la fertilización con fósforo (20 kg P/ha) sobre el establecimiento de las asociaciones B. decumbens 606 con A. pintoi 17434 y B. dictyoneura 6133 con D. ovalifolium 3788, sembradas por material vegetativo, mediante el método de siembras ralas. Los resultados serán presentados en el próximo Informe Anual.

#### Especies mejoradas

Con el objetivo de estudiar la factibilidad de recuperar una gramínea degradada e incrementar su productividad, se tomó un potrero de B. decumbens de más de diez años de utilización, de una explotación comercial aledaña a la Estación Experimental de Quilichao. Como práctica de renovación general se hicieron dos pases cruzados con un implemento de escardillos a todo el potrero. Se incluyeron dos tratamientos: 1) gramínea pura, y

2) gramínea con leguminosa (mezcla 1:1 de C. macrocarpum 5713 y C. acutifolium 5568). La leguminosa se estableció en franjas de 2.5 m de ancho, en un 50% del área. La preparación del suelo y el control de la gramínea en las franjas consistió de un pase de cultivadora rotativa y de una aplicación de herbicida (Trifluralina) y su inmediata incorporación con un pase de rastrillo. La siembra de las leguminosas se hizo en hileras, de a cuatro por franja, con una aplicación en banda de 20 kg P/ha, fertilización que también se aplicó al voleo en el otro 50% del área y en el tratamiento con gramínea pura. El establecimiento de las leguminosas comprendió la siguiente secuencia de eventos: Siembra tardía en Noviembre de 1986 al final del período de lluvias (cuatro semanas), una estación seca con lluvias espaciadas durante cuatro meses y finalmente seis semanas adicionales de crecimiento activo (nuevo período lluvioso).

El área ocupada por cada tratamiento se dividió en mitades para facilitar un manejo flexible. Durante los primeros 189 días de evaluación el sistema de pastoreo ha consistido en una alternación de siete días de ocupación y siete de descanso en ambos tratamientos. La proporción de leguminosa en la asociación ha aumentando gradualmente, iniciándose en un 20% y terminando en un 30%. En la Figura 3 se muestran las variaciones en la carga animal para cada tratamiento, afectada por la disponibilidad de forraje en función de la época (precipitación). Como se puede observar, la asociación ha permitido un incremento notorio de la carga animal, en contraste con el tratamiento de gramínea pura. En la Figura 4 se observa la productividad neta acumulada durante las primeras 27 semanas de evaluación, una vez descontado el costo de introducción de la leguminosa equivalente a 100 kg de carne. Las diferencias diarias por hectárea se han mantenido alrededor de

un kilogramo en favor de la asociación. De acuerdo a la figura, aproximadamente a la semana 18 de utilización, la asociación nivela a la graminea pura en lo referente a productividad neta. Estos resultados

preliminares indican que es factible recuperar a muy corto plazo la inversión en la recuperación de pasturas, contando con un manejo adecuado de la nueva situación.

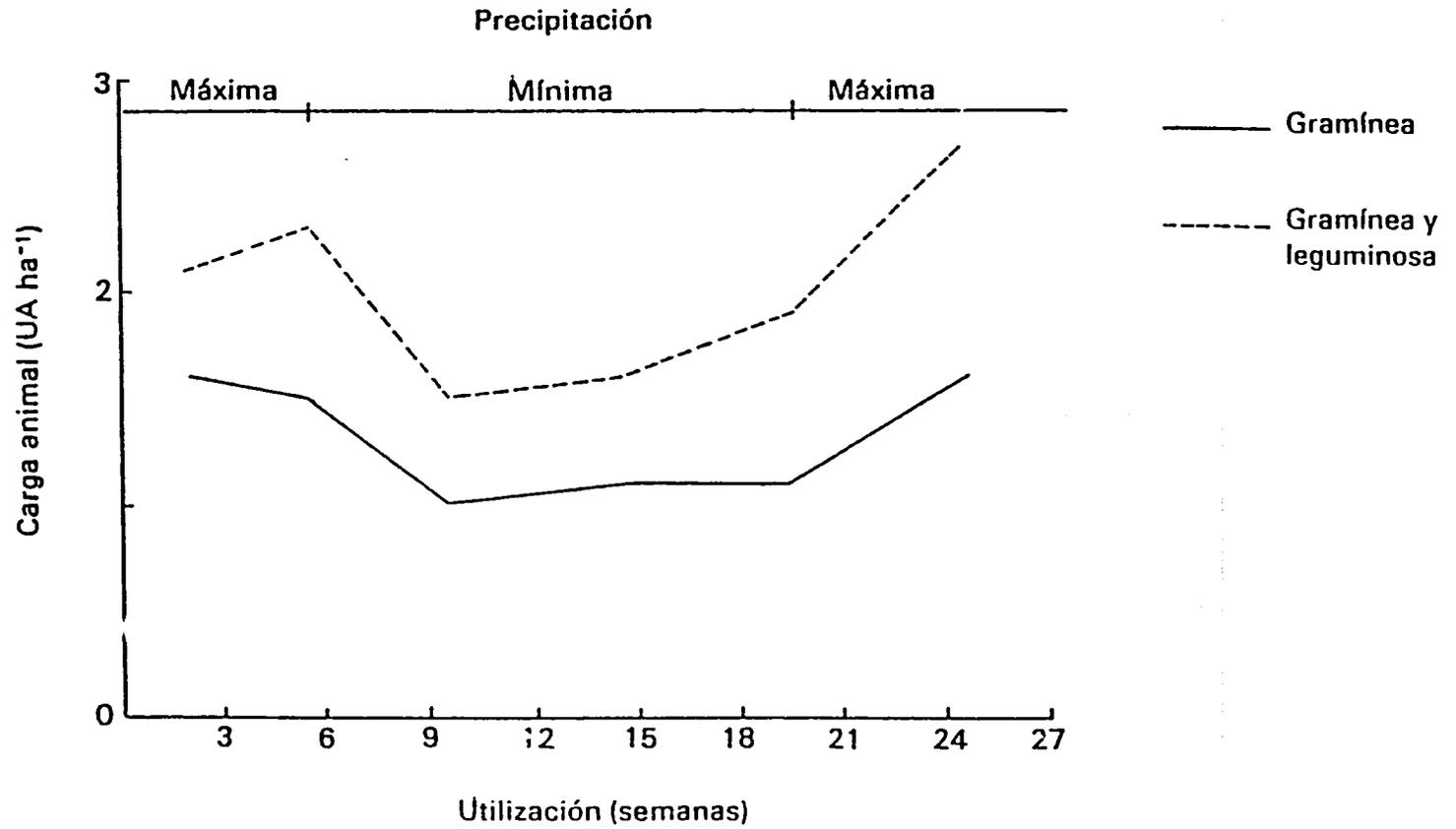


Figura 3. Evaluación de la carga animal en una pastura recuperada de *B. decumbens*. Manejo flexible, Quilichao.

## 12. DESARROLLO DE PASTURAS LLANOS

### INTRODUCCION

Las actividades de la sección en Carimagua esencialmente se terminaron durante 1986 con el traslado en Junio, 1987 del líder de la sección al CPAC (EMBRAPA) en Planaltina, Brasil. En el ecosistema de los cerrados la investigación se enfocará en el establecimiento y renovación de pasturas dando énfasis al uso de cultivos anuales en el proceso. Varios proyectos de desarrollo de pasturas han sido aprobados para iniciarse a finales de 1987.

Este será el ultimo informe sobre las investigaciones conducidas en Carimagua en el tema de desarrollo de pasturas y, por tanto, se tratará de sintetizar la experiencia obtenida durante los últimos años, haciendo énfasis en resultados de ensayos en marcha.

### Método y fecha de siembra

Un pequeño ensayo, sembrado en forma oportuna a finales de la estación seca de 1986/87, arrojó resultados pertinentes a siembras tempranas y método de siembra. Los resultados presentados en las Figuras 1 y 2 muestran la ventaja de las siembras tempranas en hileras y con aplicación de fertilizantes en bandas. El vigor de las plántulas y el crecimiento temprano de la planta fueron excelentes en parcelas de siembras tempranas siendo el crecimiento de malezas fue menor y el vigor de las

plantas fue mayor con las siembras en hileras.

Los resultados de este ensayo sugieren una serie de ventajas podrían ser obtenidas al preparar en forma temprana el terreno para la siembra (al final de la época de lluvia en Octubre o Noviembre) en los Llanos de Colombia:

1. Conservar la humedad en el perfil del suelo durante la época seca.
2. El terreno recién preparado, libre de malezas y con buena humedad estimula la mineralización de la materia orgánica y la acumulación de nitrógeno, azufre, fósforo y otros nutrimentos en la planta, durante la época seca, ya que no hay lluvias para lixiviar los nutrimentos más móviles hacia el subsuelo.
3. La eliminación de vegetación que deja el suelo expuesto al sol y al viento durante la época seca, parece reducir las poblaciones de hormigas y otros insectos (aunque los suelos arenosos, particularmente en terrenos pendientes, podrían ser vulnerables a la erosión).
4. La preparación del terreno a finales de la estación de lluvia no compete con otras actividades en cuanto a mano de obra y maquinaria, y las condiciones climáticas son más favorables para la preparación de tierras, ya que al comienzo de la estación lluviosa el exceso de humedad y de días muy lluviosos son a menudo obstáculos para el trabajo de campo.

12-2

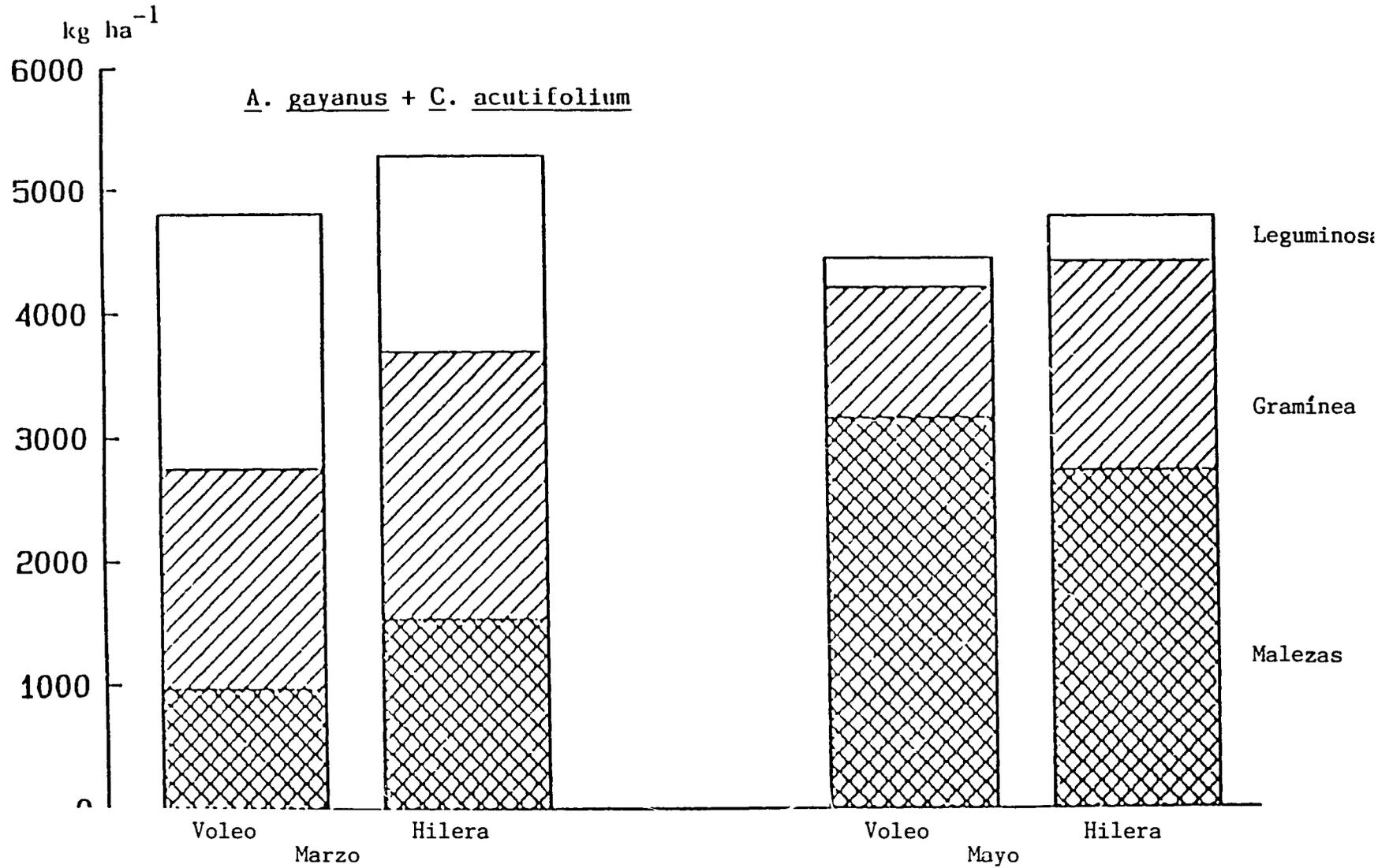


Figura 1. Efecto de la fecha y del sistema de siembra/fertilización en el crecimiento inicial de la asociación gramínea/leguminosa, cortada 20 semanas después de la siembra.

214

12-3

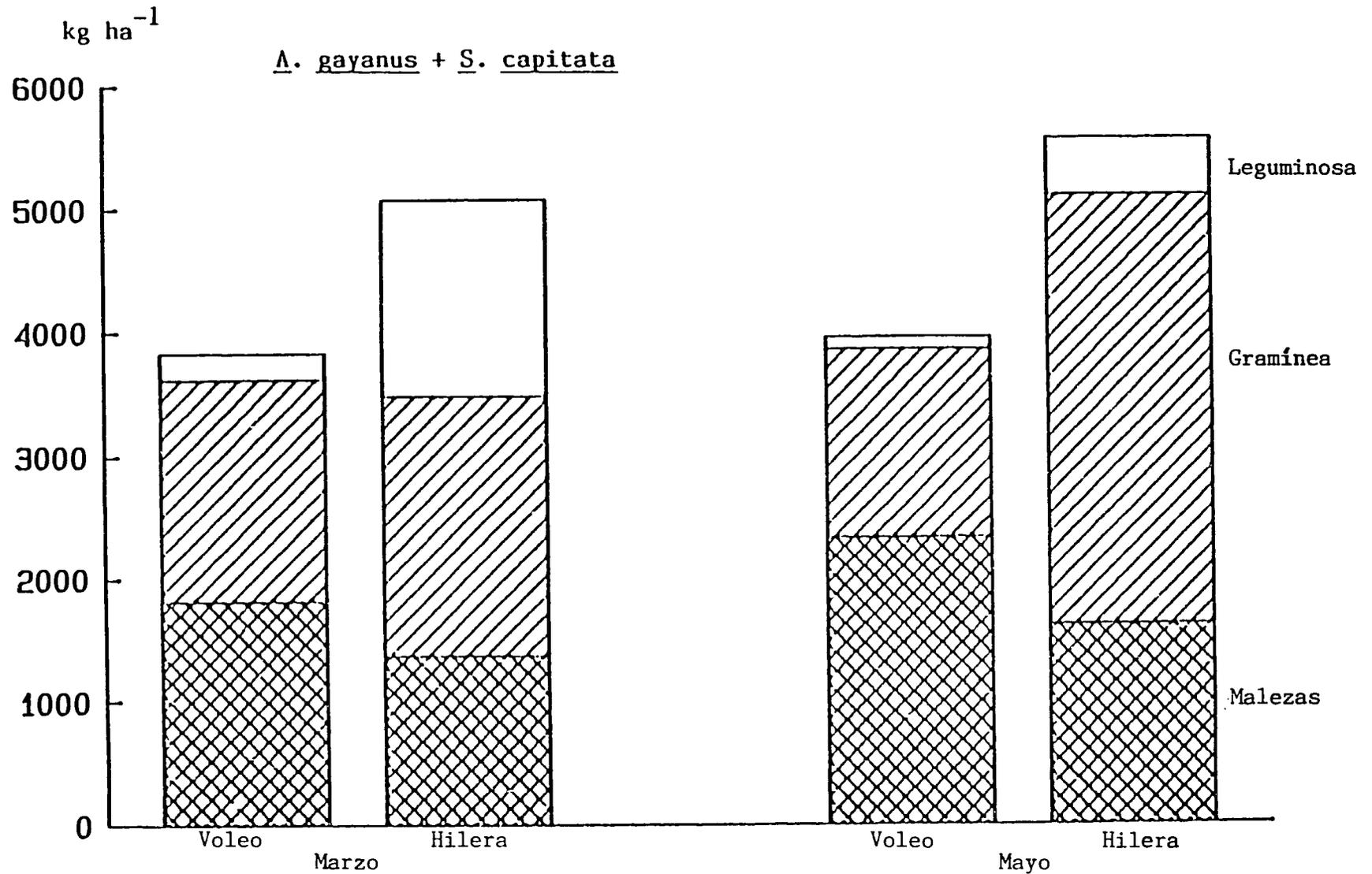


Figura 2. Efecto de la fecha y del sistema de siembra/fertilización en el crecimiento inicial de una gramínea y una leguminosa en asociación, cortada 20 semanas después de la siembra.

215-

La siembra temprana realizada al final de la estación seca o inmediatamente después de las primeras lluvias también tiene una serie de ventajas:

1. Las condiciones climáticas pueden ser más favorables para la germinación y crecimiento de plántulas, que las que se presentan al avanzar la estación cuando la saturación de agua, particularmente en los suelos más pesados, podría acarrear problemas en los años más lluviosos.
2. Las condiciones de suelo y del tiempo son favorables para la siembra.
3. La siembra temprana puede disminuir la depredación de plántulas por hormigas y otros insectos en los casos en que haya un incremento lento en sus poblaciones después del inicio de lluvias.
4. La siembra temprana reduce la competencia por mano de obra y maquinaria, especialmente si se hace en la estación seca.
5. Con la siembra temprana suele ser posible comenzar el pastoreo en el primer año de establecimiento.

El sembrar en hileras con aplicación de fertilizantes en la banda, ofrece las siguientes ventajas:

1. Con cantidades mínimas de fertilizante, se pueden crear óptimas condiciones de fertilidad para el crecimiento de plantas jóvenes.
2. En muchos suelos tropicales donde la fijación de P es un problema serio, el uso de fertilizantes es más eficiente.
3. El crecimiento de malezas se reduce al concentrar el fertilizante en la hilera próxima a las especies sembradas, con una mínima estimulación de malezas entre hileras.

Es obvio que la siembra temprana tiene sus riesgos, especialmente en las áreas donde el patrón de lluvias es algo irregular, siendo frecuente que se den falsos comienzos de la estación

lluviosa seguidos por varias semanas de sequía. En el ecosistema Llanos esta es la mayor preocupación comúnmente planteada por colegas y agricultores, que la siembra en Marzo seguida por lluvias a finales de mes o a comienzos de Abril suficientes para la germinación, seguido por una larga sequía hasta finales de Abril, puede conducir una pérdida casi total de la siembra. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que este no es el caso con el germoplasma actualmente utilizado en el Programa de Pastos Tropicales. Es muy baja la probabilidad de una prolongada sequía en los Llanos de Colombia después del 10. de Abril, pero si esto ocurre, especies tales como Stylosanthes capitata, Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens son capaces de enraizar lo suficientemente profundo para sobrevivir largos períodos secos. Con una preparación temprana de la tierra, se conserva la humedad en el perfil del suelo y si cae suficiente lluvia para producir la germinación, la humedad de la superficie alcanzará una profundidad de 15-20 cm, minimizando el peligro de sequía. Si se usara semilla no escarificada, alguna proporción de semilla con dormancia podría germinar posteriormente y, por tanto, asegurarse contra una pérdida total, aún en las regiones donde la probabilidad de sequía es mayor. Sin embargo, esta opción podría ser no atractiva por el costo adicional de mayor requerimiento de semilla para la siembra.

#### Eficiencia del uso de la fertilización con fósforo

En suelos de sabanas tropicales la baja disponibilidad de fósforo casi siempre representa el primer factor limitante. El fertilizante fosfórico es un insumo costoso, especialmente en regiones remotas donde los costos de transporte son altos. Muchos suelos tropicales altamente meteorizados se caracterizan por su alta capacidad de fijación de P, lo cual conduce a una

reducida eficiencia de utilización del P para plantas. Es de suma importancia lograr una mayor eficiencia con este costoso insumo.

En 1986, en colaboración con la Sección de Suelos/Nutrición de Plantas, se estableció un ensayo de eficiencia de uso de P. Debido a condiciones climáticas extremas (lluvias excesivas y nivel freático alto), la interpretación de los resultados de ese experimento fue bastante difícil. Una versión simplificada del experimento se llevó a cabo en forma colaborativa en 1987. Las hipótesis sobre las cuales se basa el experimento son las siguientes:

1. La fijación de P es fuertemente controlada por el contacto fertilizante-suelo; la aplicación del fertilizante en bandas reduce el contacto y, por consiguiente, debe reducir la cantidad de P fijado por el suelo.
2. La siembra en hileras y la aplicación de fertilizantes en bandas, pueden dar condiciones óptimas de fertilidad para la plántula con un uso mínimo de fertilizante.
3. Especies forrajeras bien adaptadas a los suelos ácidos e infértiles tienen diferentes requerimientos de P, dependiendo de su etapa de desarrollo:
  - a) Los requerimientos para la plántula son máximos, pero sólo para un pequeño volumen de suelo;
  - b) los requerimientos de P son menores después de la etapa inicial, debido al desarrollo del sistema radicular y de la importante simbiosis entre la planta y los microorganismos en el suelo, lo cual incrementa la capacidad de la planta para absorber P y otros nutrimentos e incrementa el volumen efectivo de raíces;
  - c) después de que el pasto está totalmente establecido (fase

- d) de producción), la eficiencia del reciclaje se torna importante para determinar los requerimientos en cuanto a nutrimentos; las pasturas tienen una tasa inherentemente baja de remoción de nutrimentos del sistema, debido a que la mayoría de los nutrimentos contenidos en el forraje se devuelven a la pastura;
- e) en una asociación gramínea-leguminosa bien manejada, el nitrógeno biológicamente fijado debe ser lo suficientemente alto para mantener una actividad microbial alto en el suelo, lo cual conduce a una tasa alta de reciclaje eficiente de materia orgánica que provee nutrimentos tanto para la planta como para los microorganismos al suelo.

Dado que algunos factores del suelo afectan la eficiencia de fertilizantes fosfóricos (suelos arenosos normalmente tienen menor capacidad de fijación que los suelos de textura más fina), el experimento se estableció en un suelo franco-arenoso (60-80% de arena) y en uno franco-arcilloso (10-12%). Se utilizaron dos patrones de siembra: en uno se sembró la gramínea y la leguminosa en hileras separadas; en el otro las dos especies se mezclaron en la misma hilera.

Se obtuvieron poblaciones vigorosas de Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 asociado con Centrosema acutifolium cv. Vichada y de Brachiaria dictyoneura CIAT 606 asociado con Desmodium ovalifolium CIAT 13089 con aplicación de dosis bajas de P (5 kg/ha). Durante la fase de establecimiento se lograron rendimientos satisfactorios con bajas tasas de fósforo con espacios entre hileras de 50 a 100 cm en el suelo franco-arcilloso (Reserva) (Figura 3).

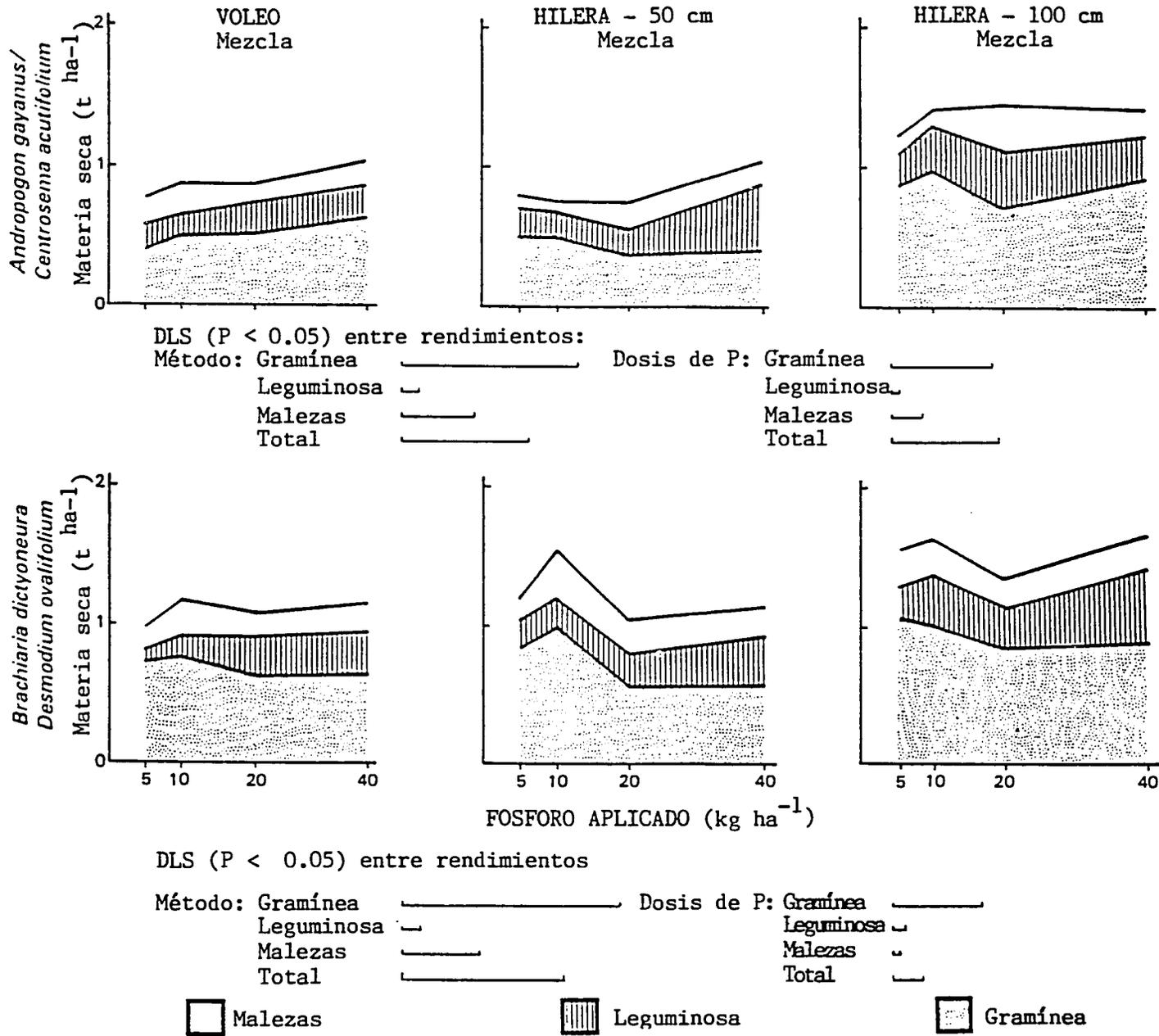
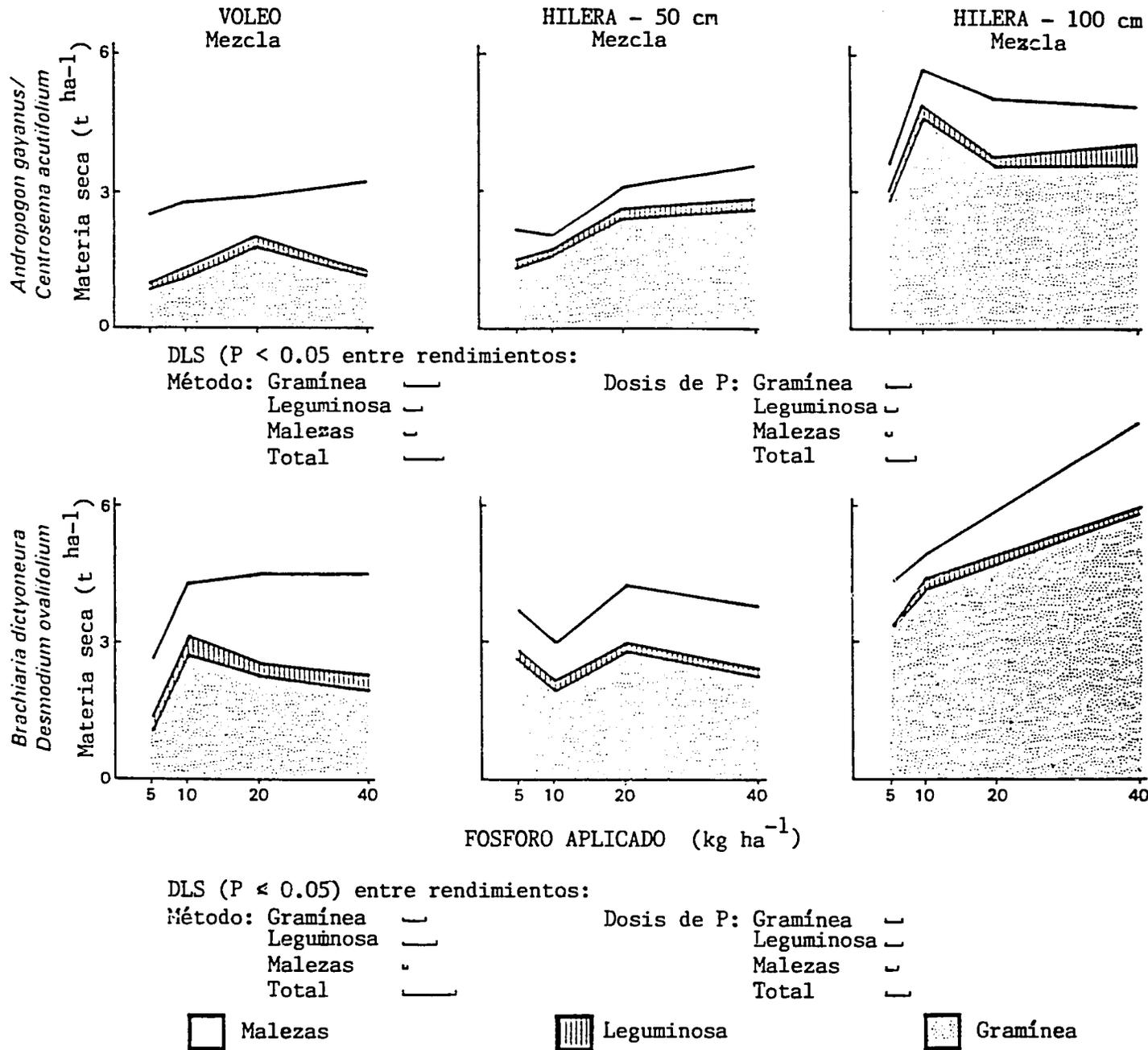


Figura 3a. Efecto de la tasa de P como fertilizante y método de aplicación del fertilizante y de siembra en los rendimientos de dos asociaciones de leguminosas y gramíneas forrajeras en un suelo franco-arenoso (Alegria).

28



I

Figura 3b. Efecto de la tasa de fertilización con P y método de aplicación del fertilizante y de siembra en los rendimientos de dos asociaciones de leguminosas y gramíneas forrajeras en un suelo franco-arcilloso (Reserva).

200

En ambos sistemas el crecimiento de gramíneas y leguminosas fue satisfactorio. Aparentemente hubo menos malezas en este ensayo cuando se mezclaron gramíneas y leguminosas en la misma hilera. El patrón mixto puede tener otras ventajas sobre la siembra por separado, como por ejemplo, que los animales de pastoreo más difícilmente pisoteen las especies menos agresivas, como suele ser la leguminosa y particularmente en el caso de una gramínea erecta como el A. gayanus. Sin embargo, algunas especies podrían no ser muy compatibles en este patrón de siembra debido a la mayor competencia interespecífica durante la fase de establecimiento.

En el suelo franco-arcilloso hubo más invasión de malezas en los tratamientos de siembra al voleo que en tratamientos sembrados en hileras con fertilización en bandas; casi no hubo malezas en ningún tratamiento en el suelo franco-arenoso. El crecimiento de las especies sembradas durante la fase de establecimiento fue mucho menor en el suelo franco-arenoso que en el franco-arcilloso. La experiencia sugiere que el crecimiento de las especies establecidas en suelos arenosos, se incrementa marcadamente en las subsiguientes etapas, presumiblemente una vez se establece la simbiosis leguminosa/rhizobia.

#### Utilización de macropellets recubiertos de semilla para la siembra

La baja solubilidad fue una limitación seria para el uso de macropellets, como se informó en 1986. Durante 1987 se formularon dos nuevos tipos de pellets y se los ensayaron en el invernadero y en el campo. Los nuevos pellets utilizan una turba leñosa como material pegante y son mucho más solubles que los pellets viejos que utilizan el yeso como pegante. En el Cuadro 1 se muestran los efectos debidos al tipo de pellet, suelo y preparación de la tierra en el establecimiento de dos leguminosas. Los nuevos pellets fueron iguales o

superiores a los viejos como también lo fueron con relación a fertilizantes convencionales en todas las combinaciones de factores. La ventaja fue mayor en el tratamiento de labranza cero y control químico. En otros ensayos, los nuevos pellets también parecen haber superado el problema de solubilidad.

En 1986 se reportó la renovación de una pastura degradada de B. humidicola por medio de la introducción de leguminosas utilizando macropellets. El ensayo ha continuado y en la actualidad está siendo manejado bajo pastoreo alternado. Inicialmente, el Desmodium ovalifolium CIAT 13089 avanzó lentamente hasta llegar a un cubrimiento de 33% en el tratamiento de labranza mínima. En contraste, Centrosema brasilianum CIAT 5234 se ha reducido drásticamente en todos los tratamientos, aunque no está claro si es debido a consumo excesivo, competencia de la gramínea o enfermedades. A. pintoii CIAT 17434 prácticamente ha desaparecido.

En las Figuras 4 y 5 se muestran los efectos de tasas de fertilización y proporción de área sembrada fumigada con herbicidas, con respecto al cubrimiento un año después de la siembra de dos leguminosas con macropellets. El efecto del herbicida es particularmente significativo. El D. ovalifolium logró su cubrimiento máximo en el suelo arenoso con 3.4 g de fertilizante/sitio (0.17 g tanto de P como de K) y con 3.4 a 6.8 g en el suelo franco-arcilloso. Como era de esperarse, Stylosanthes capitata cv. Capica fue menos agresivo que D. ovalifolium CIAT 13089, pero se logró sorprendente buen cubrimiento en un sistema de cero labranza. La tendencia de respuesta a tasa de fertilización y proporción de área sembrada fue similar para las dos leguminosas.

Para establecer un experimento en Yopare de cuatro hectáreas para ser

Cuadro 1. El efecto del tipo de macropellet y la preparación de la tierra en el establecimiento de leguminosas cuatro semanas después de la siembra en dos sitios en Carimagua (Siembra: Abril 29, 1987).

Preparación de la tierra	Especies	Tipo de suelo: Fuente de fertilizante	Franco-arcilloso			Franco-arenoso		
			1	2	3	1	2	3
----- % de sitios con plantas -----								
Cero labranza con control químico	<u>C. acutifolium</u>		6.7	86.7	93.3	2.2	48.2	82.2
	<u>D. ovalifolium</u>		22.2	42.2	75.5	15.6	33.4	91.1
Labranza mínima sin control químico	<u>C. acutifolium</u>		82.2	77.8	91.1	46.7	76.7	91.1
	<u>D. ovalifolium</u>		86.7	57.8	86.7	62.2	26.7	71.1
Labranza mínima con control químico	<u>C. acutifolium</u>		80.0	85.5	95.6	50.0	82.2	84.4
	<u>D. ovalifolium</u>		91.1	48.9	86.7	46.7	22.2	51.1

- 1/ Sistema de siembra localizada: Utilizando una mezcla de fertilizante comercial con el mismo contenido de P y K que el pellet nuevo.
- 2/ Sistema de macropellet recubierto de semilla utilizando el pellet viejo: El pellet viejo se partió en dos para proporcionar la misma cantidad de P y K que el pellet nuevo.
- 3/ Sistema de macropellet recubierto de semilla utilizando el pellet nuevo.

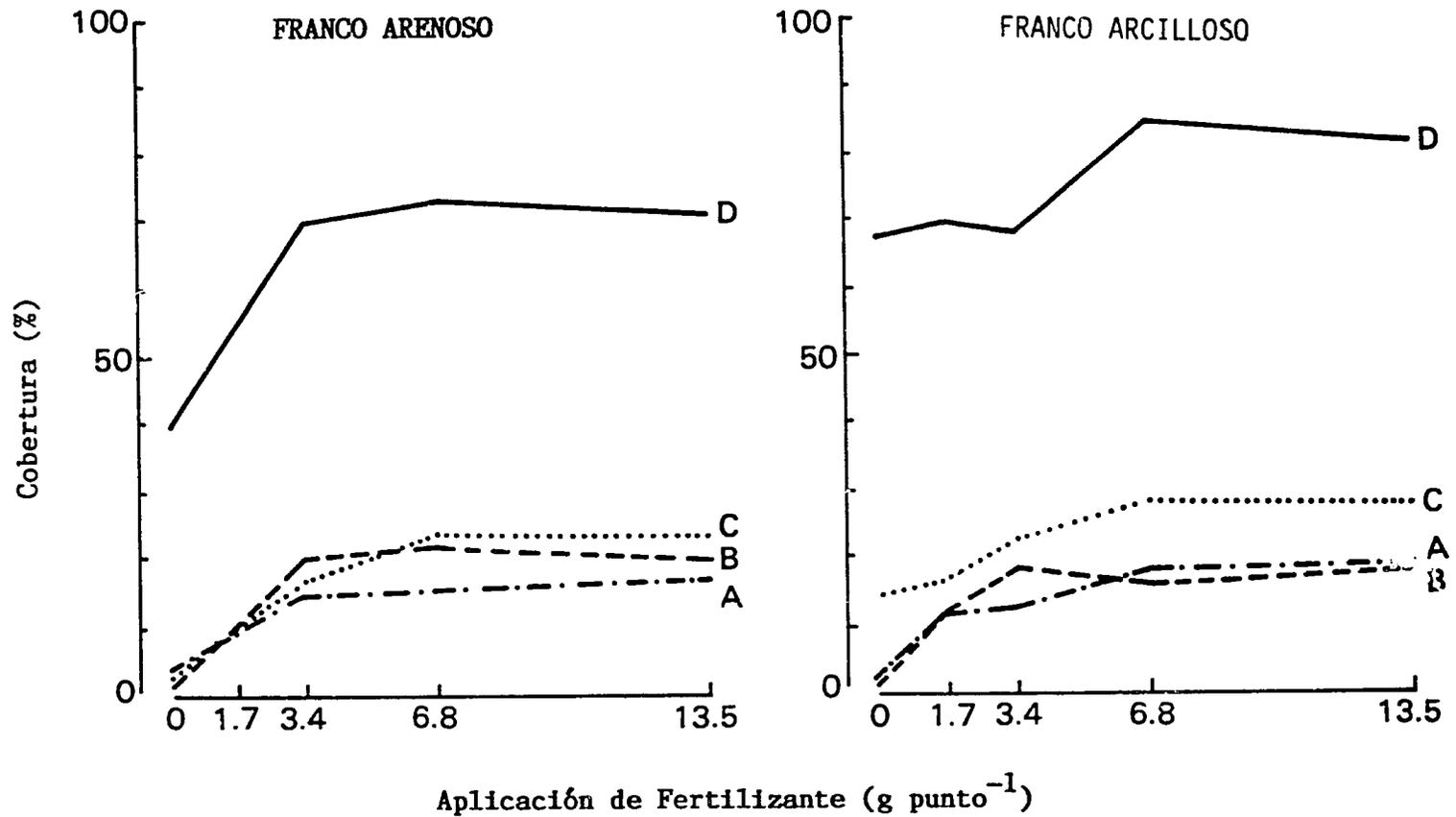


Figura 4. Efecto de la aplicación de fertilizante y herbicida en el cubrimiento de *D. ovalifolium* sembrado en dos sitios de sabana con diferentes texturas de suelo mediante la utilización del método de siembra localizada. (El cubrimiento de *D. ovalifolium* fue medido en Julio 27, 1987, un año después de la siembra). A-D son dos aplicaciones diferentes de herbicida; A = Nulo; B = 3%; C = 30%; D = 100% del área total.

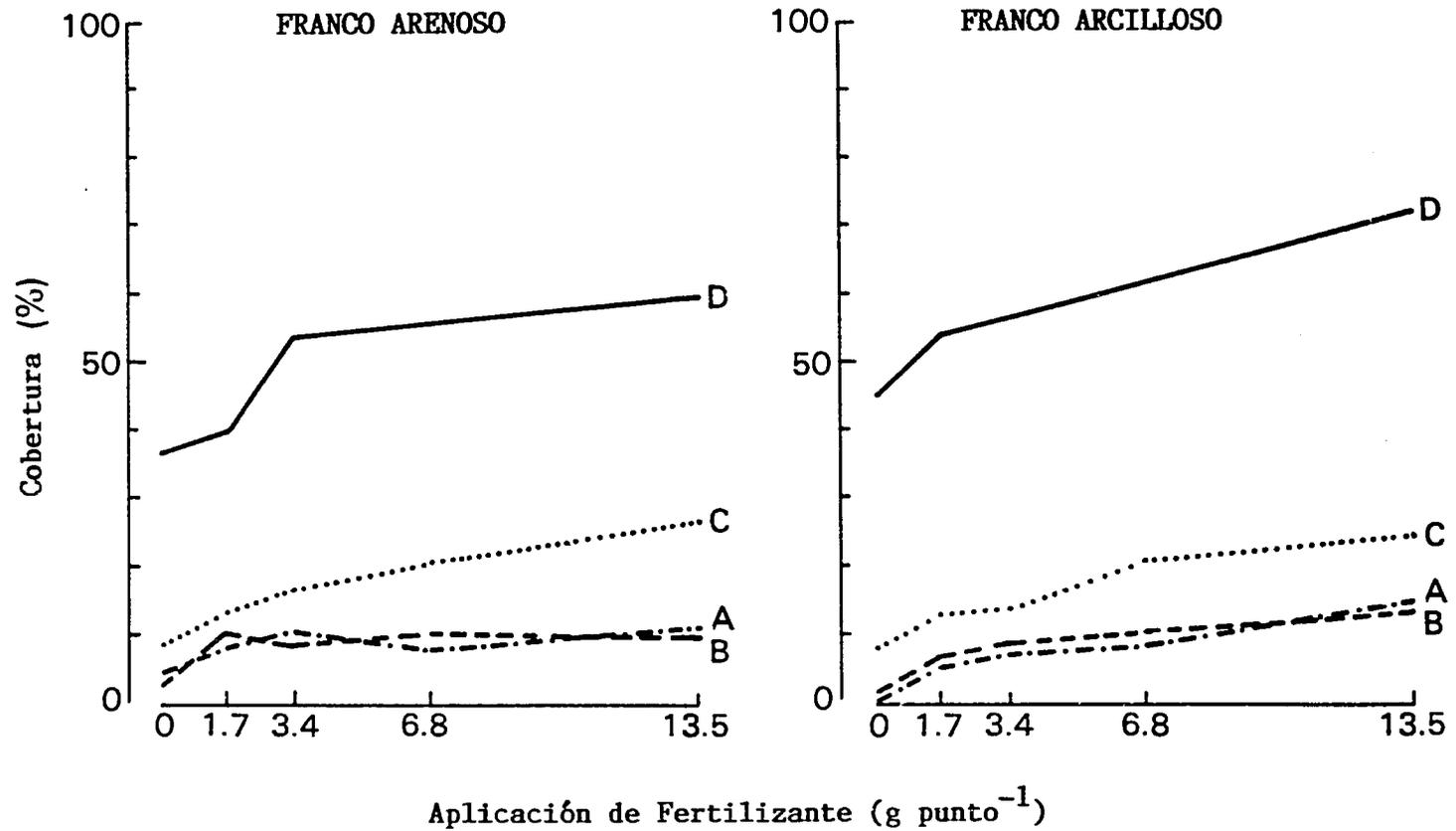


Figura 5. Efecto de las aplicaciones de fertilizante y herbicida en el cubrimiento de *S. capitata* sembrado en dos sitios de sabana con diferentes texturas de suelo mediante el uso del método de siembra localizado. (El cubrimiento de *S. capitata* fue medido en Julio 27, 1987, un año después de la siembra. A-D muestran aplicaciones diferentes de herbicida; A = Nulo; B = 3%; C = 30%; D = 100% del área).

manejado bajo pastoreo en un suelo arcilloso se utilizaron los nuevos pellets y las mejores combinaciones de especies y métodos de preparación de tierra. Se lograron buenas poblaciones tanto para Desmodium ovalifolium CIAT 13089 como para C. acutifolium cv. Vichada, con poblaciones algo mejores (por encima del 90%) en los tratamientos de labranza mínima, en comparación con sólo control químico de la vegetación (poblaciones de 65-75%). Este es el primer ensayo a grande escala del sistema de pellets para la siembra de leguminosas en sabana nativa.

### Manejo flexible

Una pastura de A. gayanus cv. Carimagua 1 y C. acutifolium cv. Vichada bajo pastoreo alterno-flexible continúan siendo muy productivas y estables en el ensayo original de manejo flexible de Carimagua, descrito en detalle en 1984. La Figura 6 muestra la composición botánica de la pastura durante 1987. Se muestra la proporción de leguminosa, gramínea y malezas y los ajustes de manejo requeridos para mantener la pastura dentro de los límites considerados deseables.

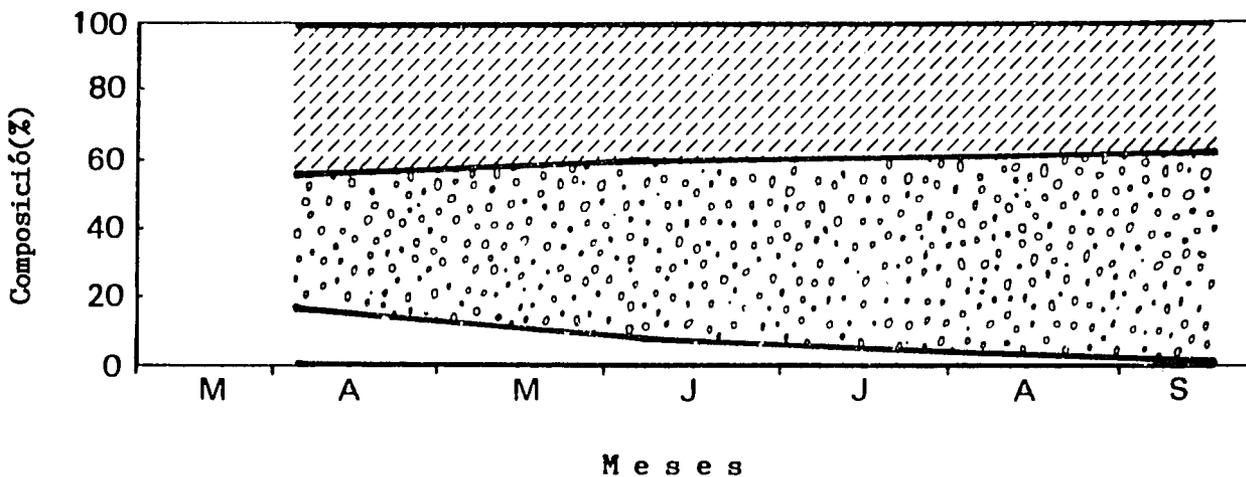
En la segunda repetición, el número de

animales se redujo para incrementar la oferta de forraje (O.F.) expresada en términos de materia seca verde (MSV/100 kg de PV). Probablemente el nivel de O.F. fue demasiado bajo durante la mayor parte de 1987 como lo reflejan las marcadas reducciones de ganancia de peso animal. El sistema de pastoreo también será ajustado para favorecer la leguminosa con períodos de descanso/pastoreo más cortos. Este ajuste debió hacerse antes para contrarrestar el agudo declive del contenido de leguminosa y el correspondiente aumento de sabana que ocurrió a comienzos del año. Los resultados se correlacionan bien con los de otras evaluaciones avanzadas que utilizan una metodología más tradicional.

La asociación de B. dictyoneura cv. Llanero y A. pintoí CIAT 17434, renovada en 1986, continúa siendo inestable e improductiva, al parecer primordialmente debido a la dificultad de la leguminosa para desarrollarse vigorosamente en el ensayo. Estos resultados también se correlacionan bien con otras experiencias obtenidas en Carimagua con esta asociación. A. pintoí CIAT 17434 parece ser favorecido bajo condiciones de suelos más fértiles y/o húmedas que los que se encuentran en el sitio de Yopare.

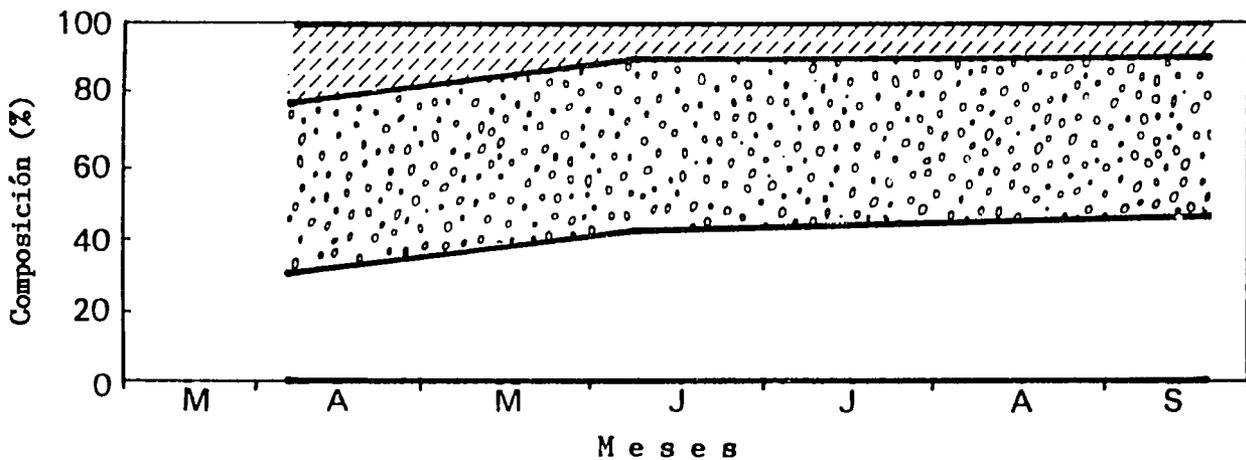
PARCELA 1

CA	1.3	2.4	2.8
FO	4.2	4.7	3.1
SP	21/21		
G	689	436	288



PARCELA 2

CA	1.3	2.0	2.8
FO	2.6	3.0	2.6
SP	21/21		
G	465	353	256



Leguminosa
  Gramínea
  Sabana

CA = Carga animal ( $UA^{ha^{-1}}$ ); FO - Forraje en oferta; materia seca verde (kg);  
 peso vivo  $10^{-2}$ ; SP = Sistema de pastoreo, pastoreo (día) descanso  $^{-1}$  (día);  
 G = Ganancia de peso vivo ( $g \text{ an día}^{-1}$ ).

Figura 6. Composición de dos pasturas de *A. gayanus* y *C. acutifolium* y los ajustes de manejo hechos para mantenerlos dentro de una "vitrina" de buen manejo, Carimagua, 1987.

225

## 13. RECUPERACION PASTURAS TROPICO HUMEDO

A partir de Julio 1, 1987, se iniciaron las actividades de investigación de la nueva Sección Recuperación de Pasturas en el Ecosistema de Trópico Húmedo, teniendo como sede principal la Estación Experimental de IVITA, localizada a 59 km de la ciudad de Pucallpa, Perú. Todas las actividades de investigación se realizan a través de un convenio cooperativo con IVITA/INIAA/CIAT.

Los objetivos del proyecto son: 1) Desarrollar tecnología de bajo riesgo y bajo costo para la recuperación de áreas degradadas con pasturas estables y productividad sostenible, y 2) documentar la dinámica de degradación y recuperación de pasturas mediante el seguimiento de la condición del suelo (física y química) y biomasa bajo condiciones contrastantes seleccionadas.

El plan de investigación se elaboró en base al análisis y discusión de dos matrices (Cuadros 1 y 2) que fueron ensambladas y llenadas por consenso de varias discusiones entre miembros de las Instituciones Nacionales (IVITA e INIAA) y del Programa de Pastos Tropicales participantes del proyecto. El Cuadro 1 analiza el grado (Alto, Medio o Bajo) de prioridades para la investigación de 6 posibles condiciones de degradación (Bosque secundario de más de 10 años; Bosque secundario de 5 a 10 años; Bosque secundario con menos de 5 años; Pastura mejorada en degradación; Pastura nativa y Pastura nativa degradada). En la misma forma, el

Cuadro 2 analiza y prioriza la investigación en relación a condiciones topográficas, que es la otra dimensión del problema de recuperación de áreas degradadas.

Como resultado de este análisis fueron definidas a corto y largo plazo las siguientes prioridades:

1. Prioridad Alta: investigar en técnicas de recuperación de áreas degradadas en Torourco (pasturas nativas) y Torourco degradado (pasturas nativas degradadas).
2. Prioridad Media: recuperación de pasturas mejoradas, principalmente a base de Brachiaria decumbens, mediante la incorporación de gramíneas y leguminosas mejor adaptadas.
3. Prioridad Media a Baja: investigar técnicas de recuperación de bosques secundarios (Purmas) con pasturas mejor adaptadas.

Por otro lado, se definieron las prioridades generales según el énfasis en diferentes condiciones topográficas:

1. Prioridad Alta: áreas con pendientes bajas 10 a 25%.
2. Prioridad Media: áreas planas (menos de 10%) y con pendientes medias (25-50%).
3. Prioridad Baja: áreas con altas pendientes (mayor a 50%).

La mayor prioridad definida para áreas degradadas en pasturas nativas y

Cuadro 1. Caracterización de los problemas y definición de prioridades de investigación en recuperación de áreas degradadas en Trópicos Húmedos (Pucallpa, Perú).

Condiciones de Degradación	Importancia en área	Condición del suelo		Control de malezas	Grado de dificultad		Posibilidades de Solución				Implicaciones			Prioridades de Investigación					
		química	física		meca-	gene-	Uso cul-	Ferti- ción y en-	Germa- plasma dispo-	Faci- lidad gene- ral actual	Ecoló- gicas	Socio- econó- micas	Polí- ticas	Técnicas de recuperación		Dinámica de nutrientes en pasturas		General	
														Corto*	Largo	Corto	Largo	Corto	Largo
1. Bosque secundario > 10 años (Purma Alta)	B	A-M	A	M-B	A	B	A	B	A	A	B	M-B	A	B	B	A	B	B	B
2. Bosque secundario 5-10 años (Purma Baja)	M	M	A-M	A-M	A	M-B	A	B	A	M	B	M-B	A	B	B	A	B	B	B
3. Bosque secundario < 5 años (Purma joven)	A	B	M-B	A	A-M	A <sup>1</sup>	A-M	A	M-B	B	M	A-M	M	B	M	B	M	B <sup>1</sup>	M
4. Pastura mejorada en degradación ( <u>B. decumbens</u> )	M-B	B	M-B	M-B	B	M	B	A-M	A-M	B	A	A-M	A	A-M	M	M	A	A-M	A-M
	(Perú Colombia)																		
	A (Brasil)																		
5. Pastura nativa (Torourco)	A	B	B	A	B	A-M	A-M	A	A-M	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A <sup>1</sup>
6. Pastura nativa degradada ( <u>H. aturensis</u> , <u>I. brasiliensis</u> y/o <u>Pteridium</u> sp.)	A	B	B	A	B	A	A	A	A-M	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A <sup>1</sup>

\* Plazo

<sup>1</sup>/ A = Alto grado; M = Grado medio; B = Bajo grado.

Cuadro 2. Caracterización de problemas y definición de prioridades de investigación en áreas degradadas según topografía.

Condición Topográfica	Impor- tancia	LIMITACIONES		SOLUCIONES			IMPLICACIONES POSITIVAS		PRIORIDADES DE INVESTIGACION		
		Eroda- bilidad	Difi- cultad de Meca- nización	Cultivo Pionero	Arboles	Germo- plasma Máxima Cobertura	Ecoló- gicas	Socio- econó- micas	Corto *	Largo	General
Pendientes altas (>50%)	B <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>	A	B	A	A	B	B	B	M	B
Pendientes medias (25-50%)	A-M	A	A	B	A	A	B	M	M	A	A-M
Pendientes bajas (10-25%)	A	M	M	A	M	M	M	A	A	A <sup>1</sup>	A <sup>1</sup>
Zonas planas (< 10%)	M	B	B	A	M	B	A	A	A	M	A-M

\* Plazo.

1/ A = Alto grado; M = Grado medio; B = Bajo grado.

13-3

822

mejoradas en degradación, obedece a la mayor importancia de estas condiciones de degradación en términos de área en la región; al hecho de tratarse de ecosistemas de alta a media estabilidad, pero de muy baja productividad (0.5-1 animal/ha).

Así mismo, los argumentos para priorizar las áreas con pendientes bajas son: a) más importantes en áreas, b) mejor aceptada ecológicamente, y c) situación relativamente fácil para opciones de cultivos pioneros (financiadores) e insumos (fertilizantes, herbicidas, enmiendas, etc.). Se da la menor prioridad a las áreas con pendientes mayores al 50%, con el argumento de que estas áreas deben retornar al bosque y ser áreas de protección.

Finalmente, se da prioridad media al seguimiento de la dinámica del reciclaje de nutrimentos en relación al desarrollo de técnicas para la recuperación de áreas degradadas. Se iniciará el monitoreo de algunas áreas de bosque secundario de más de 5 años y en áreas degradadas en "Torourco" para documentar el punto de partida para la recuperación y tener testigos de reciclaje en vegetaciones contrastantes.

Durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, 1987 se inició el establecimiento de experimentos. Estos ensayos tienen como objetivo general generar posibles soluciones a los problemas identificados en áreas degradadas. Un resumen de tales ensayos se da a continuación:

1. Relativa importancia de la fertilización y efecto de la labranza de especies de "Torourco degradado" y especies mejoradas de gramíneas y leguminosas.

Bajo las condiciones indicadas, el suelo generalmente presenta una leve a severa compactación superficial y el estado de fertilidad química es bajo

en N, P, K, Mg y S. De ahí que es importante determinar respuestas diferenciales por nutrimentos usando especies de "Torourco" y las mejoradas para ajustar la fertilización necesaria para un exitoso establecimiento. Este estudio exploratorio deberá también analizar el efecto de la descompactación superficial sobre la mineralización de los nutrimentos en el suelo y su efecto sobre la capacidad competitiva de las especies mejoradas y nativas.

El ensayo consiste en un factorial mixto: Fertilización x Labranza x Especies. La fertilización consiste en la técnica del elemento faltante utilizando N, P, K, Mg, Ca y S como nutrimentos claves. La labranza consiste en dos tipos, labranza total del área con dos pases de discos y sin labranza del área, disturbando únicamente el sitio de siembra. Las especies a utilizar son Brachiaria dictyoneura y Desmodium ovalifolium. Estas especies fueron seleccionadas por ser de mínimo requerimiento de fertilización y media a baja velocidad de establecimiento. Las mediciones que se llevan a cabo son: Tasa de crecimiento en altura y cobertura de especies sembradas y especies nativas, invasión de malezas de hoja ancha y producción de biomasa a los 6 meses de todas las especies presentes.

2. Fertilización y acondicionamiento físico del suelo para cultivos pioneros (financiadores) en áreas de "Torourco degradado".

Otro problema importante es la poca capacidad del productor (especialmente en sistemas de producción mixtos en áreas menores a 100ha) en cuanto al acceso de capital. Es decir, incapacidad para aplicar altos niveles de insumos (fertilizantes, enmiendas y herbicidas) para el establecimiento de pasturas. Por otro lado, las posibilidades de mecanización son bajas y costosas. Con esto en mente, deberá reducirse el costo integral de

recuperación a niveles eficientes económica y biológicamente, para garantizar la adopción de las nuevas tecnologías. Dentro de esta problemática se ha considerado el uso de cultivos anuales pioneros o financiadores.

Este ensayo contempla la siembra de arroz (var. Africano desconocido), maíz (var. PMV-747) y cowpea (var. Chiclayo). En el mes de Noviembre se sembró arroz y maíz, teniendo programada la siembra de cowpea para fines de Abril. El diseño del experimento es de parcelas divididas, donde la parcela principal es el cultivo pionero, la subparcela método de labranza y la sub-subparcela fertilización (alta, media y mínima), incluyendo además un testigo. La fertilización alta y la mínima resultan de recibir la media (60 kg N, 40 kg P, 50 kg K, 20 kg Mg y 20 kg S/ha) más y menos un 50%, respectivamente. El método de labranza contempla 3 tipos de preparación del terreno: 1) labranza total (2 pases de rastra a 20 cm de profundidad), 2) labranza mínima (1 pase de rastra a 20 cm de profundidad, y 3) sin labranza (siembra con tacarpo, disturbar el sitio de siembra). Las mediciones a tomar son el rendimiento de cada cultivo, la invasión de malezas y la producción de forraje de las especies mejoradas establecidas junto con los cultivos financiadores.

### 3. Dosis óptima de herbicida para el control de la vegetación de "Torourco degradado".

Al establecerse pasturas asociadas (gramíneas y leguminosas) en reemplazo de la vegetación nativa, las posibilidades de control selectivo de la vegetación invasora (hoja ancha y gramíneas) es más complejo. Para esto, se han identificado varias opciones de uso de herbicidas totales y pre-emergentes para destruir la vegetación original y post-emergentes

para dar ventaja a las especies en proceso de establecimiento.

Para este ensayo se utilizó el herbicida "Round-up" en un diseño experimental de parcelas divididas, donde la parcela principal es la asociación Andropogon gayanus CIAT 621 y Stylosanthes guianensis var. Pucallpa, y la otra asociación Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 y Desmodium ovalifolium CIAT 13089. La subparcela 6 dosis de herbicida (Alta-4 litros/ha; Recomendada-3 litros/ha; Media-2.25 litros/ha; Baja-1.5 litros/ha y Mínima-0.75 litros/ha). Los tratamientos se aplicaron después de una quema del "Torourco" y 15 días después del rebrote de la maleza y gramíneas nativas. Las parcelas fueron sembradas con arroz (var. Africano desconocido) en línea sin labranza y las dos asociaciones al mismo tiempo. Las mediciones a realizarse son la efectividad del control de la vegetación, invasión de malezas, rendimiento del cultivo y producción de forraje de las dos asociaciones. Se estima en un año la duración de este ensayo.

### 4. Caracterización de la agresividad potencial del establecimiento de germoplasma promisorio.

La investigación regional (RIEPT) previa y los primeros trabajos de selección mayor realizados por la Sección de Agronomía en Pucallpa, han identificado algunas gramíneas y leguminosas altamente adaptadas a las condiciones de suelo, clima y factores bióticos de los trópicos húmedos. Estas poseen características de agresividad y compatibilidad potencial diferente que debe ser tenidas en cuenta para el ajuste de las técnicas de recuperación con pasturas, minimizando costo y riesgo en el establecimiento.

El presente ensayo consiste en sembrar varias gramíneas (A. gayanus CIAT 621,

230

B. brizantha CIAT 6780, B. decumbens CIAT 606, B. dictyoneura CIAT 6133) y varias leguminosas (A. pintoi CIAT 17434, C. acutifolium CIAT 5277, C. macrocarpum CIAT 5713, C. pubescens CIAT 438, D. ovalifolium CIAT 13089, S. guianensis CIAT 184) en asociación utilizando material vegetativo y semilla sexual. El diseño del ensayo es de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde el terreno fue preparado uniformemente con dos pases de rastra y aplicándose herbicida al rebrote de 30 días. Se aplicó una fertilización uniforme consistente en: 20 P, 30 K, 100 Ca, 20 Mg y 20 S, en kg/ha, respectivamente. Las leguminosas se inocularon con la respectiva cepa de Rhizobium. Las mediciones a realizar en este ensayo son la tasa de crecimiento de las especies sembradas (altura y cobertura cada 3 semanas), cobertura y biomasa de malezas a los 2, 4, 6, 8 y 10 meses después de la siembra, biomasa acumulada a los mismos meses indicados.

##### 5. Recuperación de pasturas mejoradas con control de malezas y cosecha de semilla para reducción de costos.

Considerando las grandes áreas de pasturas mejoradas degradadas o en vía de degradación, especialmente a base de especies de Brachiaria, se puso una prioridad media en el proceso de recuperación de estas pasturas. En general, la invasión de malezas de hoja ancha (Casía tora) es común debido al mal manejo (sistema de pastoreo o sobrecarga animal). Una

alternativa propuesta es recuperar estas pasturas con el uso de herbicida y reducir los costos con cosecha de semilla sexual antes del pastoreo. Además, se contempla el uso de fertilizantes para aumentar la producción de semilla.

El ensayo consiste en utilizar una pastura degradada de B. decumbens establecida hace 15 años e invadida con Casía tora. Para este propósito, se utilizó el herbicida 2,4-D y se aplicaron tratamientos de fertilización consistente en un factorial de Mg, K y S en dos niveles de fertilización nitrogenada (50 y 100 kg N/ha). Las mediciones a realizar en este ensayo son: tasa de crecimiento de B. decumbens cada 30 días, época de floración, número de espigas, producción de semilla sexual y forraje. La segunda fase de este ensayo consiste en introducir una leguminosa en franjas (C. macrocarpum CIAT 5713), para luego evaluar bajo pastoreo la persistencia y estabilidad de la pastura. Ensayos similares se planean para 1988 a nivel de fincas que cuentan con pasturas de B. decumbens degradadas y pasturas nativas (Torourco), introduciendo otras gramíneas y leguminosas mejoradas.

Durante el año 1988 y en adelante, se definirán proyectos de invernadero y campo (en estación y con productores) que complementen el trabajo iniciado y exploren en más detalle los factores que intervienen en la tecnología de recuperación de áreas degradadas con pasturas.

## 14. ECOFISIOLOGIA

El objetivo de la sección de Ecofisiología es desarrollar un entendimiento de los factores que influyen en la reacción de las asociaciones gramínea-leguminosa al pastoreo con el fin de que:

- (i) Se apliquen las prácticas de manejo apropiadas para el nuevo germoplasma durante su evaluación y por tanto se encuentre disponible en un sólo paquete al hacer de la liberación de materiales exitosos.
- (ii) Se puedan preveer las consecuencias de otras prácticas de manejo.
- (iii) Se puedan dilucidar los factores responsables del éxito o el fracaso del nuevo germoplasma, de manera que se puedan identificar más claramente los ideotipos de plantas que sean potencialmente exitosas.
- (iv) Se entiendan los procesos críticos para la extrapolación satisfactoria de los resultados, tanto dentro del ecosistema en el que se realizó la evaluación como en otros ecosistemas similares.

Durante el proceso de evaluación, la descripción de las dinámicas de población de varias asociaciones no pareció ofrecer mucha expectativa de satisfacer estos objetivos. Además la

inmensa variabilidad encontrada en las pasturas de Andropogon gayanus, especialmente cuando han estado continuamente bajo pastoreo por ganado, hicieron muy remota la probabilidad de cualquier entendimiento de los principios fisiológicos que explican el comportamiento de las pasturas utilizando técnicas convencionales. Por lo tanto, se emprendió un análisis para determinar la factibilidad de describir una asociación gramínea-leguminosa en términos de un número limitado de funciones de respuesta discreta, combinándolas en un modelo conceptual que describiría el comportamiento de cualquier pareja de gramíneas o leguminosas. El ejercicio fue descrito detalladamente en el Informe Anual de 1986.

Resumiendo, las funciones escogidas fueron:

- i) Índice del área foliar como función de la biomasa;
- ii) Tasa de crecimiento como función del índice del área foliar;
- iii) Tasa de senescencia como función de la biomasa;
- iv) Competencia como función de la composición;
- v) Consumo como función de la biomasa disponible;
- vi) Selección de la dieta como función de la composición del forraje disponible; y
- vii) Proporción de plantas nuevas de un componente en la asociación como función de su proporción de adultos en la población existente.

Las funciones (i)-(iv) en conjunto describen las relaciones entre los componentes durante el crecimiento vegetativo, las funciones (v) y (vi) describen los efectos de la presión de pastoreo, mientras que (vii) describe la dinámica de las poblaciones.

En el Informe Anual de 1986 se describió la síntesis de estas funciones y su interrelación, y se discutieron las consecuencias de las tasas de crecimiento más altas de gramíneas  $C_4$  en comparación con las leguminosas  $C_3$  que llevan inevitablemente a ser dominadas por las gramíneas. Se hizo referencia breve al diseño de un experimento para validar este enfoque. La tarea principal de la sección durante el año fue continuar desarrollando el experimento que culminó con el inicio del pastoreo en Junio.

El experimento consistió de cuatro asociaciones:

Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 -  
Stylosanthes capitata cv. Capica  
Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 -  
Centrosema acutifolium cv. Vichada  
Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 -  
Arachis pintoii CIAT 17434 Brachiaria  
dictyoneura CIAT 6133 - Desmodium  
ovalifolium CIAT 3788

Se estableció cada una de estas asociaciones en tres proporciones de gramínea/ leguminosa (alta, media, y baja), y se mantuvieron las proporciones con relativa facilidad hasta que comenzó el pastoreo, mediante la defoliación diferencial de uno u otro de los componentes, dependiendo de la necesidad. Este tratamiento lo facilitó el patrón de siembra utilizado, en el cual se sembraron los dos componentes en hileras alternas. En junio se inició el pastoreo de las dos asociaciones de Andropogon gayanus, y un ciclo (cinco semanas) más tarde el de dos asociaciones de Brachiaria dictyoneura. Cada combinación de asociación/

proporción fue pastoreada por ganado fistulado en cada uno de los tres niveles de forraje permitido (3-4, 5-6, y 8-9 kg materia seca/100 kg peso vivo) en una rotación de 3 1/2 días nominales de ocupación en cada ciclo de cinco semanas. El forraje permitido varía reduciendo el tiempo de ocupación, o aumentando un animal (entero) adicional, según sea necesario. El mismo grupo de animales rota por las nueve parcelas de cada asociación, y, cuando no pastorean las parcelas, se llevan a una pastura de la asociación apropiada. De esta manera, los animales pastorean continuamente el mismo tipo de pastura para evitar problemas de cambio de selectividad que surgen al tener diferentes especies en sus dietas. Para mejorar la eficiencia en el muestreo, se seleccionaron sitios de muestreo podados utilizando la técnica de grupos muestras clasificadas, se estratificaron por altura, y se podaron a nivel del suelo inmediatamente antes y después del pastoreo. Se hizo un seguimiento del número de plantas, estolones, y macollas; de la proporción de plántulas nuevas; y del banco de semillas en el suelo utilizando plantas marcadas en las asociaciones con S. capitata y C. acutifolium, y muestras sembradas con las leguminosas D. ovalifolium y A. pintoii que son muy estoloníferas. En breve se iniciarán estudios de renovación de tejido para evaluar las tasas de senescencia y aparición de hojas.

Otros trabajos llevados a cabo durante el año incluyen estudios colaborativos acerca del crecimiento de algunas asociaciones en los experimentos de la Categoría 3 de la sección de Agronomía, la iniciación de una serie de estudios para determinar la resistencia a la quema de germoplasma seleccionado en categorías avanzadas, la iniciación de estudios acerca de la biología reproductiva de especies de Centrosema, y estudios sobre la naturaleza de la adaptación edáfica.

## Resistencia de Stylosanthes capitata a la quema

La quema se utiliza comúnmente en el manejo de sabanas nativas, y por esta razón las especies utilizadas para suplementar o reemplazarlas deben ser tolerantes a los efectos de esta práctica. Stylosanthes capitata está bien adaptada a los llanos orientales de Colombia, pero su resistencia a la quema no se conoce bien aún. Por lo tanto se inició una serie de experimentos para analizar si tiene habilidad para resistir la quema. Puesto que las temperaturas de las quemas pueden variar tanto, dependiendo de las condiciones ambientales, del estado y cantidad del combustible, etc., es necesario replicar los experimentos de quema a tiempo, para poder muestrear lo más extensamente posible el rango de condiciones que se puedan encontrar. En el experimento aquí reportado sólo se incluyeron dos tratamientos de quema, de manera que los resultados deben interpretarse con precaución. En 1983 se estableció S. capitata, entre otros tratamientos, en hileras con 3.3 m de separación en una sabana nativa en Carimagua, dominada por Trachypogon vestitus. Durante los cinco años desde su establecimiento, la leguminosa se había diseminado extensamente en la sabana. Se sobreimpusieron dos tratamientos con quema y se compararon con un testigo sin quema en cuanto a la cantidad de daño causado a las plantas vivas de S. capitata, se clasificaron por tamaño, número de plantas que sobrevivieron, junto con el sitio y el número de retoños, reserva de semilla en el suelo, y plántulas que germinaron. Se hicieron observaciones tanto dentro de las hileras originales como dentro de la sabana.

La temperatura del fuego se evaluó utilizando crayolas térmicas aplicadas a platos de aluminio de 20 cm cuadrados. Se colocaron los platos boca abajo dentro de las hileras y

dentro de la sabana, y se clasificó la altura de la sabana adyacente a cada uno. Las quemas fueron cronometradas para tomar muestras de las diferentes condiciones de agua del suelo, para determinar si el contenido de agua del suelo afectó la habilidad de las plantas de sobrevivir. La primera quema (Q1) se realizó a los tres días de haberse secado el suelo después de una precipitación de 54 mm, (agua gravimétrica 15.9% 0-10 cm), y la segunda (Q2) el día posterior a una precipitación de 24 mm estando húmeda la superficie del suelo (agua gravimétrica 18.1%).

Las temperaturas del suelo fueron más altas en la Q2 en comparación con la Q1 (187 comparada con 134C), y más altas (216C) donde la sabana era más alta que donde era corta (122C). Siete días después de la quema, menos del 2% de las leguminosas no habían sido afectadas por los tratamientos, sin encontrar diferencias entre la sabana y las hileras, ni entre la Q1 ni la Q2. No obstante, después de 49 días, el 74% de las plantas habían retoñado con 3.5 nuevos retoños por planta. Es particularmente interesante que el 97% de los retoños surgieron de la corona, que está en la superficie del suelo, y no hubo ningún retoño de las raíces de las otras plantas.

El fuego redujo las reservas de semilla del suelo de 157 a 84 plantas/m<sup>2</sup>, pero la emergencia de plántulas después de la quema fue de 5.8, y 8.6 plantas/m<sup>2</sup> en Q1 y Q2 respectivamente, en contraste con el testigo que fue de 3.7.

Con base en estos datos se concluyó que S. capitata es resistente a la quema, al menos a comienzos de la estación lluviosa. Además, la planta no parece ser más vulnerable cuando el suelo está mojado, en comparación a cuando está más bien seco. Obviamente, es necesario hacer trabajos adicionales para definir más claramente

la reacción de la planta al fuego bajo un rango de condiciones más amplio, inclusive durante la época seca.

### Biología de la semilla de especies de Centrosema

Durante el taller de trabajo sobre la biología de Centrosema llevado a cabo en CIAT en Febrero, 1987, se recomendó entre otras cosas que era necesario un entendimiento más profundo de los factores que controlan el comportamiento reproductivo de las especies de Centrosema. Se sugirió esta recomendación por dos consideraciones:

La supervivencia a largo plazo de un componente de una pastura depende tanto de la longevidad de las plantas originales, como de su habilidad para crear otras nuevas, ya sea vegetativamente o a partir de semilla. En esos componentes en que los individuos viven poco, la regeneración es vital para el éxito del componente. Más aún, la habilidad de un componente de sobrevivir una catástrofe, o un mal manejo --cualquiera de los cuales puede matar las plantas existentes-- dependerá inexorablemente de la reserva adecuada de semilla germinable.

Para que el nuevo germoplasma entre con éxito a la práctica comercial, es esencial un paquete tecnológico de producción de semilla. Por lo tanto es necesario tener conocimiento de los factores ambientales que controlan la producción de semilla para poder definir aquellas áreas apropiadas para la producción de semilla.

En muchas especies de leguminosas tropicales, la reproducción se controla por medio de una variedad de respuestas a la duración del día, de

tal manera que algunas áreas donde no se cumplen las condiciones críticas de la duración del día, son inapropiadas para el crecimiento de semilla (y probablemente de la planta) de especies específicas, sin alguna manipulación genética de sus respuestas a la duración del día. en el primero de una serie de experimentos iniciados en el invernadero en Palmira, se está investigando las respuestas a la duración del día de una variedad de especies de Centrosema, colaboración con la Sección de Semillas.

En el primer experimento, se está sembrado material seleccionado cada 4 semanas. En este sitio (3.5 grados latitud N), la variación anual de la duración del día es de aproximadamente 40 minutos, de tal manera que la floración es inhibida en germoplasma con un requerimiento de día corto de menor a las 11.5 h aproximadamente, o con un requerimiento de día largo mayor de 12.5 h aproximadamente. El material en el experimento es:

<u>Accesión</u>	<u>Epoca floración</u> (Siembra Agosto)
<u>Centrosema pubescens</u> CIAT 438	9 semanas
<u>Centrosema brazilianum</u> CIAT 5234	9 semanas
<u>Centrosema arenarium</u> CIAT 5236	9 semanas
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5452	12 semanas
<u>Centrosema macrocarpum</u> CIAT 5713	14 semanas
<u>Centrosema acutifolium</u> CIAT 5568	14 semanas
<u>Centrosema acutifolium</u> CIAT 5277	14 semanas

### Crecimiento de las asociaciones bajo pastoreo en la Categoría 3

En el Informe Anual de 1986, se informó sobre el comportamiento de las asociaciones de especies de Centrosema en mezclas con Andropogon gayanus bajo pastoreo. Se están realizando estudios similares en otras dos asociaciones de interés, Arachis pintoí en mezclas con accesiones de especies de Brachiaria, y una variedad de germoplasma de Desmodium ovalifolium en mezclas con Brachiaria dictyoneura. Este trabajo se está realizando en colaboración con la sección de Agronomía en Carimagua.

En el experimento con Arachis pintoí, se sembró la leguminosa (CIAT 6133) con cinco accesiones de Brachiaria humidicola (CIAT 679, 6294, 6369, 6705, y 6709). En el experimento con Desmodium ovalifolium se sembraron seis accesiones de la leguminosa (CIAT 350, 3776, 3794, 13089, 13092, y 13129) con Brachiaria dictyoneura (CIAT 6133). Ambos fueron pastoreados a dos niveles de forraje permitido, obtenido utilizando diferentes períodos de ocupación en una rotación similar (28/7 y 32/3 días de descanso/ocupación, respectivamente). Los experimentos se muestrearon a nivel del suelo inmediatamente antes de la entrada de los animales y después del pastoreo. En cada ocasión, se determinó el rendimiento de materia seca de cada componente, y la proporción de hoja, tallo, y materia muerta así como el área foliar.

Ambos experimentos han sido muestreados durante más de un año, y proporcionan una oportunidad para examinar en detalle las diferencias en el crecimiento de las especies que componen las dos asociaciones.

Por consiguiente, se combinaron los datos en la misma escala de tiempo para poder examinar si habían algunas características comunes. Cabe anotar

que los dos experimentos no fueron replicados formalmente en el mismo diseño, y que por lo tanto las comparaciones carecen de un rigor formal. Sin embargo, los experimentos fueron separados por una distancia de sólo unos cuantos cientos de metros, para tener la oportunidad de comparar los datos de los dos experimentos, los cuales se realizaron bajo un manejo similar.

El rendimiento total de materia seca entre las dos asociaciones (Figura 1) muestra una similitud marcada en el patrón durante la estación lluviosa 1986 y hasta que se suspendió el pastoreo en febrero 1987. El efecto principal, como era de esperarse, fue el tratamiento de forraje permitido. A principios del período de crecimiento de 1987, sin embargo, las asociaciones con Arachis pintoí fueron claramente superiores. Los datos para los rendimientos de materia verde de la gramínea (Figura 2) muestran que el tratamiento de forraje permitido tuvo poca influencia sobre el rendimiento de gramíneas durante 1986, ni en las asociaciones con Arachis pintoí en 1987. En las asociaciones con Desmodium ovalifolium en 1987, sin embargo, los rendimientos de gramíneas fueron afectados por el tratamiento de forraje permitido. En contraste, los rendimientos de leguminosas verdes (Figura 3), fueron afectadas enormemente por el tratamiento de forraje permitido hasta que se suspendió el pastoreo a comienzos de 1987. Cuando volvió a iniciarse el pastoreo, el contenido de leguminosas de las asociaciones con accesiones de Desmodium ovalifolium había descendido a un nivel bajo, mientras que Arachis pintoí permaneció alto.

Las tasas de crecimiento tanto de las gramíneas como de las leguminosas en las dos asociaciones se calcularon para los períodos de descanso de cada ciclo de pastoreo, y se trazó comparando el peso promedio de la hoja para el mismo período. En las gramíneas,

9-71

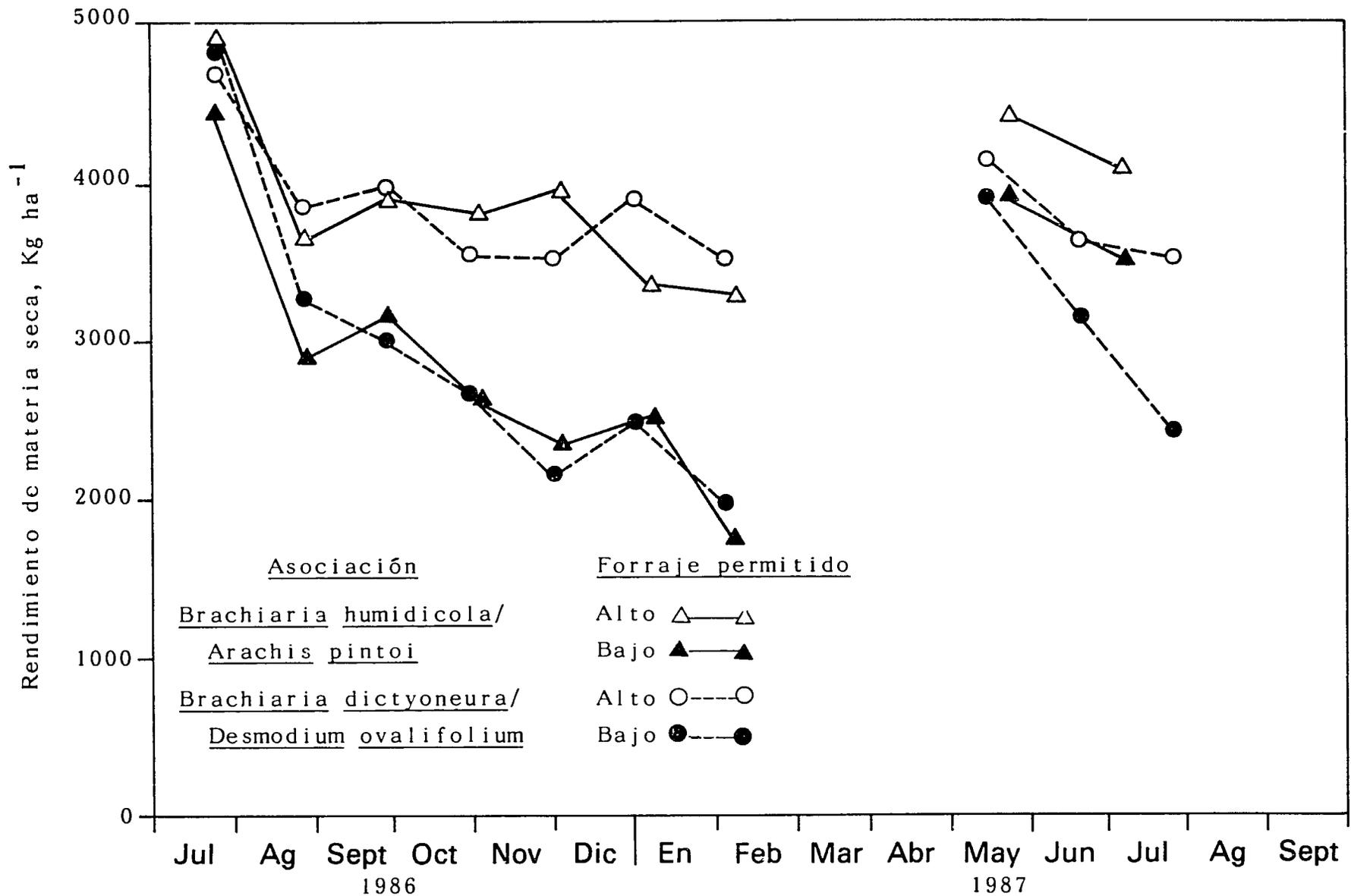


Figura 1. Rendimiento total de materia seca de dos asociaciones en Carimagua pastoreadas a dos niveles de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

V. E.



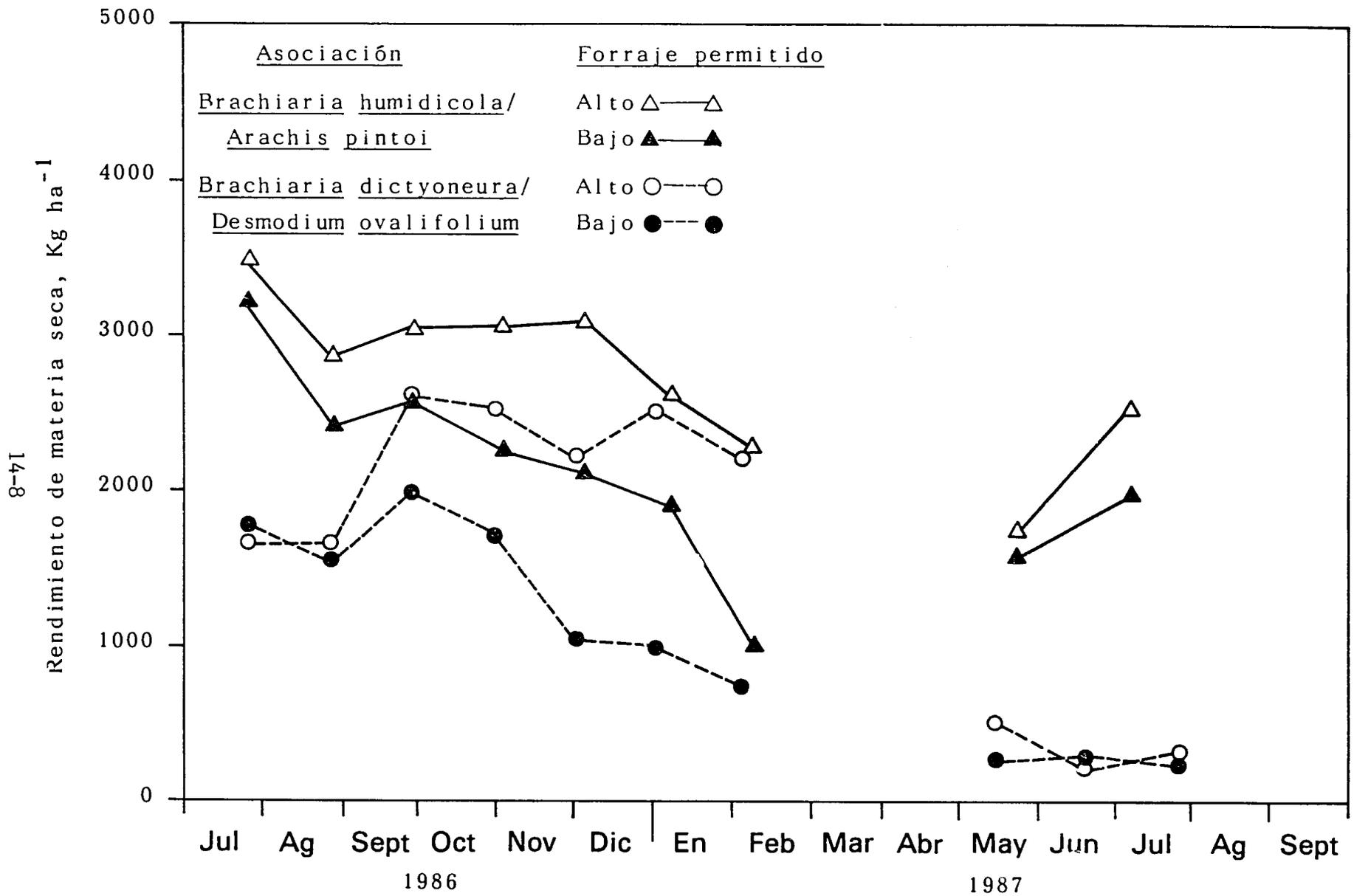


Figura 3. Rendimiento de materia viva de la leguminosa en dos asociaciones en Carimagua pastoreadas por dos niveles de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

1751

hubo una marcada concurrencia entre las dos asociaciones en la que la mayoría de los datos en cada tratamiento de forraje permitido mostró una tendencia lineal (Figuras 4 y 5). Los factores externos a la tendencia general se identifican en las figuras con la fecha de observación. Mientras que es solamente posible especular sobre las razones por las cuales los datos exteriores no concuerdan, resulta que son los mismos períodos de lluvia durante el año (tanto 1986 como 1987 tuvieron precipitaciones por encima del promedio con períodos de tiempo muy lluvioso, durante el cual se saturó el suelo). Es plausible que algún factor asociado con la humedad extrema hubiera causado los bajas tasas de crecimiento, pero también es obvio que algunos otros factores pudieran haber sido responsables. No obstante, parece que durante gran parte del período cubierto por estos datos, la tasa de crecimiento de las gramíneas estuvo controlado por la cantidad de hojas, sin tener en cuenta la especie de Brachiaria, o de la leguminosa asociada. La tasa de unidad foliar (la pendiente de la relación, tasa de crecimiento por unidad foliar:masa foliar de la noja) fue más alta en el tratamiento con un nivel bajo de forraje permitido. Invariablemente este tratamiento obtuvo masas foliares más bajas, y por lo tanto se presume una promedio de edad más joven de la hoja.

Se derivaron relaciones similares para las leguminosas, aunque aquí hubo más factores externos, y la relación con las condiciones húmedas no pudieron hacerse más plausibles (Figuras 6 y 7). La unidad de área foliar para los dos tratamientos distintos de forraje permitido fueron similares, pero sustancialmente menores que para las gramíneas, lo cual es consistente con sus vías fotosintéticos diferentes.

### Factores que afectan la adaptación edáfica

Es común observar que hay diferencias sustanciales entre el comportamiento del germoplasma entre sitios en el mismo ecosistema. Por ejemplo, hay grandes diferencias en el comportamiento de Centrosema acutifolium y Centrosema macrocarpum en sitios en Carimagua tales como La L y Yopare, que están situados solamente 2-3 km de distancia. Esta observación hace surgir la pregunta de adaptación edáfica, y sus mecanismos causales. Mientras que todo el germoplasma para uso en las sabanas isohipertérmicas está tamizado extensamente por tolerancia a suelos ácidos y alta saturación de aluminio, y por lo tanto se considera como adaptada a estas condiciones, las características específicas que encajan con las plantas para crecimiento en estos suelos no han sido definidas.

La diferencia básica entre los dos sitios descritos anteriormente parece estar en la textura de los suelos en vez de sus características químicas. Sin embargo no es fácil entender cómo las diferencias en la textura del suelo podrían influenciar el crecimiento de la planta hasta tal punto que parece que sí, y se hipotetiza que otros factores, correlacionados con la textura del suelo, son responsables y operan influenciando las relaciones competitivas entre los dos componentes de la pastura sembrada.

Para obtener algunos datos preliminares acerca de la naturaleza de la adaptación edáfica y su influencia en las relaciones de la planta, se estableció un experimento en Julio-Agosto en Carimagua en cuatro sitios con textura de suelo contrastante para examinar las relaciones de competencia entre los componentes de las asociaciones gramíneas-leguminosas seleccionadas. Los sitios fueron Alcancía (12

14-10

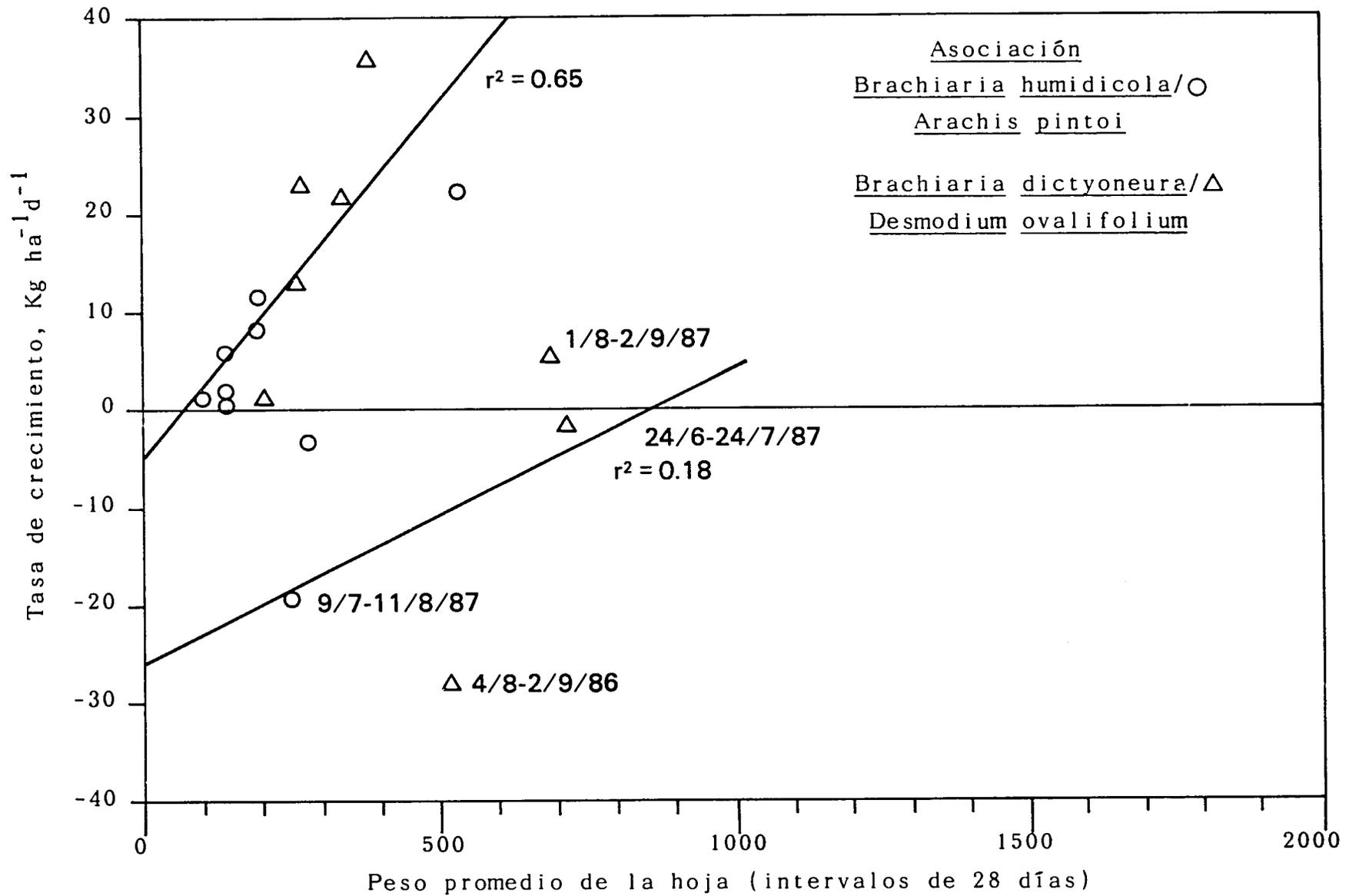


Figura 4. Relación entre la tasa de crecimiento y el peso promedio de la hoja del componente de gramíneas de dos asociaciones en Carimagua pastoreadas con un bajo nivel de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

24/11

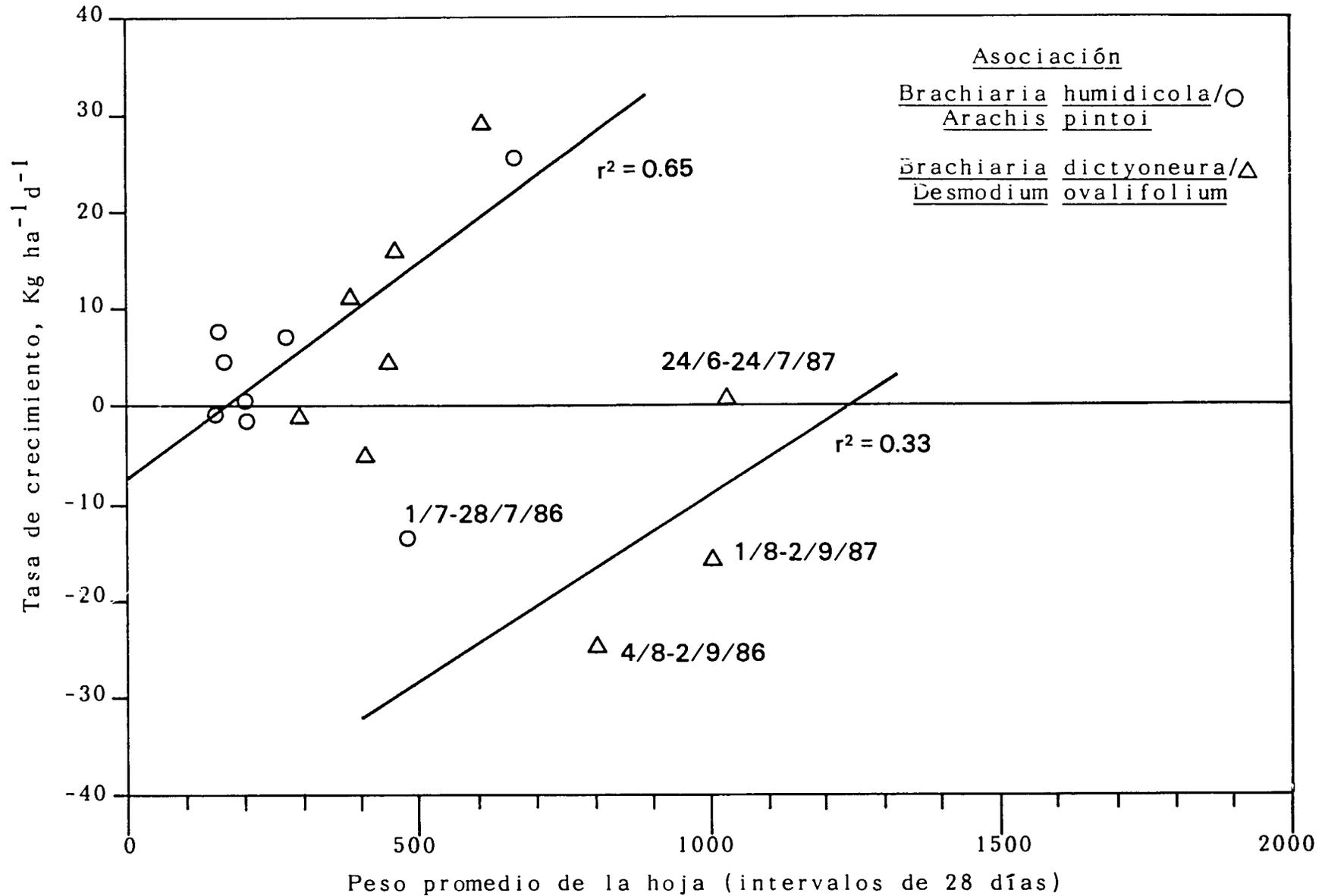


Figura 5. Relación entre la tasa de crecimiento y el peso promedio de la hoja del componente de gramíneas de dos asociaciones en Carimagua pastoreadas con un nivel alto de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

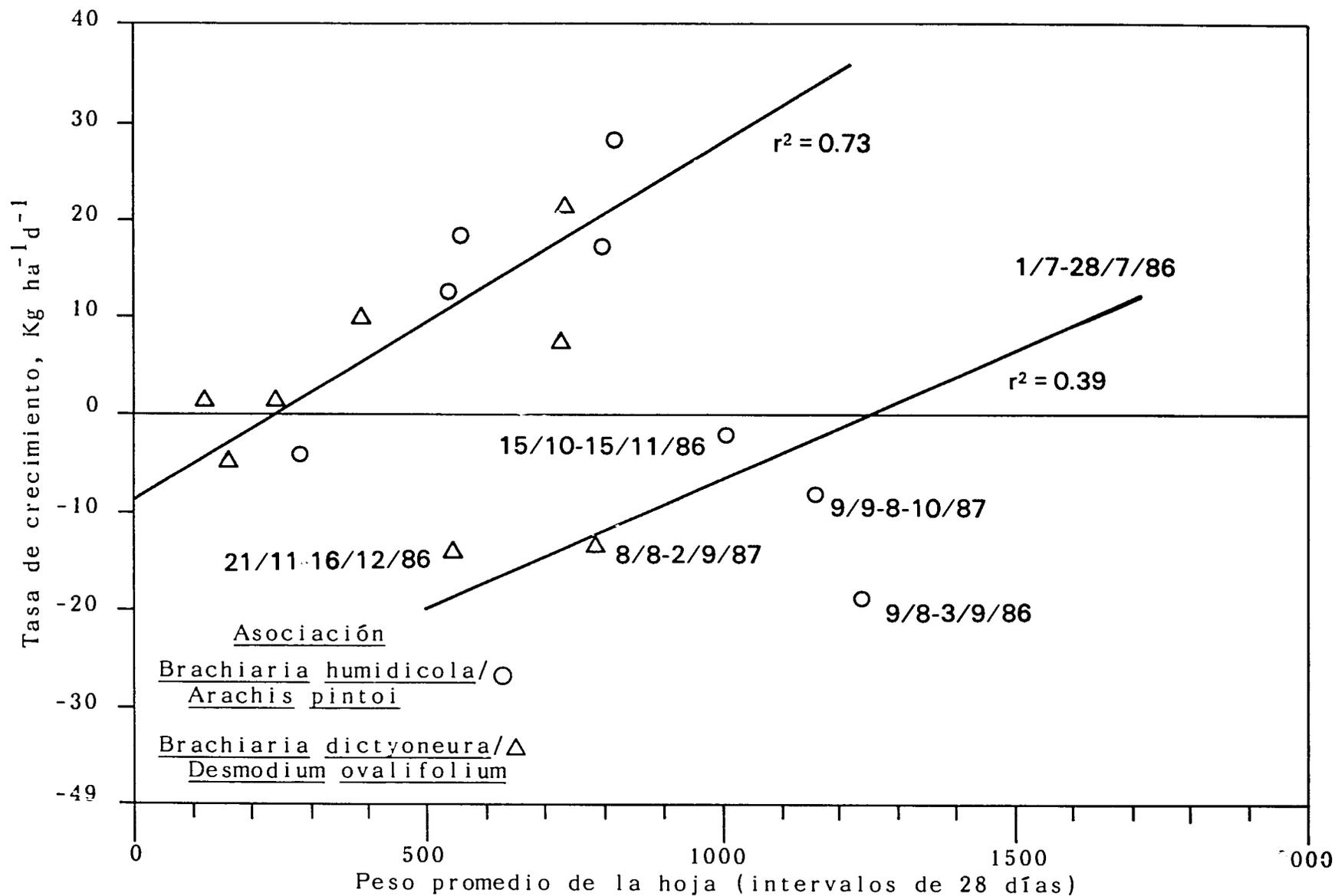


Figura 6. Relación entre la tasa de crecimiento y el peso promedio de la hoja del componente de leguminosas de dos asociaciones en Carimagua pastoreadas con un nivel bajo de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

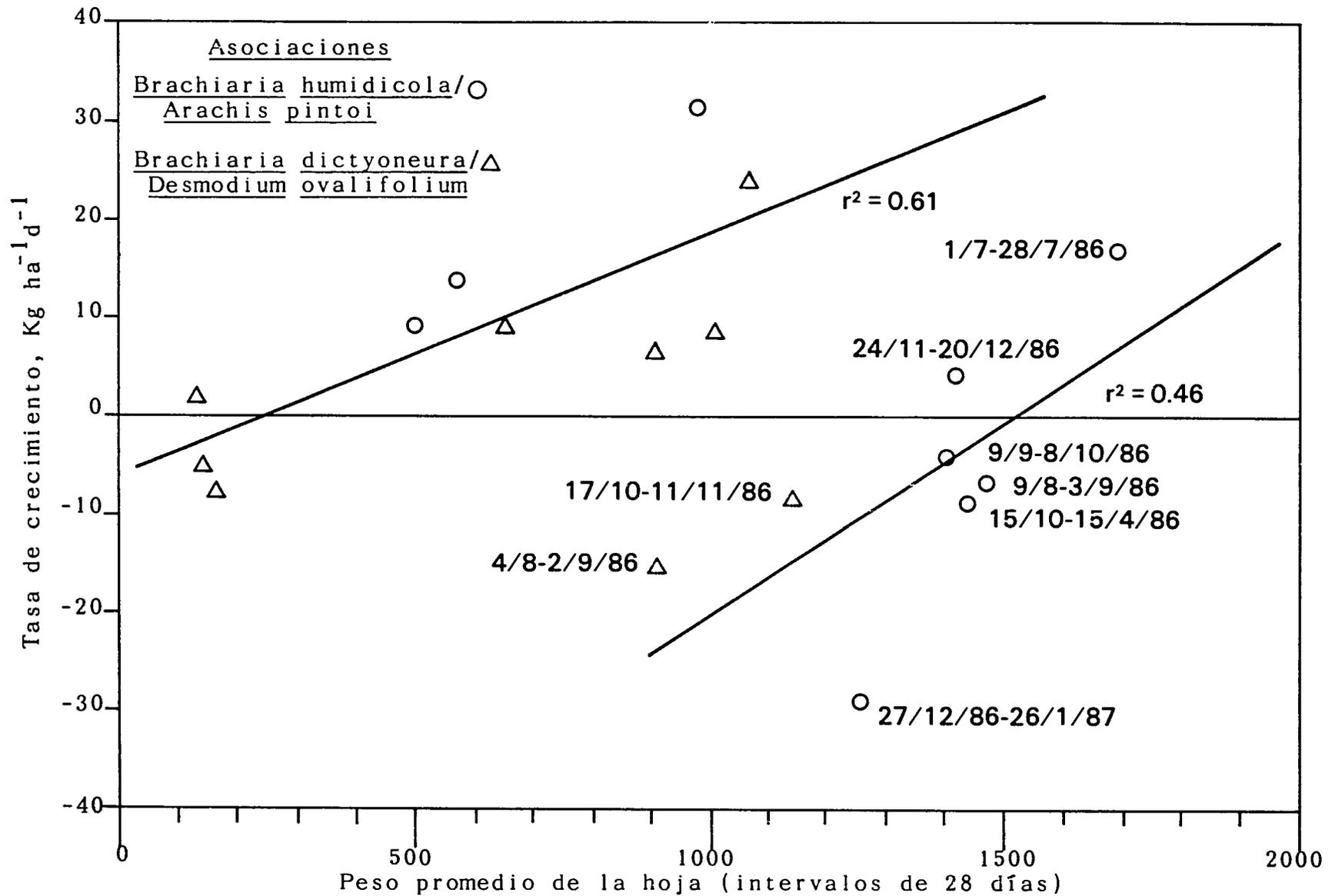


Figura 7. Relación entre la tasa de crecimiento y el peso promedio de la hoja del componente de leguminosas de dos asociaciones en Carimagua pastoreadas con un nivel alto de forraje permitido. Los datos son los promedios de las accesiones.

hrc.

por ciento arena), dos sitios en Yopare (24 y 36 por ciento) y Alegría (50 por ciento). En cada sitio se establecieron las siguientes asociaciones como parcelas principales:

Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 -  
Stylosanthes capitata cv. Capica  
Andropogon gayanus cv. Carimagua 1 -  
Centrosema acutifolium cv. Vichada  
Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 -  
Arachis pintoi CIAT 17434  
Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 -  
Desmodium ovalifolium CIAT 13089  
Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 -  
Centrosema acutifolium cv. Vichada

Las sub-parcelas fueron una serie de reemplazos entre los dos componentes

con proporciones de establecimiento de: 1.0/0.0, 0.75/0.25, 0.50/0.50, 0.25/0.75, y 0.0/1.0.

Se tomarán medidas para poder evaluar a través de los cuatro sitios cambios en la tasa relativa de reemplazo entre los componentes con tiempo, como también su composición química, distribución de raíces, y proporciones de agua. Otros tratamientos y medidas, por ejemplo, la influencia de los tratamientos con fertilizante en la tasa relativa de reemplazo y la forma de la relaciones de competencia entre los componentes de las asociaciones, se desarrollarán a medida que se obtienen los datos.

## 15. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS

La Sección de Calidad y Productividad de Pasturas ha seguido concentrando sus esfuerzos en la evaluación de factores de calidad de germoplasma promisorio y en la determinación de requerimientos de manejo del pastoreo y niveles de producción animal de pasturas con germoplasma de categoría IV. Adicionalmente, la Sección ha venido trabajando en el desarrollo de metodologías de evaluación de pasturas bajo pastoreo relevantes a la RIEPT. En este informe se resumen resultados de ensayos de pastoreo en marcha y de trabajos metodológicos ya finalizados.

### MANEJO Y PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS

Durante 1987 se continuó evaluando en la subestación Quilichao un experimento de pastoreo con B. dictyoneura (6133) en asociación con D. ovalifolium (350). En la estación Carimagua se continuó la evaluación de B. decumbens solo y asociado con Kudzú y de pasturas a base de C. acutifolium (5277 - 5568) y se inició la evaluación de B. decumbens solo y asociado con S. capitata cv. Capica + C. acutifolium cv. Vichada.

#### Ensayo de pastoreo - Quilichao

##### Pastoreo de B. dictyoneura/D. ovalifolium

En este informe se presentan resultados de 3.5 años de pastoreo, siempre utilizando un sistema rotacional de 7 días de ocupación y 21 días de descanso. En la Figura 1 se muestra la ganancia diaria promedio de peso para

las tres cargas y claramente se ve un efecto de intensidad de pastoreo y una disminución de las ganancias con el tiempo. Mediciones complementarias realizadas en este ensayo muestran que la menor ganancia de peso obtenida en carga alta está asociada con una menor disponibilidad de materia seca verde de gramínea (Figura 2). Por otro lado, las menores ganancias de peso a través del tiempo en esta pastura se han asociado a una disminución drástica del D. ovalifolium 350 en el forraje en oferta y en la dieta seleccionada (Figura 3), lo cual ha determinado una reducción en el nivel de proteína cruda en el forraje seleccionado (Figura 4).

Obviamente, esta pastura ha sido poco estable en el tiempo, particularmente la leguminosa, lo cual se debe en gran parte al ataque de "chiza" (Euethiola sp.) en el segundo año de pastoreo. Períodos secos frecuentes y prolongados durante el tercer año de pastoreo también han contribuido a poca regeneración de D. ovalifolium por semilla de reserva en el suelo. El ensayo se continuará por un año más y el análisis final de los resultados se hará tratando de establecer relaciones entre atributos de la pastura y ganancia de peso.

#### Ensayos de Pastoreo - Carimagua

##### Pastoreo de B. decumbens con y sin Kudzú

El ensayo de pastoreo con B. decumbens solo y en asociación con Kudzú entró

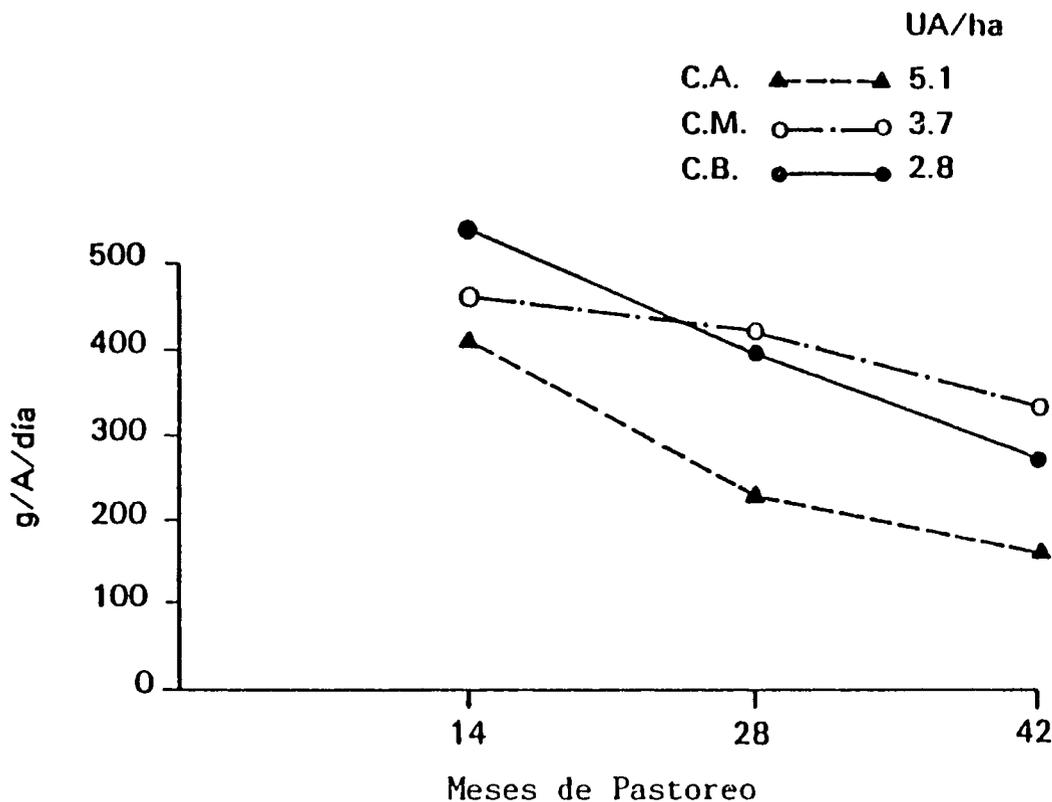


Figura 1. Ganancia diaria promedio de peso en B. dictyoneura/D. ovalifolium 350 bajo 3 cargas en pastoreo rotacional (Quilichao).

en su 9o. año de evaluación. En el informe de 1986 se reportó un fuerte ataque de "mion" en las dos repeticiones de B. decumbens en mezcla con Kudzú, lo cual se asoció a una alta acumulación de biomasa, posiblemente por reciclaje de nitrógeno de la leguminosa. Este ataque de "mion" sobre el B. decumbens determinó que durante 1986 la asociación se pastoreara con menos carga (1.5 A/ha) que el monocultivo (2.5 A/ha) durante la época lluviosa. Sin embargo, durante la época seca y lluviosa de 1987 los dos tratamientos se pastorearon con la misma carga (1.0 A/ha en sequía, 2.0 A/ha en lluvia). Esta decisión estuvo basada en una excelente recuperación tanto de B. decumbens como de Kudzú en las dos repeticiones (Figura 5). A esta recuperación posiblemente influyó la menor carga utilizada durante la época lluviosa de 1986 cuando se presentó el ataque de "mion" y también una fertilización de mantenimiento (10 kg P, 10 kg K, 10 kg S y 5 kg Mg/ha) al inicio de lluvias de este año en todas

las pasturas.

Las ganancias de peso obtenidas durante 1987 se presentan en el Cuadro 1.

Se observa que durante la época seca las ganancias de peso fueron mayores en la asociación que en el monocultivo, lo cual es consistente con lo observado en años atrás. Debe indicarse que la época seca de 1987 fue muy suave, lo cual determinó relativamente altas ganancias de peso. Por otro lado, la precipitación durante el año fue muy alta (> 2700 mm hasta Octubre), lo cual resultó en encharcamiento de los potreros y amarillamiento del B. decumbens y, por ende, bajas ganancias de peso en todos los tratamientos. Sin embargo, aún así en esta época las ganancias de peso fueron el doble en la asociación que en la gramínea pura.

Pastoreo de B. decumbens con y sin Leguminosas (S. capitata y C. acutifolium)

En el ensayo de pastoreo con B.

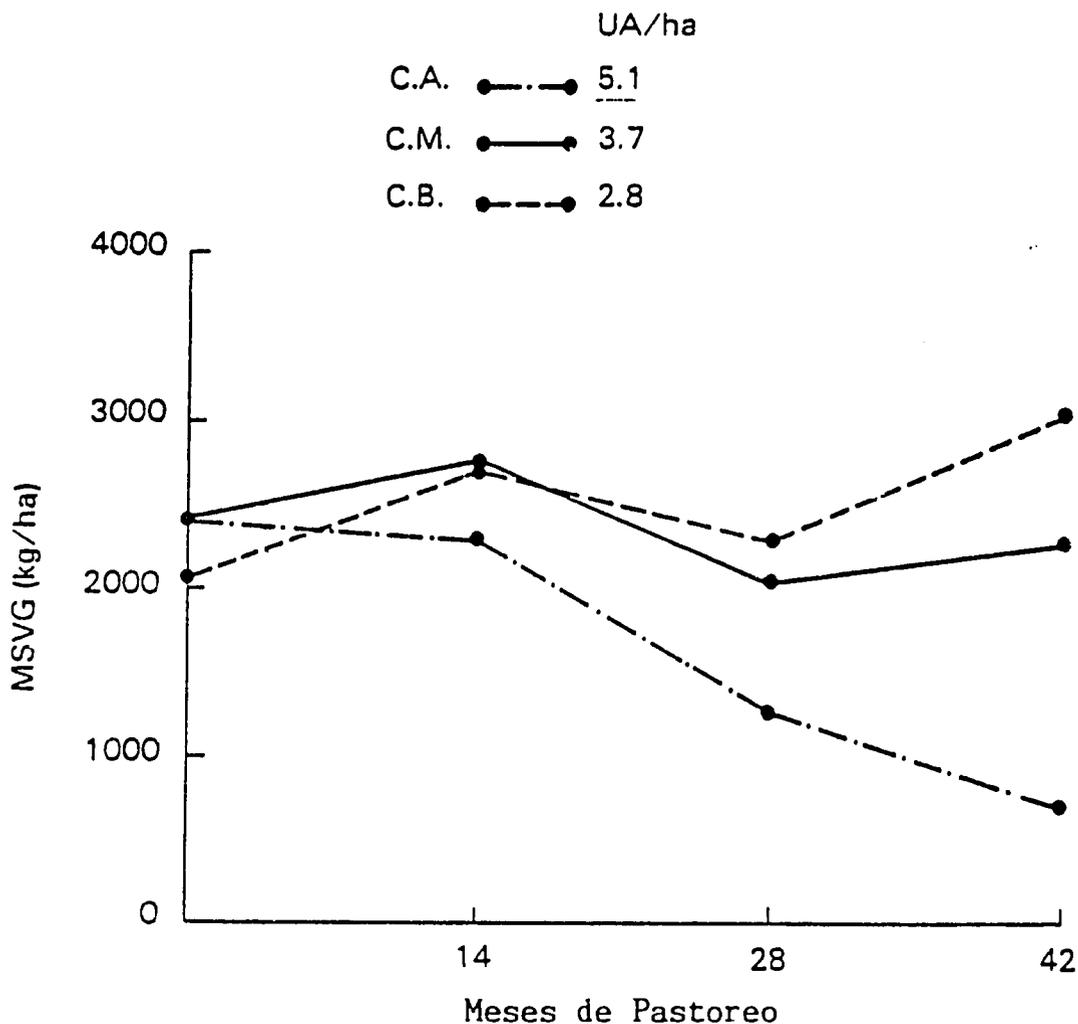


Figura 2. Disponibilidad de materia seca verde de gramínea (MSVG) en B. dictyoneura/D. ovalifolium 350 bajo 3 cargas en pastoreo rotacional (Quilichao).

decumbens con y sin Kudzú las ganancias de peso han sido consistentemente mayores en la asociación que en el monocultivo (130 vs. 180 kg/A/año). Sin embargo, ha sido interesante observar que la productividad de B. decumbens sin leguminosa se ha mantenido relativamente estable a través del tiempo (ver Informe 1985). Esto es contrario a lo que se esperaría en una gramínea sin aplicación de nitrógeno en suelos arcillosos con relativo bajo contenido de materia orgánica. Se podría postular que la productividad de B. decumbens declinaría rápidamente en suelos con mayor contenido de arena y en consecuencia menos materia orgánica. Para probar esta hipótesis se montó un ensayo de

pastoreo en un suelo arenoso (30% de arena) en el cual se incluyó B. decumbens solo y en asociación con S. capitata/C. acutifolium manejados con la misma carga (2 A/ha) y dos sistemas de pastoreo alterno (7/7 y 21/21, días de ocupación/descanso). El pastoreo se inició en el verano de este año con un manejo similar para todas las pasturas y los tratamientos se impusieron al iniciarse la época lluviosa. Muy rápidamente se han producido diferencias en ganancia de peso entre tratamientos, siendo mayor las ganancias en la asociación (556 g/A/día) que en el monocultivo (437 g/A/día) (Cuadro 2). Por otro lado, se presentó una tendencia de mayores ganancias de peso en el sistema 7/7 que en 21/21. La

243

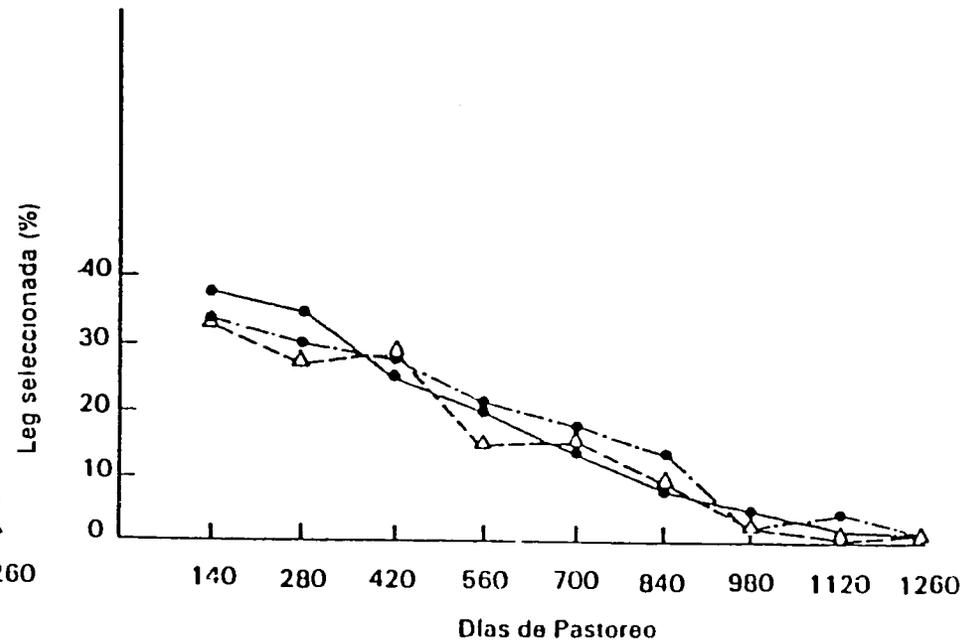
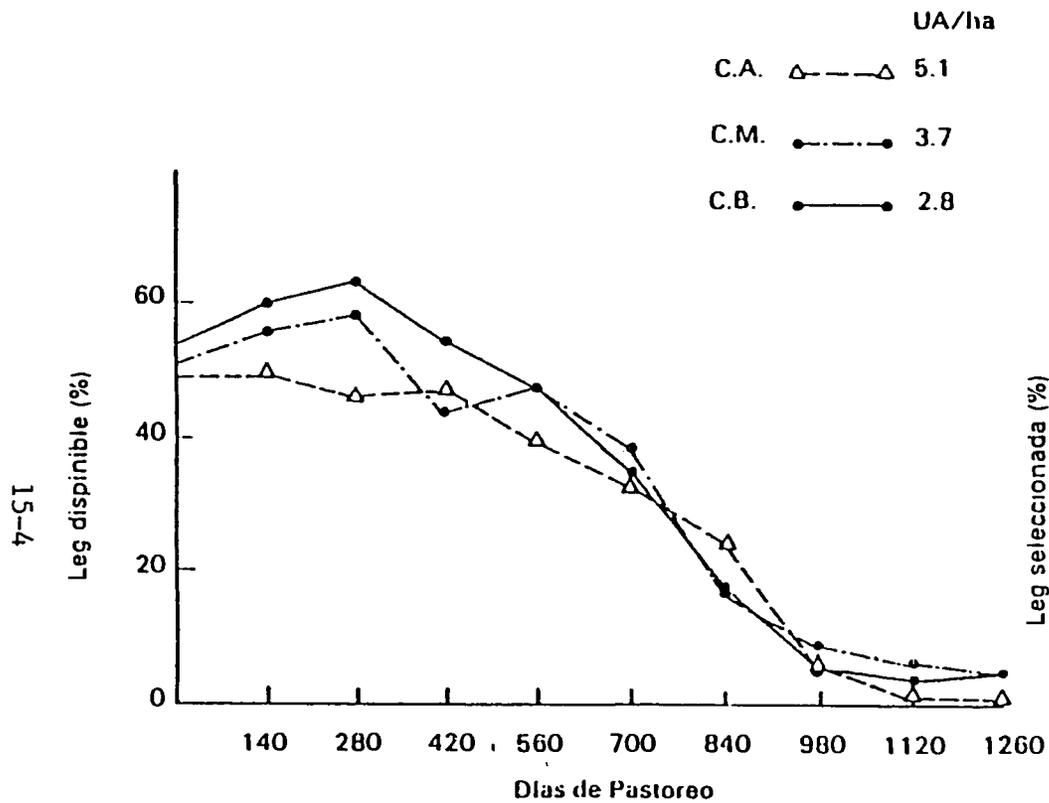


Figura 3. Proporción de leguminosa disponible y seleccionada en B. dictyoneura/B. dictyoneura/B. ovalifolium 350 bajo tres cargas en pastoreo rotacional (Quilichao).

2/19

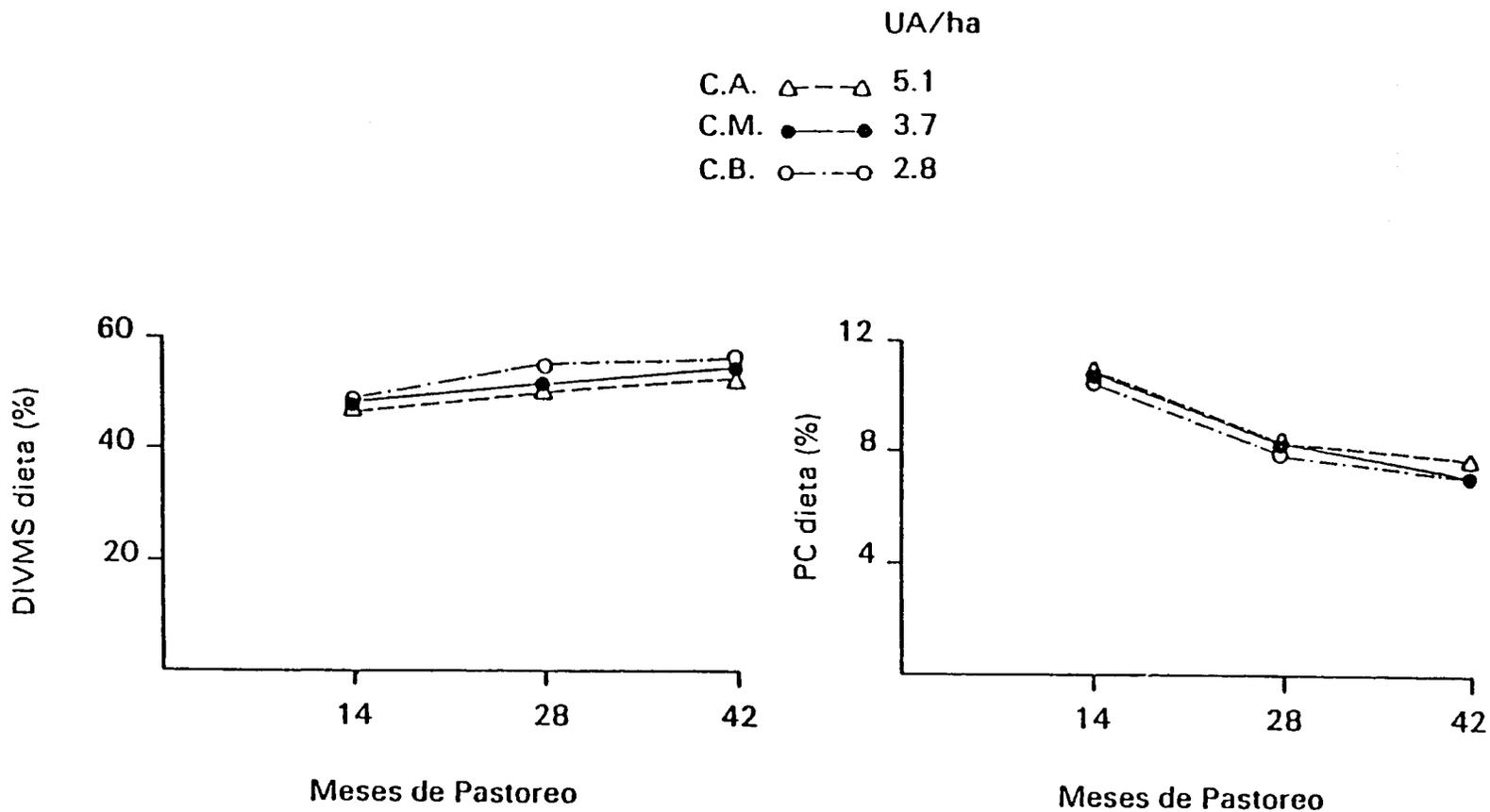


Figura 4. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y proteína cruda (PC) de la dieta seleccionada en B. dictyoneura/D. ovalifolium 350 bajo tres cargas en pastoreo rotacional (Quilichao).

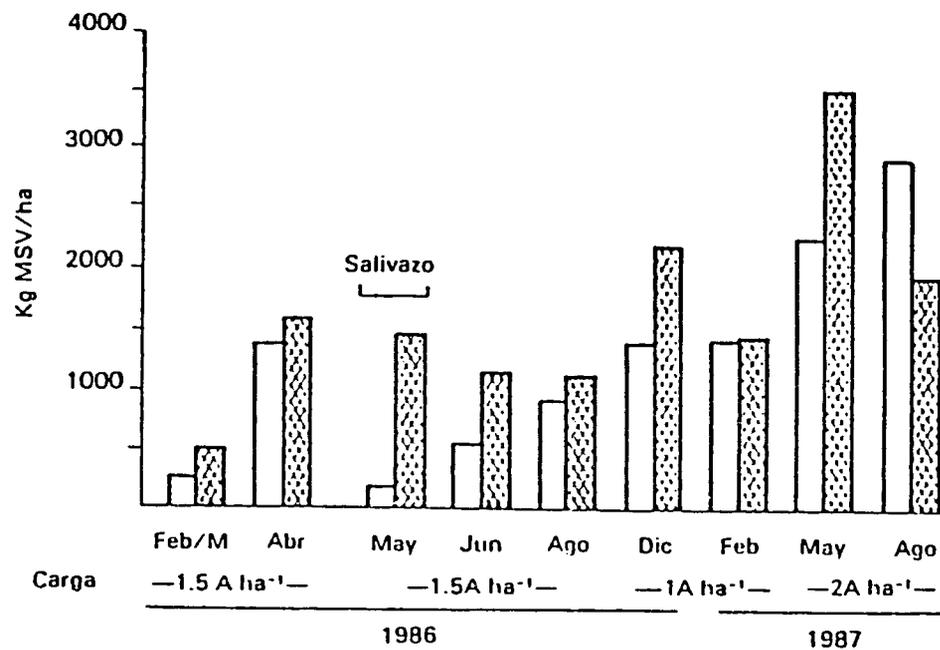
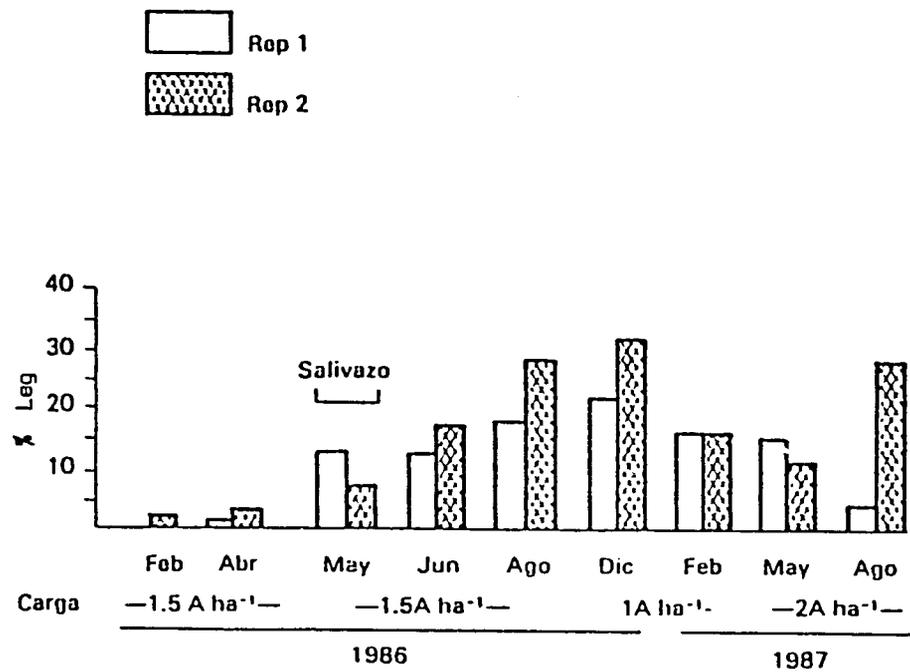


Figura 5. Disponibilidad de materia seca verde (MSV) y de leguminosa (%) en una asociación de B. decumbens/Kudzú bajo pastoreo continuo (8o. y 9o. año de pastoreo - Carimagua).

261

Cuadro 1. Ganancias de peso estacional en B. decumbens solo y asociado con Kudzú (1987-90. año de pastoreo - Carimagua).

Pastura	Carga S/LL (A/ha)	Epoca		Año (kg/A)
		Seca <sup>1</sup> ----- g/A/día -----	Lluviosa <sup>2</sup> -----	
<u>B. decumbens</u>	1/2	450 <sup>b</sup>	172 <sup>b</sup>	94
<u>B. decumbens/Kudzú</u>	1/2	522 <sup>a</sup>	389	157
	$\bar{x}$	486	281	

1/ 111 días

2/ 254 días

a, b, Medias diferentes (P > .07)

Cuadro 2. Ganancias de peso en Brachiaria decumbens solo y asociado con leguminosas bajo dos sistemas de pastoreo (1987 - Carimagua) <sup>1</sup>.

Pastura	Carga A/ha	Sistema de Pastoreo		$\bar{x}$
		7/7 <sup>2</sup> ----- g/A/día -----	21/21	
<u>B. decumbens</u>	2.0	479	399	439b
<u>B. decumbens/S. capitata/ C. acutifolium</u>	2.0	559	540	550a
	$\bar{x}$	519	470	

1/ 243 días de lluvia - 1er. año de pastoreo.

2/ Alternación (días ocupación/días descanso).

a, b Medias diferentes ( $\Gamma < .08$ ).

disponibilidad de forraje medida en la época de lluvias ha sido similar para los dos sistemas de pastoreo, pero mayor en la asociación (2113 kg MS/ha) que en el monocultivo (1460 kg MS/ha). Con el tiempo se espera que se produzcan diferencias grandes en disponibilidad de forraje entre tratamientos que a su vez se reflejen en productividad animal.

#### Pastoreo de Gramíneas Nativas con C. acutifolium

En 1984 se estableció un ensayo de pastoreo de categoría IV en Carimagua con A. gayanus en asociación con C. acutifolium (5277 - 5568) bajo diferentes manejos del pastoreo. El ensayo se inició en Abril de 1985 y se reportaron datos de ganancia de peso hasta finales de 1986 (ver Informe Anual 1986). Un fuerte ataque de hormigas (Acromyrmex sp.) resultó en la pérdida de A. gayanus en todos los tratamientos, siendo reemplazado por gramíneas nativas principalmente A. bicornis. Dada la alta proporción de C. acutifolium en todos los tratamientos se decidió continuar el ensayo durante 1987. Los resultados de ganancia de peso (Cuadro 3) muestran que tanto en la época seca como lluviosa las ganancias de peso fueron influenciados por manejo, pero aceptables en todos los casos. En la carga media (1.0 A/ha) en pastoreo continuo, los animales ganaron más peso que en carga alta (1.5 A/ha) pastoreo rotacional, no existiendo diferencias con la carga baja (0.75 A/ha) pastoreo continuo. La mayor ganancia de peso en la carga media estuvo asociada con una mayor proporción de A. gayanus en el forraje en oferta.

Un resultado interesante de este ensayo ha sido la alta proporción de leguminosa en la dieta seleccionada por los animales en pastoreo particularmente en la época lluviosa (Cuadro 4), lo cual es contrario a lo observado cuando la gramínea predominante fue A. gayanus (ver Informe 1986). Estos resultados indican que en gran

medida los animales han substituído gramíneas nativas de baja calidad por leguminosa, resultando en ganancias de peso aceptables. Se postula que la leguminosa está aportando al animal no solamente un alto nivel de proteína sino también de energía. Con la introducción de C. acutifolium cv. Vichada en una sabana de mejor calidad (i.e. T. vestitus) en la ausencia de quema podría existir menor grado de substitución de gramínea por leguminosa.

El ensayo se continuará y se realizarán mediciones en la vegetación con el fin de determinar la dinámica en el tiempo de las gramíneas nativas y de la leguminosa.

#### Nuevos Ensayos de Categoría IV

Durante 1987 se establecieron en Carimagua ensayos de pastoreo con leguminosas en categoría IV. El primer ensayo incluye B. humidicola 679 solo y asociado con D. ovalifolium 13089 el cual es un ecotipo seleccionado por ser tolerante al nemátodo del tallo. El experimento se encuentra replicado en dos sitios con diferente textura de suelo (0 y 30% de arena) y replicado además dentro de cada sitio, e incluye los siguientes tratamientos en un diseño completamente al azar con arreglo factorial incompleto:

1. Asociación y monocultivo.
2. Cargas variables por época del año con 2 y 3 A/ha en época seca y 3 y 4 A/ha en época lluviosa, para la asociación. Para el monocultivo únicamente se tiene la carga alta de época seca (3 A/ha) y de época lluviosa (4 A/ha).

El sistema de pastoreo a emplear será alterno y flexible, dependiendo del balance gramínea/leguminosa en el forraje disponible.

El segundo ensayo replicado incluye B. dictyoneura cv. Llanero (6133) y B. humidicola 679 solo y en asociación con A. pintoii 17434. Como factores de manejo se incluyen tres cargas (2, 3 y

Cuadro 3. Ganancias de peso estacional en *C. acutifolium* 5277-5568 asociado con gramíneas nativas (1987 - Carimagua).

Manejo del Pastoreo (Carga)	Epoca del Año		$\bar{x}$
	Sequía <sup>1</sup> (g/A/día)	Lluvia <sup>2</sup>	
Pastoreo continuo (0.75 A/ha)	424	449	437 <sub>a,b</sub>
Pastoreo continuo (1.0 A/ha)	464	530	479 <sub>a</sub>
Pastoreo rotacional (1.5 A/ha)	371	407	389 <sub>b</sub>
	$\bar{x}$ 419	462	

1/ 112 días

2/ 252 días

a, b, Medias diferentes (P < .10)

Cuadro 4. Proporción de *C. acutifolium* 5277 + 5568 en el forraje en oferta y seleccionado en asociaciones con gramíneas nativas (1987 - Carimagua).

Manejo del Pastoreo (Carga)	Epoca del Año			
	Sequía <sup>1</sup>		Lluvia <sup>2</sup>	
	Oferta	Dieta	Oferta	Dieta
	----- % leg. -----	-----	----- % leg. -----	-----
Pastoreo continuo (0.75 A/ha)	20	27	29	63
Pastoreo continuo (1.0 A/ha)	19	4	26	33
Pastoreo rotacional (1.5 A/ha)	71	56	48	91

1/ Muestreos Diciembre 86 y Febrero 1987

2/ Muestreos Mayo-Agosto 1987

254

4 A/ha en B. humidicola y 2, 2.5 y 3.0 A/ha en B. dictyoneura) con un sistema de pastoreo alterno y flexible dependiendo del balance gramínea-leguminosa en la pastura.

#### DESARROLLO METODOLOGICO

La sección ha venido en los últimos años trabajando en el desarrollo de metodologías de evaluación de pasturas bajo pastoreo relevantes a la RIEPT. Se resumen a continuación resultados de ensayos en marcha y de estudios ya finalizados.

#### Pastoreo Flexible - Carimagua

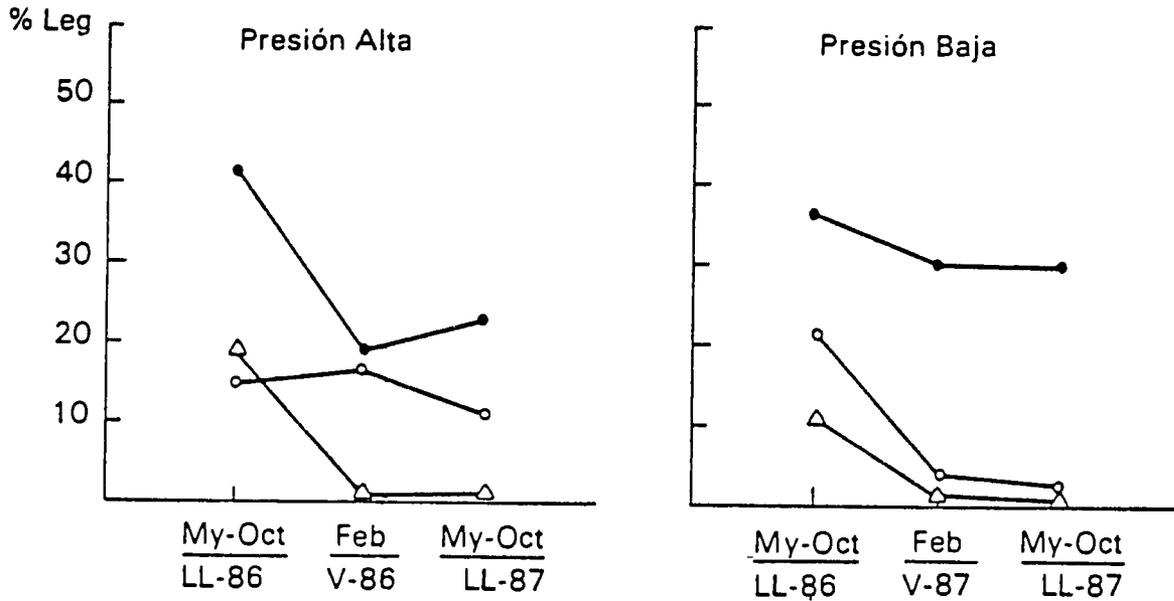
Tanto en la Estación Carimagua como Quilichao, se tienen en marcha ensayos para evaluar la estrategia de pastoreo flexible propuesta como una alternativa para la RIEPT. En el ensayo de Carimagua se tienen gramíneas contrastantes (A. gayanus cv. Carimagua y B. dictyoneura cv. Llanero + B. brizantha cv. Marandú) en asociación con Centrosema spp. (C. acutifolium 5277, C. macrocarpum 5452 y C. brasilianum 5234) bajo dos rangos de presión de pastoreo (3-5 y 6-8 kg MSV/100 kg PV/día). La siembra se realizó en 1985 y el pastoreo se inició en Abril de 1986, habiéndose reportado las primeras ganancias de peso en el Informe 1986. Durante 1987 se continuó el pastoreo del ensayo presentándose diferencias grandes en ganancias de peso entre tratamientos. En la Figura 6 se presenta la proporción de leguminosa en el forraje en oferta con las dos gramíneas en las presiones baja y alta. Resulta evidente que el C. acutifolium cv. Vichada es la leguminosa más productiva tanto con una gramínea erecta (A. gayanus) como estolonífera (B. dictyoneura). Por otra parte, es interesante observar que el C. brasilianum 5234 se ha visto favorecido por la presión alta en las dos gramíneas, mientras que C. macrocarpum ha persistido más con B. dictyoneura + B. brizantha que con A. gayanus, tanto en presión baja como alta.

La diferencia en proporción de leguminosas en el forraje en oferta ha determinado manejos diferentes del pastoreo (Cuadro 5). En época seca todas las asociaciones se manejaron con un sistema 7/7, para favorecer la posibilidad de selectividad de los animales. Sin embargo, en la época lluviosa ha sido necesario dar manejos diferentes para favorecer la gramínea. Con A. gayanus/C. acutifolium con presión baja, el pastoreo ha sido de 21/21 para favorecer la gramínea por tendencia de la leguminosa a dominar. Esta misma tendencia se viene notando en B. dictyoneura + B. brizantha/C. acutifolium con presión baja, lo cual llevaría a cambiar del sistema 14/14 que se viene empleando a 21/21. En el caso de las asociaciones de leguminosas con B. dictyoneura + B. brizantha bajo presión alta ha sido necesario también imponer un manejo 21/21, no por exceso de leguminosa sino por poca disponibilidad de las dos gramíneas desde el establecimiento. Pastoreos relativamente frecuentes (14/14) con C. brasilianum y C. macrocarpum en asociación con A. gayanus y B. dictyoneura + B. brizantha no han favorecido la leguminosa, ya que su productividad ha estado más afectada por gramínea acompañante y por presión de pastoreo que por sistema. El C. macrocarpum 5452 prácticamente ha desaparecido en las asociaciones con A. gayanus, independientemente de la presión de pastoreo. El C. brasilianum si bien ha persistido con las dos gramíneas su productividad ha sido mayor en la presión alta.

Las diferencias en proporción de leguminosa en las pasturas se ha manifestado en las ganancias de peso (Cuadro 6). Durante el primer período de pastoreo (lluvias 1986) no hubo diferencias en ganancia de peso entre asociaciones. Sin embargo, durante 1987 las ganancias de peso fueron más altas en las asociaciones con C. acutifolium tanto en época seca como lluviosa. Estas mayores ganancias de peso en pasturas a base de C. acutifolium

- *C. acutifolium* 5277
- *C. brasilianum* 5234
- △—△ *C. macrocarpum* 5452

*A. gayanus*



*B. dictyoneura*

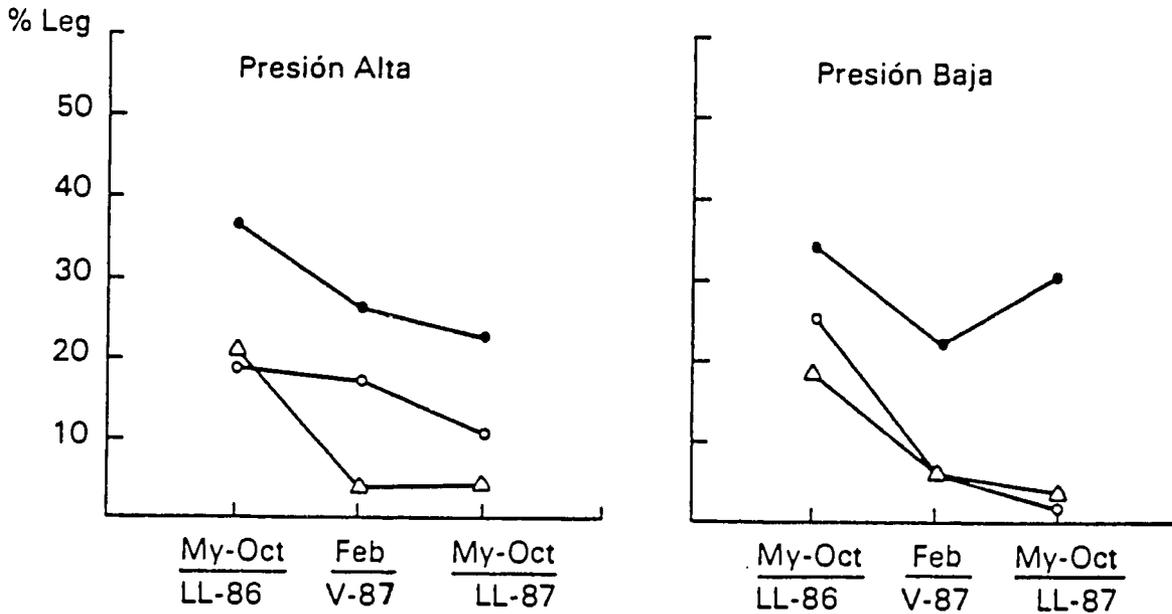


Figura 6. Proporción de leguminosa en asociación con dos gramíneas y Centrosema spp. bajo pastoreo alterno flexible (Carimagua).

Cuadro 5. Manejo del pastoreo en asociaciones de dos gramíneas con Centrosema spp. bajo pastoreo flexible (1987 - Carimagua).

Asociación	Presiones de Pastoreo			
	Alta		Baja	
	S/87	LL-87	S/87	LL-87
----- Sistema de Alternación ----- (Días pastoreo/Días descanso)				
<b>A. <u>gayanus</u></b>				
+ <u>C. acutifolium</u> 5277	7/7	14/14	7/7	21/21
+ <u>C. brasilianum</u> 5234	7/7	14/14	7/7	14/14
+ <u>C. macrocarpum</u> 5452	7/7	14/14	7/7	14/14
$\bar{x}$	7/7	14/14	7/7	16/16
<b>B. <u>dictyoneura</u>/B. <u>brizantha</u></b>				
+ <u>C. acutifolium</u> 5277	7/7/	21/21	7/7	14/14
+ <u>C. brasilianum</u> 5234	7/7	21/21	7/7	21/21
+ <u>C. macrocarpum</u> 5452	7/7	21/21	7/7	14/14
$\bar{x}$	7/7	21/21	7/7	16/16

1/ Epoca seca.  
2/ Epoca lluviosa.

Cuadro 6. Ganancias de peso estacionales en diferentes asociaciones gramínea/leguminosa bajo pastoreo alterno flexible (1987 - Carimagua).

Pastura	Epoca del año		
	Lluvia 86 (216 días)	Sequía 87 (110 días)	Lluvia 87 (243 días)
----- g/A/día -----			
<b>A. <u>gayanus</u></b>			
- <u>C. acutifolium</u> 5277	469	498a	535a
- <u>C. brasilianum</u> 5234	450	132d	350b
- <u>C. macrocarpum</u> 5452	481	209cd	427b
$\bar{x}$	467	280	437
<b>B. <u>dictyoneura</u>/B. <u>brizantha</u></b>			
- <u>C. acutifolium</u> 5277	345	441a	487a
- <u>C. brasilianum</u> 5234	426	316bc	466ab
- <u>C. macrocarpum</u> 5452	427	261c	274b
$\bar{x}$	399	339	409

a, b, c, d, Medias en la misma columna diferentes (P < .05).

estuvieron asociadas con una alta proporción de leguminosa en la dieta seleccionada tanto en época seca como lluviosa (Cuadro 7).

#### Pastoreo Flexible - Quilichao

Durante 1985 se estableció en la Estación Quilichao un ensayo de pastoreo para ser manejado en forma flexible. El ensayo incluye asociaciones de A. gayanus con C. acutifolium 5277 - 5569 y C. macrocarpum 5713 bajo dos rangos de presión de pastoreo (3-5 y 6-8 kg MSV/100 kg PV/día). El sistema de pastoreo es alterno flexible, dependiendo del balance de gramínea y leguminosa en las pasturas. Muy rápidamente se observaron grandes diferencias en composición botánica entre asociaciones y presiones dentro de asociación. En la Figura 7 se presenta la proporción de leguminosa en función de época del año para las dos asociaciones y presiones de pastoreo. Resulta evidente que el C. macrocarpum 5713 ha sido más productivo que el C. acutifolium 5277 - 5568 en las dos presiones. Sin embargo, se observa que el C. macrocarpum ha estado muy afectado por la presión de pastoreo empleada. En presión baja ha existido una tendencia a dominancia de la leguminosa, lo cual ha determinado pastoreos de 28/28 para favorecer la gramínea. Con la presión alta la productividad de la leguminosa se ha visto afectada significativamente y pastoreos relativamente frecuentes (16/16) no han favorecido la leguminosa. En forma similar pastoreos muy frecuentes (7/7) no han favorecido al C. acutifolium en presión baja o alta.

Las ganancias de peso en este ensayo han sido altas tanto en época de mínima como máxima precipitación (Figura 8). En época de mínima precipitación las ganancias de peso fueron mayores en la asociación de A. gayanus con C. macrocarpum que con C. acutifolium, lo cual es el resultado

de una mayor proporción de leguminosa en el forraje en oferta y seleccionado por el animal en pastoreo. Por otra parte, en época de máxima precipitación las ganancias de peso han sido similares en las dos asociaciones sin haber un efecto de presión de pastoreo.

Los resultados obtenidos hasta la fecha en los dos ensayos de pastoreo flexible en Carimagua y Quilichao claramente muestran una interacción germoplasma por ambiente y manejo. En el caso de Carimagua el C. acutifolium cv. Vichada es una leguminosa muy adaptada y productiva en asociación con gramíneas de hábito de crecimiento contrastante y bajo diferentes manejos del pastoreo. Por el otro lado, en Quilichao el C. macrocarpum 5713 es muy productivo pero muy sensible a intensidades altas de pastoreo.

En general, la estrategia de pastoreo flexible ha permitido:

1. Reducir área de experimentos y/o aumentar número de tratamientos.
2. Determinar grado de compatibilidad entre gramíneas y leguminosas.
3. Seleccionar asociaciones más productivas para los dos locales (i.e. Carimagua y Quilichao) bajo intensidades contrastantes de pastoreo.
4. Definir en algunos casos un esquema de ocupación/descanso de potreros para mantener un balance adecuado de gramínea/leguminosa en el forraje en oferta.
5. Definir un rango de capacidad y/o requerimiento de carga de las asociaciones más productivas.
6. Determinar el potencial de producción animal de las asociaciones bajo estudio.

Por último, debe mencionarse que si bien la estrategia de pastoreo menos frecuente (i.e. 21/21 ó 28/28) ha favorecido la gramínea cuando la leguminosa tiende a dominar, el pastoreo más frecuente (i.e. 7/7 ó

Cuadro 7. Selectividad de leguminosas en asociaciones de dos gramíneas con Centrosema spp. bajo pastoreo alterno flexible con dos presiones (1987 - Carimagua).

Asociaciones	Presión alta			Presión baja		
	<u>LL/86</u> <sup>1</sup>	<u>S/87</u> <sup>2</sup>	<u>LL/87</u> <sup>3</sup>	<u>LL/86</u>	<u>S/87</u>	<u>LL/87</u>
	(% leg. dieta)			(% leg. dieta)		
<b>A. <u>gayanus</u></b>						
- <u>C. acutifolium</u> 5277	4	23	19	32	78	54
- <u>C. brasilianum</u> 5234	5	0	1	13	2	3
- <u>C. macrocarpum</u> 5452	19	1	0	2	0	0
<b>B. <u>dictyoneura</u>/<u>B. brizantha</u></b>						
- <u>C. acutifolium</u> 5277	26	38	43	21	59	21
- <u>C. brasilianum</u> 5234	4	6	33	8	14	7
- <u>C. macrocarpum</u> 5452	9	6	4	12	20	22

1/ Promedio 2 muestreos (Agosto/Octubre 1986)

2/ Promedio 1 muestreo (Febrero 1987)

3/ Promedio 2 muestreos (Mayo/Septiembre 1987)

14/14) no ha resultado en aumento de la proporción de leguminosas con poca adaptación al local o muy sensibles a cargas altas. En este último caso es posible que para favorecer la leguminosa sea necesario dar pastoreo menos frecuentes.

#### Manejo del Pastoreo y Persistencia de Leguminosas/ERC

Dentro de la RIEPT se ha propuesto que en algunos locales representativos de un ecosistema determinado se realicen ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas (ERC), con el fin de estudiar compatibilidad y persistencia de las especies sembradas en función de factores de manejo del pastoreo.

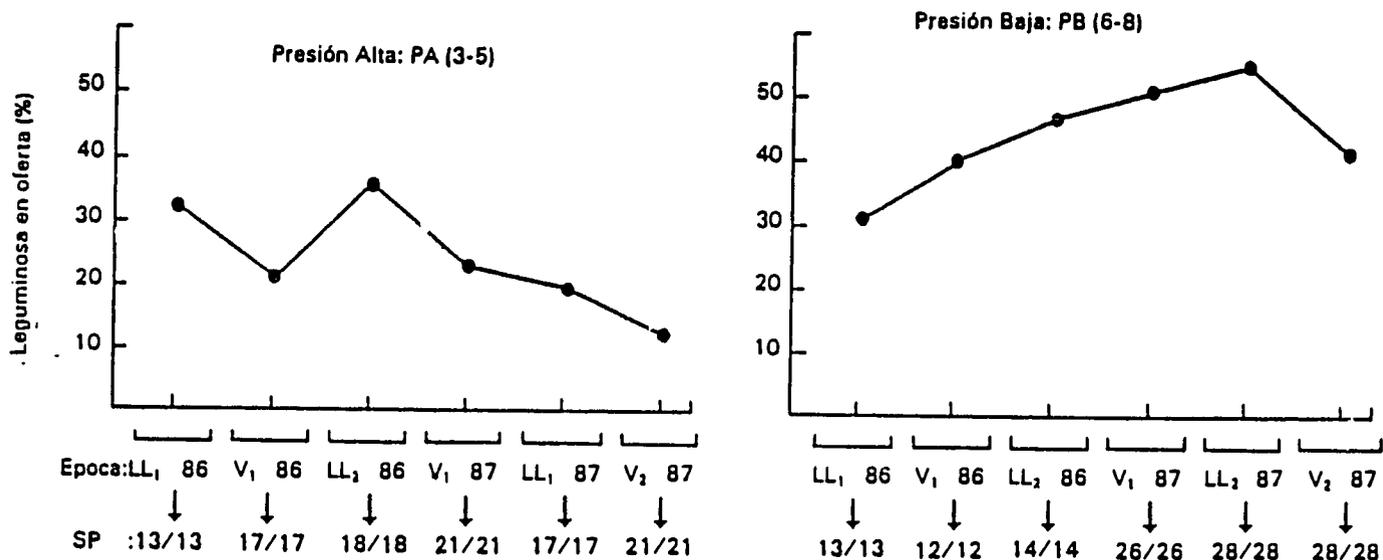
En la Estación Quilichao se montó un ensayo prototipo ERC, el cual incluyó los siguientes tratamientos en un diseño de parcelas subdivididas con

dos repeticiones:

1. Parcela principal: períodos de descanso de 2, 4 y 6 semanas y ocupación fija de 3.5 días.
2. Subparcela: asociaciones de A. gayanus con S. guianensis 1283, Z. glabra 7847, C. macrocarpum 5048 - 5451 y C. acutifolium 5277 - 5565.
3. Sub-subparcela: carga baja (2.4 UA/ha) y alta (3.6 UA/ha).

Las leguminosas S. guianensis 1283 y Z. glabra 7847 no persistieron en ninguno de los tratamientos de manejo impuestos. En el caso de S. guianensis 1283 las plantas fueron afectadas el primer año por antracnosis y en el caso de Z. glabra 7847 las plantas desaparecieron también al final del primer año de pastoreo por competencia con A. gayanus y/o falta de tolerancia al pastoreo.

*A. gayanus* 621 + *C. macrocarpum* 5713



*A. gayanus* 621 - *C. acutifolium* 5277-5568

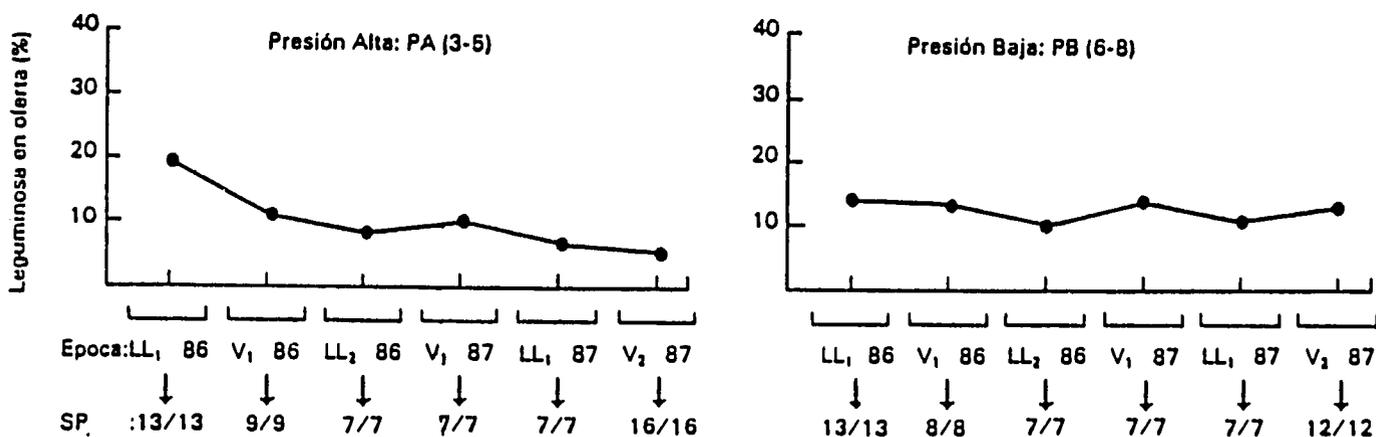


Figura 7. Proporción de leguminosa en oferta en dos asociaciones bajo pastoreo alterno flexible con dos presiones (SP = Sistema de pastoreo: días ocupación/días descanso).

260'

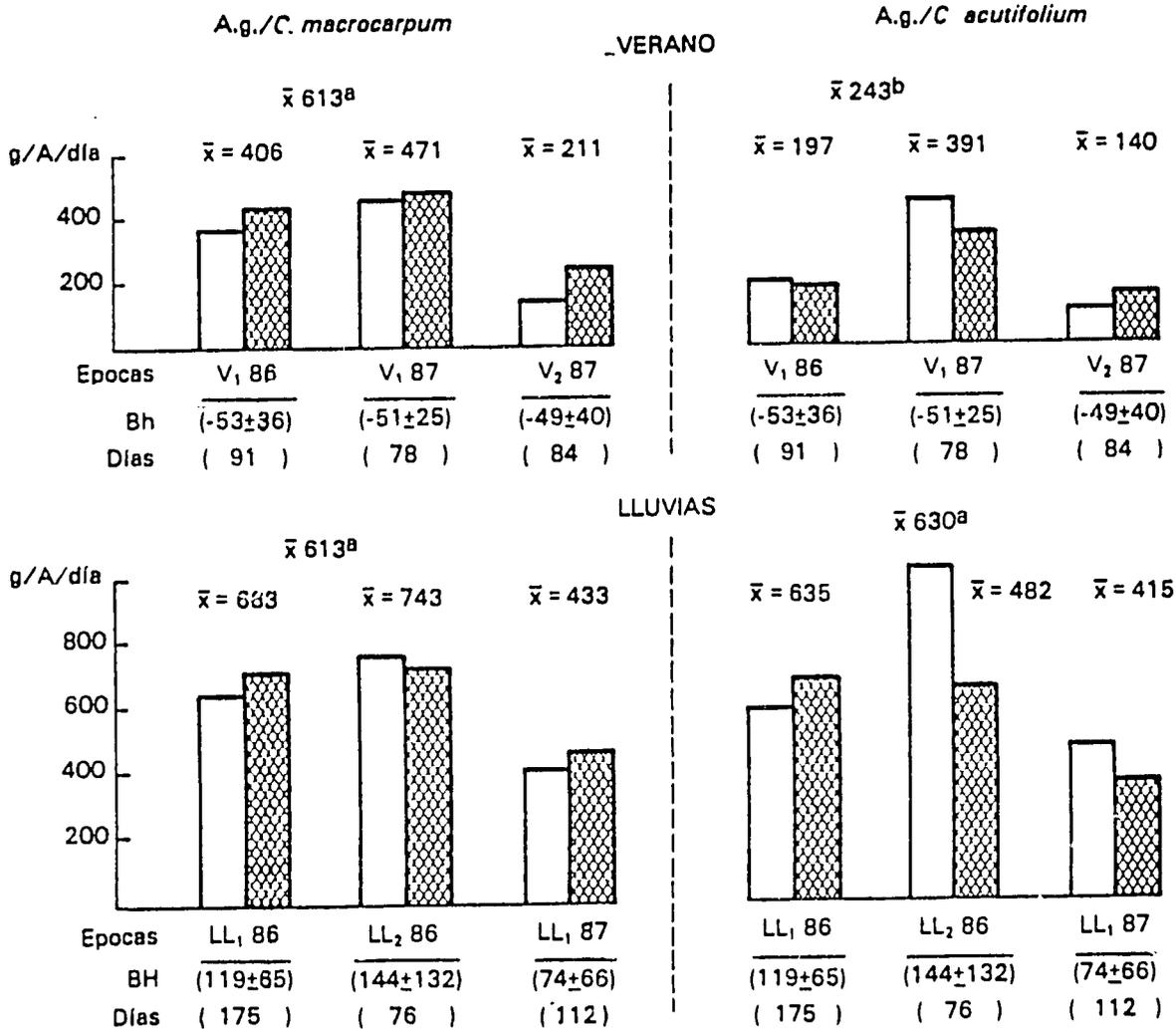


Figura 8. Ganancia de peso estacional en dos asociaciones bajo pastoreo alterno flexible con dos presiones (BH = Balance Hídrico) (Quilichao) a.b. medias diferentes ( $P < .05$ ) (        Presión alta (3-5 kg MSV/100 kg PV/día;        Presión baja 6-8 kg MSV/100 kg PV/día).

261

Con las dos especies de Centrosema el pastoreo se realizó durante tres años y los resultados se resumen a continuación. En primer lugar se observó una fuerte interacción de sistema de pastoreo por cargas en la disponibilidad de materia seca verde de A. gayanus (Figura 9). En las dos asociaciones el efecto de carga en disponibilidad de A. gayanus fue mayor en la medida que el pastoreo fue más frecuente. Estos resultados claramente muestran la necesidad de emplear sistemas de pastoreo rotacional cuando se utilizan cargas altas en pasturas con A. gayanus. Para analizar el efecto de los factores de manejo del pastoreo sobre la persistencia de los dos Centrosema bajo evaluación se ajustaron los datos de disponibilidad de leguminosa (kg/ha) vs. tiempo (meses) con modelos apropiados. Conceptualmente, los modelos indicados para cuantificar persistencia de las leguminosas bajo pastoreo, son:

1.  $y = a + bt$   $b \geq 0$  : leguminosa estable a que tiende a aumentar través del tiempo
2.  $y = A + B e^{-kt}$  : leguminosa estable después de un tiempo dado
3.  $y = A e^{-kt}$  ó  $a - bt$  : leguminosa no estable y que tiende a desaparecer en el tiempo

En la Figura 10 se presenta la dinámica de C. macrocarpum 5065 - 5434 bajo los diferentes manejos evaluados. Es evidente que esta leguminosa persistió en la carga baja, pero en diferentes grados, dependiendo del sistema de pastoreo empleado. Con la frecuencia de 2 semanas se favoreció la leguminosa, mientras que con 4 y 6 semanas ésta declinó con una tasa (k) similar, a niveles estables (asintota) de 620 y 541 kg/ha, respectivamente. En la carga alta la disponibilidad de C. macrocarpum se vio seriamente afectada, particularmente en las frecuencias de 2 y 4 semanas donde

prácticamente desapareció después de 3 años de pastoreo. Con la carga más alta, la frecuencia de 6 semanas resultó en niveles bajos de leguminosa con una tendencia a desaparecer en el tiempo.

La dinámica en el tiempo de C. acutifolium 5277 - 5568 se presenta en la Figura 11. Se observa que el manejo del pastoreo que resultó en mayor disponibilidad de leguminosa fue la carga baja (2.4 UA/ha) con 4 semanas de descanso. En este caso pastoreos cada 2 ó 6 semanas no favorecieron la leguminosa. Por otro lado, la carga alta resultó en una pérdida de leguminosa independientemente de la frecuencia de pastoreo empleada.

En general, estos resultados muestran que la carga animal fue el factor de manejo del pastoreo que tuvo mayor efecto sobre la persistencia de las dos especies de Centrosema. En la carga alta las dos leguminosas tuvieron poca persistencia independientemente del sistema de pastoreo empleado. Sin embargo, en la carga baja el sistema de pastoreo tuvo efectos diferentes en términos de persistencia de los dos Centrosema. Con la frecuencia de 2 semanas se favoreció el C. macrocarpum, mientras que con 4 semanas se favoreció el C. acutifolium. Con ambas leguminosas la frecuencia de 6 semanas fue perjudicial posiblemente por efectos de competencia del A. gayanus y/o por mayor consumo por el animal en pastoreo al presentarse sobre-maduración de la gramínea.

Los resultados de este ensayo en pequeñas parcelas concuerdan en gran medida con lo que se ha venido observando en el ensayo de pastoreo flexible en Quilichao. Como ya se indicó, en ese ensayo la presión alta ha afectado significativamente al C. macrocarpum. En presión baja ha habido necesidad de ampliar el descanso para favorecer la gramínea, ya que pastoreos muy frecuentes tenderían a favorecer la leguminosa.

262'

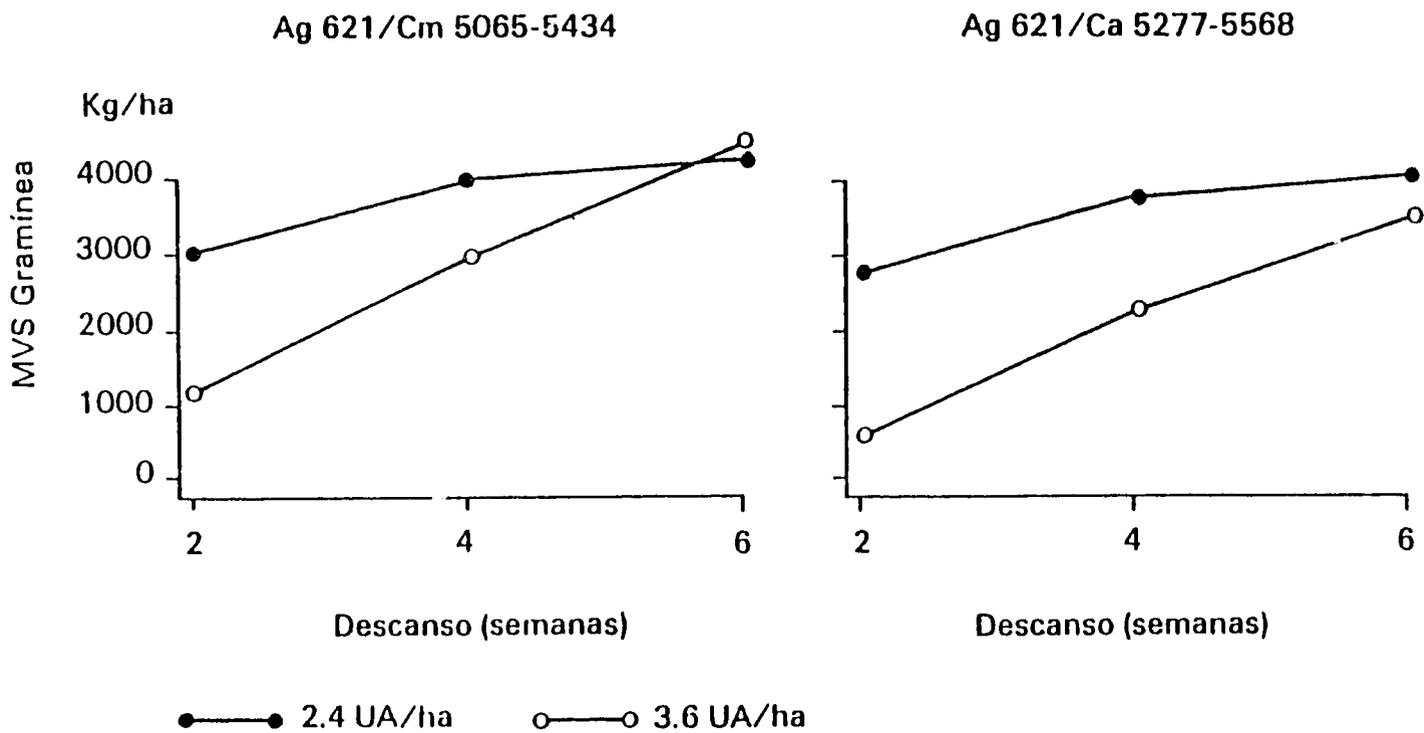
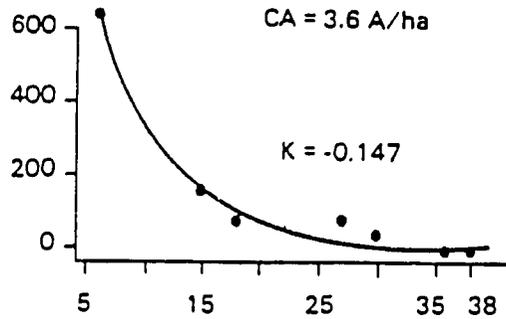
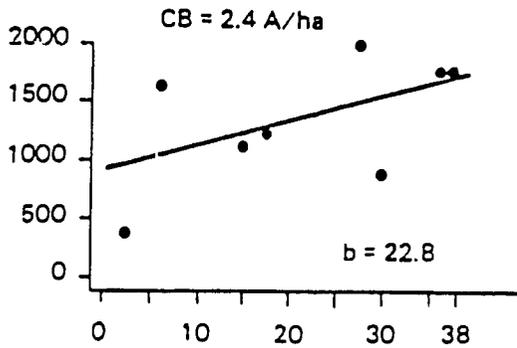


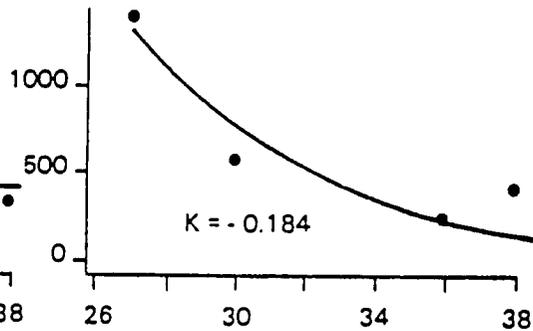
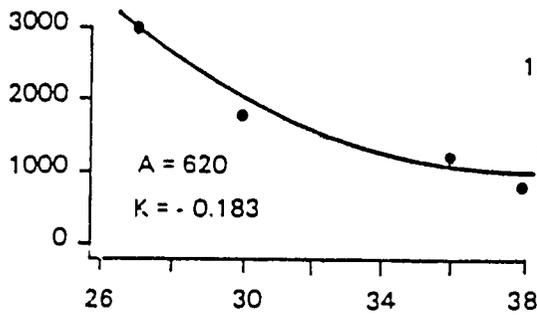
Figura 9. Efecto de frecuencia de pastoreo y carga animal en la disponibilidad de materia seca verde (MSV) de gramínea de dos asociaciones (3 años de pastoreo).

Leg kg/ha

2 Semanas



4 Semanas



6 Semanas

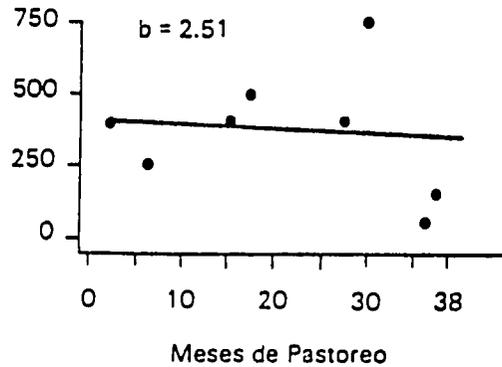
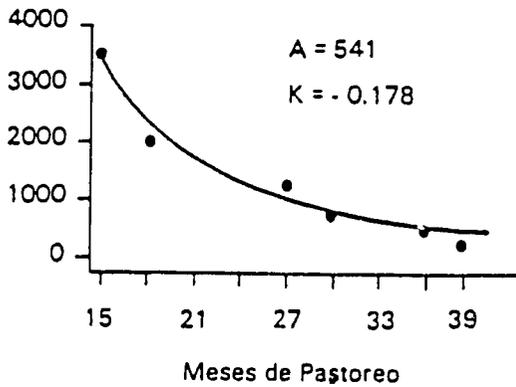
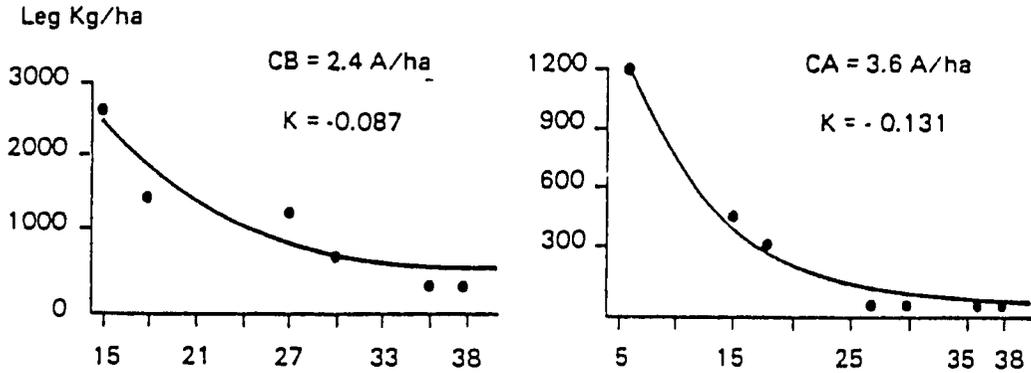


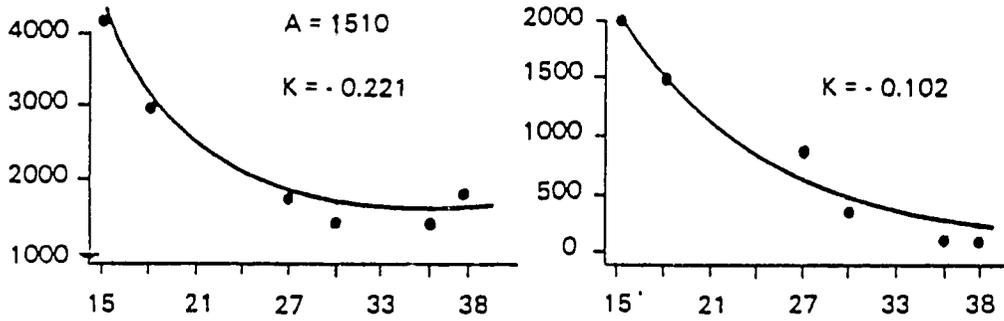
Figura 10. Dinámica de *C. macrocarpum* 5065-5434 en asociación con *A. gayanus* bajo diferentes manejos del pastoreo (2, 4 y 6 semanas de descanso y carga baja y alta) a partir del punto en el tiempo de máxima disponibilidad (Quilichao).

Ag 621/Ca 5277-5568

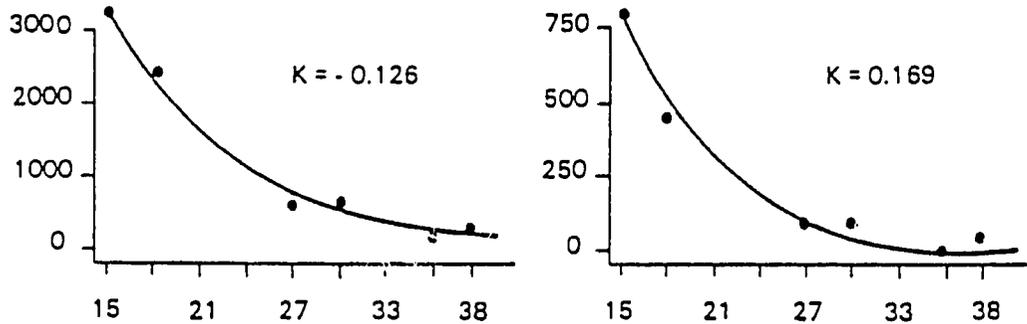
2 Semanas



4 Semanas



6 Semanas



Meses de Pastoreo

Meses de Pastoreo

Figura 11. Dinámica de *C. acutifolium* 5277-5568 en asociación con *A. gayanus* bajo diferentes manejos del pastoreo (2, 4 y 6 semanas de descanso y carga baja y alta) a partir del punto en el tiempo de máxima disponibilidad para ajuste con modelos exponenciales.

W

En el caso de C. acutifolium pastoreos frecuentes no han favorecido la leguminosa (ver Figura 7), por lo que se plantea la necesidad de dar más descanso.

Desde el punto de vista metodológico los ensayos tipo C en pequeñas parcelas son recomendables no solamente para seleccionar asociaciones productivas, sino también para definir requerimientos de manejo. Esto a su vez servirá para visualizar la utilización de la pastura seleccionada dentro de un sistema dado de producción.

#### Efecto de Pastoreo Individual y Común en Persistencia de Leguminosas

Como ya se mencionó, dentro de la RIEPT se han propuesto los ensayos tipo C los cuales si bien son en pequeñas parcelas requieren de cierta infraestructura que puede resultar costosa. Una alternativa para reducir

costos y disminuir requerimientos de semilla es la de evaluar diferentes géneros y/o especies de leguminosas bajo pastoreo común. Normalmente, esta práctica no se recomienda, pues se corre el riesgo de eliminar leguminosas muy palatables y seleccionar aquéllas menos palatables. Con el objetivo de evaluar la posibilidad de emplear pastoreo común en la evaluación de persistencia de leguminosas, se realizó en Carimagua un ensayo con 5 leguminosas (S. guianensis 1263, S. macrocephala 1643, S. capitata cv. Capica, C. macrocarpum 5063 y C. brasilianum 5234) en asociación con A. gayanus y bajo pastoreo común (5 leguminosas en la misma parcela de pastoreo) e individual (1 leguminosa por parcela de pastoreo). Después de 3 años de pastoreo la disponibilidad de leguminosa en el tiempo (kg/ha) se ajustó con modelos apropiados y los parámetros resultantes se resumen en el Cuadro 8. Se observa que con

Cuadro 8. Parámetros (A = asíntota y  $-k$  ó  $b$  = pendiente) de modelos ajustados a cantidad de leguminosa disponible (kg/ha) después de tres años de pastoreo en forma individual o común (1987 - Carimagua).

Leguminosa	Pastoreo individual <sup>1</sup>		Pastoreo común <sup>2</sup>	
	A (kg/ha)	$-k$ ó $b$	A (kg/ha)	$-k$ ó $b$
<u>S. capitata</u> cv. Capica <sup>3</sup>	133	-0.15	14	- 0.14
<u>S. macrocephala</u> 1643 <sup>3</sup>	3	-0.13	9	- 0.19
<u>S. guianensis</u> 1283 <sup>4</sup>	-	-41.6	-	-58.1
<u>C. brasilianum</u> 5231 <sup>4</sup>	59	-0.09	41	-0.27
<u>C. macrocarpum</u> 5065 <sup>5</sup>	-	-0.22	-	-0.15

1/ Una leguminosa/parcela de pastoreo.

2/ Cinco leguminosas/parcela de pastoreo.

3/ Modelo  $y = A + B - e^{-kt}$  (meses) donde  $y =$  kg/ha leguminosa

4/ Modelo  $y = a - bt$  (meses)

5/ Modelo  $y = Be^{-kt}$  (meses)

266

excepción del C. brasilianum 5234 la tasa de reducción (k) de disponibilidad de leguminosas en el tiempo fue similar en pastoreo individual y común. Por otra parte, de las 5 leguminosas incluídas en la prueba 2 no persistieron tanto en pastoreo individual como común. El S. guianensis 1283 fue afectado por antracnosis y desapareció después de 18 meses de pastoreo. Así mismo, el C. macrocarpum 5065 tampoco persistió posiblemente debido a falta de adaptación a las condiciones edáficas de los Llanos de Colombia.

El nivel de disponibilidad en las tres leguminosas persistentes fue muy bajo al final de los 3 años, tanto en pastoreo individual como común; sin embargo, existió una tendencia de mayor disponibilidad de leguminosa en el caso del pastoreo individual, particularmente en el caso de S. capitata cv. Capica. Por otro lado, el grado de persistencia de las leguminosas incluídas en pastoreo individual y común también se evaluó en términos de número de plantas por unidad de superficie (Figura 12). El número de plantas/m<sup>2</sup> al final de los 3 años de pastoreo fue similar en pastoreo individual y común en las tres leguminosas que persistieron.

En general, los resultados de este trabajo indican que el "ranking" de persistencia de las 5 leguminosas incluídas en la prueba fue similar bajo pastoreo individual y común, aun cuando el pastoreo individual favoreció un nivel mayor de leguminosa en la pastura. En base a lo anterior, se sugiere que la inclusión de géneros y/o especies diferentes de leguminosas en pequeñas parcelas bajo pastoreo común permitiría evaluar sin sesgos persistencia de leguminosas. Sin embargo, para poder llegar a una conclusión más firme es necesario repetir este tipo de pruebas con un número mayor de leguminosas que difieren en hábito de crecimiento y palatabilidad relativa y ojalá en

asociación con gramíneas de hábito de crecimiento contrastante.

#### Pastoreo de Asociaciones con Ovinos y Bovinos

Existe la alternativa de utilizar ovinos en ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas para evaluar asociaciones gramínea/leguminosa diseñada para ser utilizada por bovinos. Obviamente, el uso de ovinos en este tipo de prueba tendría la ventaja de requerir menos área, semilla e infraestructura en general. En la Estación CIAT Quilichao se montó un ensayo para evaluar asociaciones con ovinos y bovinos. En una primera prueba se incluyó para cada especie animal dos asociaciones contrastantes (A. gayuanus/C. acutifolium 5277 y B. dictyoneura/D. ovalifolium 350) bajo dos rangos de presión de pastoreo (3-5 y 6-8 kg MSV/100 kg PV/día). Los resultados de esta evaluación indicaron que el C. acutifolium pastoreado por ovinos desapareció a los 4 meses de iniciado el pastoreo a pesar de existir una buena proporción de leguminosa inicial (27%). En el caso de la mezcla de A. gayuanus/C. acutifolium pastoreada por bovinos, la leguminosa también desapareció, pero esto estuvo asociado con una disponibilidad inicial baja (12%). Las asociaciones a base de D. ovalifolium tuvieron un comportamiento diferente con ovinos y bovinos. En el caso de ovinos, el D. ovalifolium al final del ensayo (12 meses) estuvo en muy baja proporción en la pradera, mientras que en el caso de bovinos aumentó.

Para poder interpretar mejor los resultados obtenidos en el primer trabajo se realizó un segundo estudio en donde se utilizaron ovinos y bovinos fistulados del esófago para pastorear simultáneamente asociaciones contrastantes. Las muestras de forraje seleccionado por ambas especies animales se utilizaron para estimar la composición botánica de la dieta seleccionada. Los resultados de este

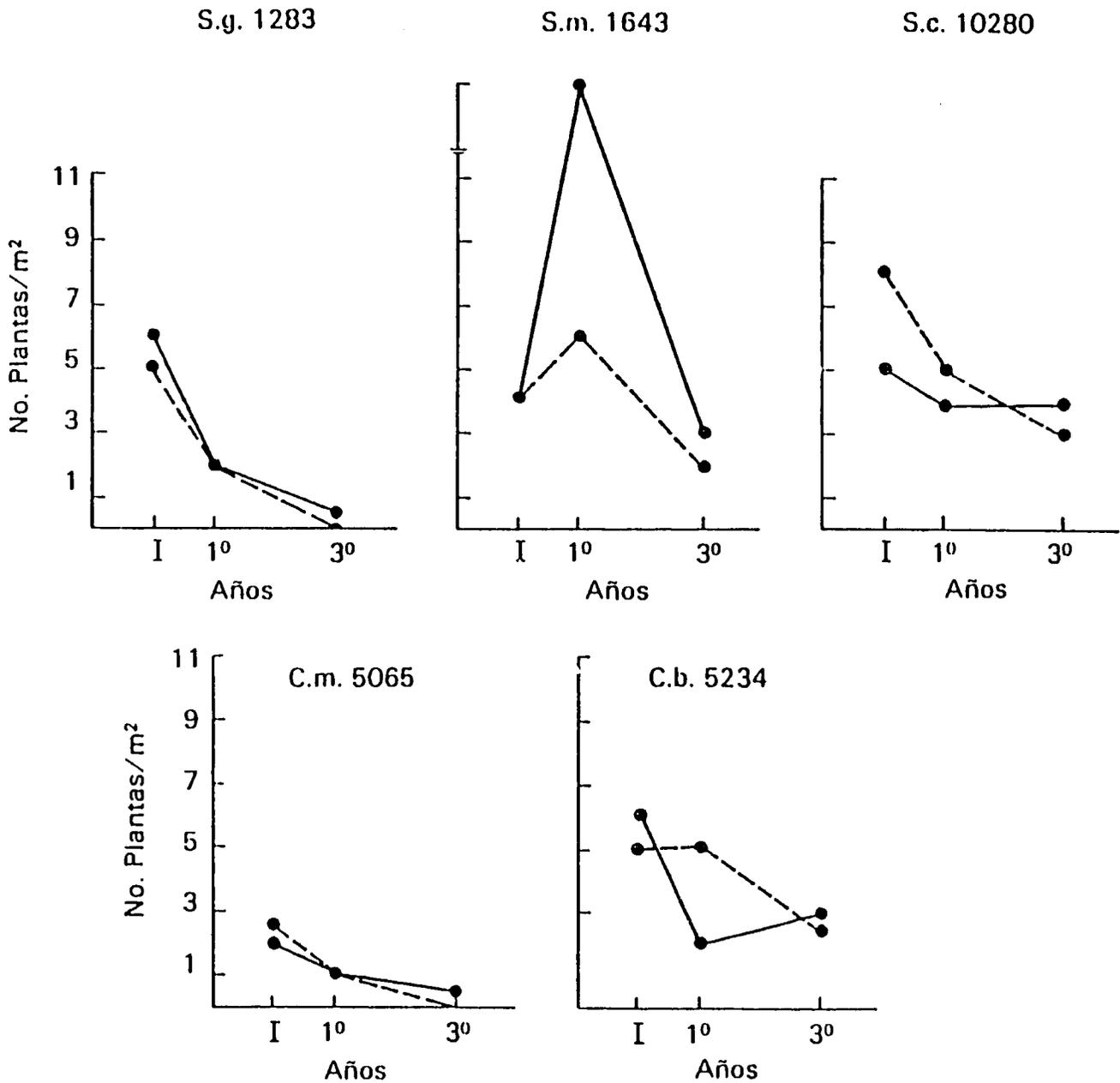


Figura 12. Número de plantas de cinco leguminosas asociadas con *A. gayanus* bajo pastoreo individual (—) y común (---), al inicio del pastoreo (I) al año (10.) y tercer (30.) año de pastoreo (Carimagua).

trabajo se resumen en el Cuadro 9. Es evidente que los ovinos seleccionaron más C. acutifolium y C. macrocarpum que los bovinos. Con estas dos leguminosas el índice de selección fue mayor de 1 en el caso de ovinos y menor de 1 en el caso de bovinos. Esto indica que los ovinos seleccionaron a favor de la leguminosa mientras que los bovinos seleccionaron en contra. En contraste, la selectividad hacia el D. ovalifolium fue similar en las dos especies animales, siendo el índice de selección menor de 1. Esta baja selección del D. ovalifolium está asociada a la presencia de taninos, tal como se ha

documentado en varios trabajos. Sin embargo, debe indicarse que la selectividad hacia el D. ovalifolium por ovinos pudo haberse subestimado en este estudio por falta de acostumbramiento previo de los animales fistulados empleados en el muestreo.

En general, los resultados de este trabajo indican que no sería recomendable utilizar ovinos para evaluar asociaciones gramíneas/leguminosas diseñadas para ser utilizadas por bovinos, ya que existen marcadas diferencias entre especies animales en hábito de pastoreo y selectividad.

Cuadro 9. Proporción de leguminosa en la dieta seleccionada por ovinos y bovinos en asociaciones gramínea/leguminosa (Quilichao).

Asociación	Especie animal	Leguminosa dieta (%)	IS <sup>1</sup>
<u>B. dictyoneura/</u> <u>D. ovalifolium</u> 350	Ovinos	8.8a	0.35
	Bovinos	10.5a	0.41
<u>A. gayanus/</u> <u>C. acutifolium</u> 5277 + 5568	Ovinos	24.4a	1.80
	Bovinos	10.4b	0.77
<u>A. gayanus/</u> <u>C. macrocarpum</u> 5713	Ovinos	50.6a	1.17
	Bovinos	30.0b	0.66

1/  $IS = \frac{\% \text{ leguminosa dieta}}{\% \text{ leguminosa oferta}}$

2/ a, b Medias diferentes (P < .05)

-269

## 16. PRODUCCION DE SEMILLAS

### INTRODUCCION

Durante 1987 la Sección de Producción de Semillas continuó sus actividades de multiplicación y distribución de semillas; investigación aplicada; colaboración técnica; y adiestramiento. Estas actividades se resumen en el siguiente informe de progreso.

### MULTIPLICACION Y DISTRIBUCION DE SEMILLAS

Igual que en años anteriores, continuaron con las actividades de producción de campo tanto en Quilichao como en Carimagua, con el apoyo en Palmira de las instalaciones para la propagación en el invernadero, el acondicionamiento, el almacenamiento, y la distribución de semillas. Las actividades en Valledupar se desarrollaron mediante la modalidad de producción de compra por contrato y se describen en más detalle bajo el título de Colaboración Técnica.

La multiplicación de especies y accesiones de leguminosas se resume en el Cuadro 1. Un total de 74 accesiones de 21 especies fueron multiplicadas en algún grado, con énfasis en las accesiones de Centrosema spp., Desmodium ovalifolium, y Pueraria phaseolides. Principalmente durante el período de cosecha de Noviembre 1986 a Febrero 1987, se cosechó un total de 1662 kg de semilla clasificada, incluyendo cantidades significativas de A. pintoi, C. brasilianum, C. macrocarpum,

C. acutifolium, D. stringulosum, y S. capitata. Durante el año se establecieron 5 ha adicionales de cultivos de semillas para total de 19.6 ha actualmente bajo manejo.

La multiplicación de especies y accesiones de gramíneas se resume en el Cuadro 2. Un total de 32 accesiones de 11 especies están bajo algún grado de multiplicación. El mayor esfuerzo se concentró en B. dictyoneura CIAT 6133. Se produjo un total de 780 kg de semilla limpia durante el período de cosecha de junio a julio en Carimagua, principalmente de B. dictyoneura CIAT 6133.

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de las actividades de multiplicación de semillas. En términos relativos, en Carimagua se produjo el mayor volumen, en Quilichao se multiplicaron cantidades pequeñas de muchas accesiones, y en Valledupar se produjeron grandes volúmenes de tres accesiones.

En respuesta a 302 solicitudes se distribuyeron un total de 1671 kg de semilla, predominantemente de accesiones de leguminosas (Cuadro 4). La mayoría de las semillas fue utilizada por miembros del Programa y las Instituciones Nacionales de Investigación en la realización de experimentos de evaluación de germoplasma y pasturas. Hubo un incremento en el volumen de semilla básica distribuida a los programas nacionales de multiplicación de semillas.

Cuadro 1. Resumen de las actividades de multiplicación de semillas de especies y accesiones de leguminosas entre Octubre 1986-1987.

Especies	Total de accesiones (No.)	Area de multiplicación		Semilla producida <sup>1</sup> (kg)
		Nueva (ha)	Total (ha)	
<u>Arachis pintoí</u>	1	-	2.53	60.86
<u>Centrosema brasilianum</u>	4	0.575	3.13	476.61
<u>Centrosema macrocarpum</u>	4	0.261	1.882	166.06
<u>Centrosema acutifolium</u>	2	0.98	4.07	327.0
<u>Centrosema schiedeanum</u>	1	-	0.005	1.06
<u>Cannavalia brasiliensis</u>	1	-	0.001	2.33
<u>Cratylia floribunda</u>	1	-	0.002	2.39
<u>Chamaecrista rotundifolia</u>	2	-	0.01	1.35
<u>Desmodium heterocarpon</u>	2	-	0.026	0.74
<u>Desmodium heterophyllum</u>	3	-	0.03	5.15
<u>Desmodium ovalifolium</u>	15	3.17	6.479	12.0
<u>Desmodium strigillosum</u>	4	-	0.08	59.27
<u>Dioclea guianensis</u>	2	-	0.024	9.52
<u>Flemingia macrophyla</u>	2	-	0.128	8.95
<u>Leucaena sp.</u>	3	-	0.008	0.0
<u>Pueraria phaseoloides</u>	11	-	0.2415	18.57
<u>Stylosanthes capitata</u>	1	-	0.3	465.0
<u>Stylosanthes guianensis</u>	4	-	0.521	14.5
<u>Stylosanthes viscosa</u>	7	-	0.0588	6.0
<u>Tadehagi sp.</u>	2	-	0.008	0.32
<u>Zornia glabra</u>	2	0.057	0.125	24.78
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>5.043</b>	<b>19.660</b>	<b>1662.46</b>

1/ Semilla clasificada con un contenido de más del 90% de semilla pura.

#### INVESTIGACION APLICADA

##### 1) Emergencia de plántulas de S. capitata

Un experimento de manejo de cultivo de semillas en fincas realizado con la colaboración de un ganadero en un suelo de tipo franco arcilloso, proporcionó la oportunidad de estudiar las variables que afectan la emergencia de plántulas. La población de plantas dos meses después de la siembra respondió positivamente a la densidad de siembra y a la escarificación con ácido de las vainas (Cuadro 5), y más dramáticamente a la siembra y cobertura en hileras en comparación con la siembra al voleo y la falta de

cobertura (Cuadro 6). El nivel de aplicación fertilizantes no tuvo afectó la emergencia de plántulas (Cuadro 6).

##### 2) Manejo de semillas de cultivos de B. dictyoneura

Se estudiaron dos elementos de manejo utilizando varias áreas ya establecidas para la multiplicación de semillas en Carimagua. Estos fueron (i) aplicación de fertilizantes y ii) época de pre-corte y aplicación de fertilizantes.

Se utilizó un diseño factorial incompleto para comparar el efecto de

Cuadro 2. Resumen de las actividades de multiplicación de semilla de especies y accesiones de gramínea entre Octubre de 1986 y Octubre de 1987.

Especies	Total Accesiones (No.)	Áreas de Multiplicación		Semilla producida <sup>1</sup> (kg)
		Nueva (ha)	Total (ha)	
<u>Andropogon gayanus</u>	2	-	0.015	1.04
<u>Brachiaria brizantha</u>	5	0.25	1.73	2.95
<u>Brachiaria decumbens</u>	3	-	1.11	0.07
<u>Brachiaria dictyoneura</u>	1	-	11.5	761.1
<u>Brachiaria humidicola</u>	5	-	0.472	6.37
<u>Melinis minutiflora</u>	4	-	0.016	0.05
<u>Panicum maximum</u>	6	0.01	0.1525	6.35
<u>Paspalum spp.</u>	3	-	0.0120	1.85
<u>P. purpureum</u>	1	-	0.004	-
King grass	1	-	0.88	-
Caña de azúcar para forraje	1	-	0.03	-
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>0.26</b>	<b>15.92</b>	<b>779.78</b>

1/ Semilla clasificada con más del 40% de contenido de semilla pura.

Cuadro 3. Resumen de las actividades de multiplicación de semilla en diferentes localidades para todas las accesiones de gramíneas y leguminosas entre Octubre de 1986 y 1987.

Lugar	Total de Accesiones (No.)	Área de Multiplicación		Semilla producida		
		Nueva (ha)	Total (ha)	Gramíneas (kg)	Leguminosas (kg)	Total (kg)
Santander de Quilichao, Cauca	96	1.753	5.933	22.18	505.11	527.29
Carimagua, Meta	22	3.55	28.547	757.6	580.75	1338.3
Valledupar, Cesar	3	-	1.1	-	576.6	576.6
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>5.303</b>	<b>35.58</b>	<b>779.78</b>	<b>1662.46</b>	<b>2442.19</b>

Cuadro 6. Efecto de los sistemas de siembra y fertilización en la emergencia de plántulas de S. capitata cv. Capica.

Fertilización <sup>1</sup>	Emergencia de la plántula ('000/ha, 2 meses después de la siembra)		
	Sistema de siembra		
	En hileras	Al voleo	Media
Control	355	26	191 a <sup>2</sup>
Calfos	367	40	203 a
Completa	278	40	159 a
Media	330 a	36 b	

1/ Control: Sin  
 Calfos: 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)  
 Completa: 50 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 50 K<sub>2</sub>O + 20 Mg + 12 S (kg/ha)

2/ Las medias seguidas por la misma letra no se difieren significativamente a un nivel de P < 0.05.

los niveles de N y S y también de un tratamiento completo de fertilización alta en el rendimiento de semilla pura. Estos tratamientos no fueron afectados por la renovación con escarbillos. Sin S, hubo una respuesta positiva a la aplicación de 50 pero no de 100 kg de N/ha. Sin N, no hubo respuesta a la aplicación de 20 kg de S/ha. El tratamiento con aplicaciones de 50 kg de N/ha + 20 kg de S/ha resultó en rendimientos más altos que con cualquiera de los elementos aplicados individualmente. Cantidades adicionales de N u otros elementos resultaron en muy poca respuesta adicional (Cuadro 7).

Al comienzo de la estación lluviosa se aplicó un tratamiento de pre-corte (por pastoreo intensivo) seguido de una aplicación de fertilizante (50-100 kg de N/ha + 25 kg de S/ha) a cuatro lotes diferentes de multiplicación de semilla. El tiempo real para completar este paquete de manejo osciló entre abril 6 y mayo 28. Al momento de la madurez de la cosecha, se asociaron las densidades de inflorescencia más

altas y el rendimiento de la semilla pura con la fecha de manejo más temprana, lo que indicó la importancia de una aplicación temprana (Cuadro 8).

### 3) Métodos de cosecha en B. dictyoneura

Durante la cosecha de varias lotes de multiplicación de semillas en Carimagua se compararon métodos alternativos de cosecha.

Dos comparaciones separadas de cosecha manual versus cosecha con combinada indicaron que con la combinada se obtiene aproximadamente el 50% de la semilla pura que se puede cosechar con el método manual (Cuadros 9 y 10).

Una comparación más detallada involucró una cosechadora-golpeadora como tercer método de cosecha. Esta cosechadora-golpeadora consiste esencialmente de un riel rotatorio de tubos de PVC acoplados a un tractor que golpean las inflorescencias y una caja de recolección que recibe las espigas desprendidas. Se obtuvo un

Cuadro 7. Efecto de la renovación y la aplicación de nitrógeno y azufre en el rendimiento de semilla pura de B. dictyoneura CIAT 6133 en Carimagua, 1987.

Tratamientos					Rendimiento de semilla pura <sup>1</sup>		
kg/ha					kg/ha		
N	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Sin	Con	Media
100	20	25	30	20	148.0	85.5	116 a <sup>2</sup>
100	20				124.5	93.0	109 ab
50	20				107.0	85.2	96 b
50	0				72.2	54.2	63 c
100	0				71.2	41.6	56 c
0	20				39.1	30.7	35 d
0	0				35.0	32.2	34 d
Media					85.3 a	60.3 a	

1/ Area muestreada: 412 m<sup>2</sup> en cada una de tres repeticiones.

2/ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente a un nivel de P < 0.05.

Cuadro 8. Rendimiento de semilla pura de B. dictyoneura CIAT 6133 de acuerdo con el período de pre-corte y de fertilización, en Carimagua 1987.

Campo de multiplicación	Período de Precorte y Fertilización (fecha)	Madurez para la cosecha (fecha)	Densidad de inflorescencia (no./m <sup>2</sup> )	Rendim. semilla pura (kg/ha)
Acuario 83	April 6	June 23	300	190
Acuario 85	May 16	July 22	185	85
Acuario 86A	May 28	July 27	218	95
Acuario 86B	May 28	July 29	197	88

1/ Lotes de ensayo cosechados a mano con parcelas de 500 m<sup>2</sup> de área y mínimo 3 repeticiones.

Cuadro 9. Comparación de los métodos de cosecha (manual y con combinada) en el rendimiento de semilla pura de B. dictyoneura CIAT 6133, en Carimagua.

Método de Cosecha	Densidad de Inflorescencia (No./m <sup>2</sup> )	Rendimiento Semilla <sub>1</sub> pura (kg/ha)
Manual	300 a	190 a <sup>2</sup>
Con combinada	306 a	98 b

1/ Valores promedios de dos experimentos. Area muestreada: 500 m<sup>2</sup> en cada una de las 3 repeticiones, en ambos experimentos.

2/ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente a un nivel de P < 0.05.

Cuadro 10. Efecto del método de cosecha en el rendimiento y la calidad de semilla pura de B. dictyoneura CIAT 6133 en Carimagua.

Métodos de cosecha Tratamientos	Semilla pura			Rendimiento semilla pura viable (kg/ha)
	Rendimiento <sup>1</sup> (kg/ha)	Peso unitario de las carióspsides (mg/100)	Viabilidad en TZ <sub>2</sub> 2 meses (%, No.)	
Manual, tecnificada	60.9 <sup>2</sup>	255.5 b	92	56.3 a
Con combinada	31.8 b	298.6 a	93	29.4 b
Con golpeadora	18.8 c	303.9 a	92	17.5 b

1/ Area muestreada: 1000 m<sup>2</sup> en cada una de tres repeticiones.

2/ Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente a un nivel de P < 0.05.

rendimiento de semilla pura significativamente menor con el método con golpeadora que con el método con combinada, pero tanto con la combinada como con la golpeadora se cosechó semilla de mayor tamaño (o un mayor peso promedio de carióspsides) que con el método manual. Fue sorprendente encontrar que la viabilidad en tetrazolio de la semilla pura a los 2 meses poscosecha fue similar en los tres métodos. Se seguirá estudiando la viabilidad de la semilla y el rendimiento de la semilla pura viable.

#### 4) Uso de soportes físicos en Centrosema spp.

El rendimiento de la semilla de C. brasilianum CIAT 5234 en Quilichao respondió positivamente al uso de espalderas de poste/alambre y al de estacas de King grass (Cuadro 11), pero no una mayor altura de las espalderas. En Carimagua, el tratamiento con la espalderas de poste/alambre resultó en rendimientos más altos que los tratamientos con estacas y sin soporte (Cuadro 12).

El rendimiento de semilla de C. acutifolium CIAT 5277 en Quilichao también respondió a la altura convencional (1.8) de las espalderas de poste/alambre y de las estacas de King grass. La semilla cosechada de plantas sobre el suelo fue más pequeña y de menor viabilidad (Cuadro 13).

#### 5) C. acutifolium cv. Vichada

La liberación en Colombia durante la última mitad de 1986 de CIAT 5277 como cv. Vichada ha traído la atención sobre el desafío y los prospectos para el futuro desarrollo del suministro comercial de esta semilla.

Los datos disponibles sobre rendimiento de semilla se resumen en el Cuadro 14. Un rendimiento potencial de 700 kg/ha es factible, pero el rendimiento promedio está dentro del rango de 50-200 kg/ha, aún usando soporte físico y con cosecha manual

repetitiva. Mientras que esta base de datos es muy restringida, estos rendimientos relativamente bajos y la alta variabilidad señalan la necesidad de un mayor esfuerzo de la investigación para explorar los medios de manejo del cultivo de semilla y las localidades apropiadas para obtener rendimientos de semilla consistentemente altos. Además de los esfuerzos investigativos, únicamente sólo una fuerte y sostenida demanda por parte de los ganaderos estimulará la inversión en la producción comercial de semillas.

#### COLABORACION TECNICA

Los objetivos generales de esta actividad son (a) ampliar la participación en la multiplicación de semilla para incluir las Instituciones Nacionales, las empresas de semillas, y nuevos productores, y (b) incrementar la producción a nivel nacional, para suministrar semilla de accesiones promisorias para evaluación adicional y semilla básica de nuevos cultivares.

Se han aplicado dos estrategias complementarias para lograr estos objetivos:

- iniciar y desarrollar programas de multiplicación de semillas en las Instituciones Nacionales de Investigación (INI) seleccionadas dentro de la RIEPT, y
- utilizar los conocimientos y los recursos de empresas de semillas existentes, cuando éstos estén disponibles, vía los contratos de producción y compra de semilla.

#### 1. Nuevos programas de multiplicación de semillas dentro de los INI

Durante el año se dirigió un mayor esfuerzo hacia la iniciación y el desarrollo de proyectos para la multiplicación de semillas de pasturas en Costa Rica, Ecuador, México, y Perú. Estos países fueron escogidos con base en los progresos allí logrados en la evaluación sistemática

Cuadro 11. Evaluación de varios sistemas de soporte en el rendimiento de semilla de Centrosema brasilianum CIAT 5234, en Santander de Quilichao.

Tipo de soporte	Rendimiento de semilla pura <sup>1</sup> (kg/ha)	Peso por unidad de semillas (g/100)	Viabilidad en Tetrazolío <sup>2</sup> (%, No.)
1. Espaldera de poste/alambre, 1.8 m de alto	321.1 a	2.222 a	76.6 a
2. Espaldera de poste/alambre, 2.5 m de alto	278.5 a	2.244 a	76.0 a
3. Estacas maduras de King grass	219.8 a	2.296 a	69.6 a
4. Sin soporte (plantas sobre el suelo)	50.5 b	2.078 b	65.6 a

1/ Area muestreada: 76 ml en cada una de 3 repeticiones.

2/ Seis meses poscosecha.

Cuadro 12. Evaluación de diferentes sistemas de soporte en el rendimiento de semilla de Centrosema brasilianum CIAT 5234, Carimagua 1986-1987.

Tipo de soporte	Rendimiento de semilla pura <sup>1</sup> (kg/ha)	Peso por unidad de semilla (g/100)	Viabilidad en Tetrazolío <sup>2</sup> (%, No.)
1. Espaldera de poste/alambre, 2.5 m de alto	134.0 a	2.191 ab	77.7 abc
2. Espaldera de poste/alambre, 1.8 m de alto	116.0 a	2.229 a	69.0 c
3. Ramas de árboles	66.5 b	2.257 a	70.5 bc
4. Estacas maduras de King grass	39.0 c	2.222 a	78.7 ab
5. Estacas verdes invertidas de King grass	35.5 c	2.188 ab	83.2 a
6. Sin soporte	15.5 c	2.103 b	84.5 a

1/ Area muestreada: 67.2 ml en cada una de 3 repeticiones (Acuario 86).

2/ Seis meses poscosecha.

Cuadro 13. Evaluación de varios sistemas de soporte en el rendimiento de semilla de Centrosema acutifolium CIAT 5277 en Santander de Quilichao.

Tipo de soporte	Rendimiento de semilla pura <sup>1</sup> kg/ha	Peso por unidad de semilla (g/100)	Viabilidad en Tetrazio <sup>2</sup> (%, No.)
1. Espaldera de poste/alambre, 1.8 m de alto	401 a	4.593 a	91.5 a
2. Espaldera de poste/alambre, 2.5 m de alto	313 b	4.631 a	92.2 a
3. Estacas maduras de King grass	481 a	4.531 a	92.7 a
4. Estacas maduras de King grass (invertidas)	368 ab	4.589 a	92.5 a
6. Sin soporte (plantas sobre el suelo)	94.8 c	3.654 b	83.7 b

1/ Area muestreada: 94 m<sup>2</sup> en cada una de 4 repeticiones.

2/ Seis meses poscosecha.

Cuadro 14. Evolución de un perfil del rendimiento de semilla de C. acutifolium cv. Vichada, en diferentes localidades.

Año	Colombia								México	
	Quilichao 4°N		Carimagua 3°N		El Viso 3°N		Valledupar 10°N		Iguala 18°N	
	n <sup>2</sup>	$\bar{x}$ <sup>3</sup>	n	x	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
1983-84	1	335								
1984-85	5	68(+9)	2	163(+48)						
1985-86	6	217(+39)	4	68(+14)						
1986-87	7	117(+39)	6	24(+8)	1	150	1	150	1	716
Media	19	147(+25)	12	62(+17)	1	150	1	150	1	716

1/ Valores en kg/ha de lotes de multiplicación de semilla de 0.01 a 2.0 ha con soporte físico y cosecha manual en varios pases.

2/ Número de observaciones independientes (valores de diferentes lotes de multiplicación) incluidas en el rendimiento promedio de semilla.

3/ Promedio calculado (+ EE).

de germoplasma, en el deseo de las instituciones nacionales de ampliar sus actividades semillistas y en la disponibilidad de recursos humanos y de campo.

En cada caso, se definió un plan de multiplicación antes del período de siembra. Este incluyó la identificación de las especies y accesiones que serían multiplicadas, las metas de multiplicación, las localidades de producción, el manejo y los métodos para la cosecha de semilla, etc.

En Costa Rica, Ecuador y México, el proyecto involucró sólo un INI como organizador y productor del proyecto (MAG, INIAP E INIFAP, respectivamente). En contraste, Perú, dos INI (INIPA e IVITA) organizaron el proyecto, algunos ganaderos locales participaron como productores-colaboradores novatos, y dos corporaciones de desarrollo regional contribuyeron con los fondos. En Ecuador, el IICA proporcionó los fondos para el INIAP.

Los logros del primer año fueron muy variables, oscilando desde un total de más de 1200 kg de semillas producidos en Perú hasta el fracaso total en el establecimiento en otro proyecto. En todos los casos, sin embargo, los participantes ganaron una valiosa experiencia en cuanto a la agronomía del cultivo de semillas y el manejo del proyecto. También se logró una mejor apreciación del papel de la semilla básica; los proyectos evolucionarán hacia su segundo año con una mejor planificación, una mejor selección y participación de sus colaboradores, y con una mejor identificación de las limitaciones existentes en cada caso.

## 2. Contratos de producción y compra de semillas

Estos proyectos se llevan a cabo en colaboración con la Unidad de Semillas

del CIAT. En cada caso, la financiación, las especificaciones del contrato, el suministro de semilla básica, la supervisión de campo, el acondicionamiento de la semilla, y el análisis de semillas son compartidos entre la Sección y la Unidad de Semillas. El productor de semillas que participa (generalmente una empresa productora de semillas) proporciona la tierra y los recursos para establecer, manejar, cosechar, y despachar los materiales forrajes establecidos de acuerdo con las especificaciones del contrato.

Semillano Ltda. es una empresa de semillas que produce arroz y Brachiaria decumbens en la región de Villavicencio en Colombia. Desde 1986 ha participado en contratos con el CIAT. Distribuidora del Valle Ltda. es una empresa de semillas que produce semilla de sorgo y Andropogon gayanus en la región de Valledupar en Colombia. Durante 1986-87 ha participado en un contrato que incluye tres especies de Centrosema. Los materiales involucrados, las áreas de cultivo, los rendimientos de semillas, y la semilla producida se resumen en los Cuadros 15 y 16.

Estos proyectos por contrato han demostrado ser muy productivos, no sólo en términos de la semilla producida sino también en la generación de los datos acerca del comportamiento del cultivo, la experiencia en el manejo, y los contactos establecidos con las empresas de semillas.

## 3. Participación en la investigación en pasturas en fincas

La Sección continúa colaborando en un número cada vez mayor de investigaciones en fincas y proyectos de validación. Se ha contribuido con asistencia técnica en el manejo del cultivo de semillas y en la cosecha de S. capitata por contrato.

Cuadro 15. Materiales, áreas de cultivo, y rendimiento y producción de semilla en los contratos de producción y compra con Semillano Ltda. 1986-1987.

Período	Material	Área de cultivo (ha)	Semilla Básica	
			Rendimiento (kg/ha)	Producción (kg)
1986-87	<u>S. capitata</u> cv. Capica	2.0	110	220
	<u>C. acutifolium</u> cv. Vichada	0.5	150	75
1987-88	<u>C. acutifolium</u> cv. Vichada	0.5	- <sup>1</sup>	-
	<u>S. guianensis</u> cv. Pucallpa	1.0	-	-
	<u>D. ovalifolium</u> CIAT 13089	1.0	-	-

1/ La cosecha de la semilla está aún pendiente.

Cuadro 16. Materiales, áreas de cultivo, y rendimiento y producción de semilla de tres especies de Centrosema en los contratos de producción y compra con Distribuidora del Valle Ltda durante 1986-1987.

Material de Centrosema	Área de cultivo (ha)	Semilla Básica	
		Rendimiento (kg/ha)	Producción (kg)
<u>C. acutifolium</u> cv. Vichada	0.97	150	146
<u>C. brasilianum</u> CIAT 5234	0.55	769	384
<u>C. macrocarpum</u> CIAT 5713	0.55	93	46
Totales	2.07		576

## CAPACITACION

Durante el año dos profesionales (de Bolivia y República Dominicana) participaron en la Sección para hacer su fase de especialización posterior al Curso en Pastos Tropicales. Además, tres investigadores visitantes especiales provenientes de Antigua, Bolivia y Cuba permanecieron de dos semanas a dos meses recibiendo capacitación en servicio.

En Octubre, la Sección participó y colaboró en un Taller sobre Pasturas

organizado por INIPA en Pucallpa, Perú.

Durante el año, se desarrollaron planes para realizar en los países talleres de trabajo en semilla de pasturas. Estos incluyen Panamá en diciembre 1987 y Perú en junio de 1988.

Cuando fue posible durante los viajes, se mantuvo el contacto con los participantes en los cursos de semillas de pasturas de 1984 y 1986.

## 17. SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO

El objetivo de esta sección es documentar el rol potencial de pasturas mejoradas en sistemas de producción de ganado que están basados en el uso de pasturas para el pastoreo directo. En este contexto, son de particular importancia para las actividades de investigación de la sección, las pasturas tanto puras como asociadas que surgen del proceso de evaluación de todo el Programa en sus actividades de colaboración con instituciones nacionales de investigación.

Para cumplir este objetivo se desarrollan actividades de investigación a nivel de estación experimental en Carimagua, experimentación a nivel de finca y el seguimiento del desempeño comercial de pasturas mejoradas, tanto por sí solas como cuando son utilizadas con otros recursos forrajeros. Las actividades de investigación y de seguimiento a nivel de finca se desarrollan en los Llanos Orientales de Colombia con la finalidad de identificar y probar metodologías apropiadas, así como en varios otros países y regiones en colaboración con otras instituciones de investigación y desarrollo.

### Investigación en Carimagua

Un uso potencial de pasturas sembradas en sistemas de producción de ganado es el mejoramiento del desempeño reproductivo de los hatos de cría a través de mejoras cualitativas y cuantitativas del nivel de nutrición de la vaca de cría. Tal mejoría se puede

lograr por medio del pastoreo del hato o parte del mismo exclusivamente en pasturas sembradas o por medio de alguna combinación de pasturas sembradas y nativas. Alternativamente, el destete precoz permite mantener las vacas en sabana u otros recursos forrajeros de menor costo, si se dispone de forrajes de buena calidad para la cría de los terneros destetados tempranamente.

### Desempeño reproductivo en B. humidicola

En toda América tropical existen áreas importantes sembradas con B. humidicola. Si bien existen evidencias de que la calidad de esta especie puede variar con el nivel de fertilidad del suelo, y aún más si se asocia con leguminosas, el valor nutritivo inherente de esta gramínea es bajo. Sin embargo en general es muy apreciada por su muy alta capacidad de carga, facilidad de establecimiento vegetativo y competitividad con malezas. En 1981 se comenzó un experimento de largo plazo y con repeticiones en el tiempo para determinar el desempeño reproductivo de novillas levantadas en esta grama con diferentes ritmos de ganancia peso, y el efecto residual de estos tratamientos en su desempeño posterior. Parte de los resultados han sido reportados en Informes anteriores. La Figura 1 muestra la evolución del peso vivo de vacas, no corregido por edad o estado fisiológico, a lo largo de 6 años consecutivos y en tres grupos que, como novillas, llegaron a

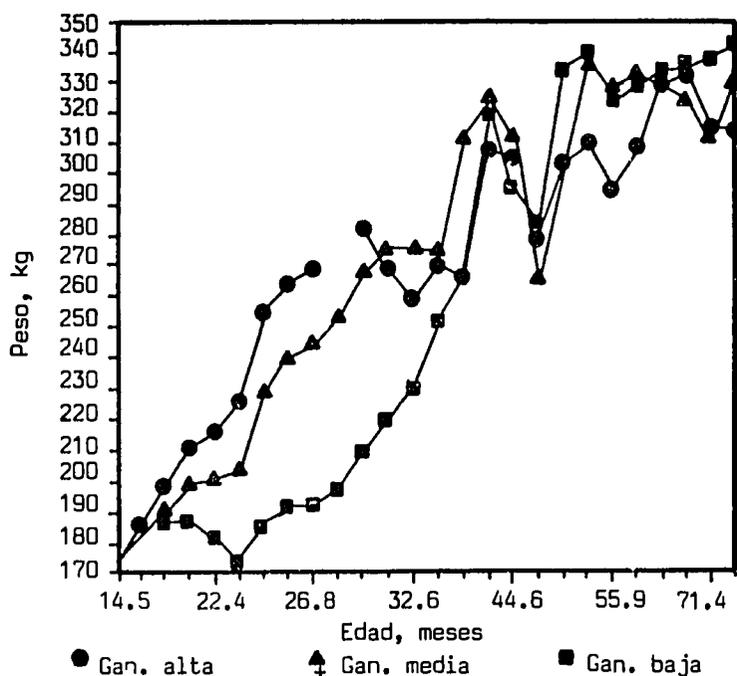


Figura 1. Evolución del peso vivo en vacas que llegaron a 270 kg de peso con ganancia alta, media o baja.

270 kg de peso a velocidades diferentes de crecimiento y por tanto a edades diferentes. Es claro que con el transcurso del tiempo las diferencias aparentes en peso vivo han desaparecido.

Una tendencia similar se puede observar en términos de desempeño reproductivo. Inicialmente, y en particular durante la primera gestación y parición, hubo un efecto considerable del ritmo de crecimiento de las novillas (Cuadro 1), pero estos efectos tienden a disminuir en la segunda (Cuadro 2) y tercera (Cuadro 3) gestación. Un análisis preliminar, basado solamente en medias por tratamiento, confirma la existencia de un desempeño reproductivo compensatorio (Figura 2 y 3), paralelo al crecimiento compensatorio observado en la Figura 1, aunque es

evidente que aún subsisten diferencias entre tratamientos.

Los resultados anteriores sugieren que aún con las conocidas limitantes nutricionales de esta gramínea se pueden obtener niveles de desempeño reproductivo superiores (Cuadro 4) a los reportados en sabana nativa. Igualmente, estos resultados indican que en sistemas extensivos de cría, donde sólo se requieren niveles moderados de crecimiento y reproducción para superar los logrados en sabana, la existencia de fenómenos compensatorios puede conducir a superar limitaciones temporarias, aunque relativamente prolongadas, de alimentación. Este asunto está siendo investigado en la segunda repetición temporal del experimento inicial. Para tal efecto, tres grupos de novillas

Cuadro 1. Número de partos y abortos resultantes de la primera concepción en novillas a pastoreo en B. humidicola y sometidas a tres tasas de crecimiento durante la pubertad.

Ganancia de peso durante la pubertad	No. de Vacas	No. de Partos	No. de Abortos
Alta	16	15	1
Media	17	15	2
Baja	17	17	0

Cuadro 2. Número de partos y abortos resultantes de la segunda concepción en novillas a pastoreo en B. humidicola y sometidas a tres tasas de crecimiento durante la pubertad.

Ganancia de peso durante la pubertad	No. de Vacas	No. de Partos	No. de Abortos	Intervalo destete-concepción
Alta	16	16	0	106
Media	17	17	0	46
Baja	16	11	0	n.d.

Datos a Agosto 1987

n.d. = Datos no disponibles aún.

Cuadro 3. Número de partos y abortos resultantes de la tercera concepción en novillas a pastoreo en B. humidicola y sometidas a tres tasas de crecimiento durante la pubertad.

Ganancia de peso durante la pubertad	No. de Vacas	No. de Partos
Alta	16	5
Media	17	2
Baja	16	0

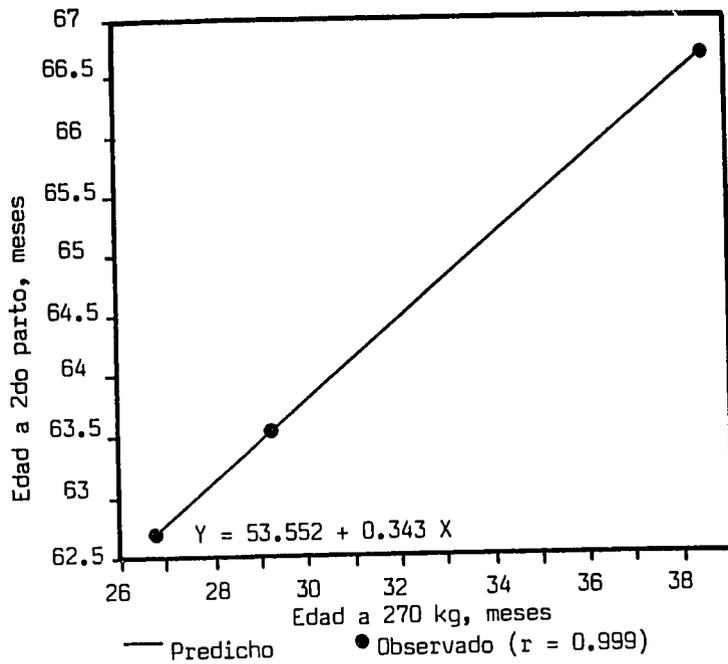


Figura 2. Regresión de la edad al segundo parto sobre la edad a los 270 kg de peso vivo.

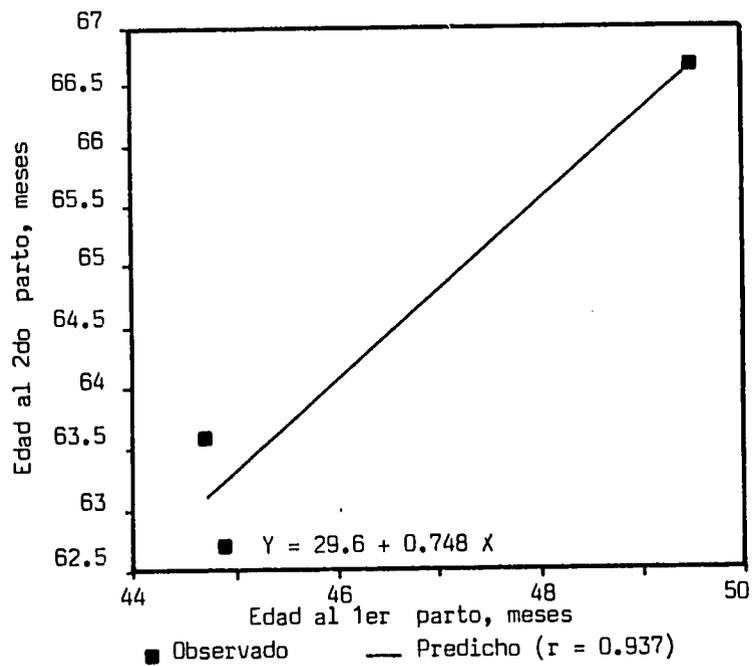


Figura 3. Regresión de la edad al segundo parto sobre la edad al primer parto.

-285-

Cuadro 4. Desempeño reproductivo de novillas a pastoreo B. humidicola, sometidas a tres tasas de crecimiento durante la pubertad.

Ganancia de peso durante la pubertad	n	Primer intervalo entre partos (meses)	Parición %
Alta	15	19.4	61.9
Media	16	18.9	63.5
Baja	11	18.8	63.8

levantadas en B. humidicola a diferentes tasas de crecimiento hasta llegar a 270 kg de peso vivo, fueron subdivididas en 2 tratamientos posteriores: el primero continuó en pastoreo en dicha gramínea, en tanto que el segundo pasó a B. decumbens para lograr mayores ganancias de peso. Se conformaron así 6 grupos experimentales, resultantes de la combinación factorial de tres ganancias de peso hasta el peso de concepción (Alta, Media y Baja respectivamente), y dos tasas de crecimiento posteriores (Alta y Baja respectivamente). Se evaluará el desempeño reproductivo de estos tratamientos hasta la segunda parición.

#### Desempeño reproductivo en B. decumbens

Como se indicó más arriba, B. decumbens es una especie de calidad superior a la de B. humidicola. Cuando se dispone de mejores niveles de nutrición para el hato de cría, es posible introducir prácticas de manejo que en otros casos no son viables o aún son contraproducentes, como por ejemplo, el control de la monta.

Este experimento, que constituye el control positivo de todos los reportados en este capítulo, documenta el desempeño reproductivo de una hato de hembras, criadas desde un año de

edad en pasturas de B. decumbens suplementada con un banco de S. capitata. La carga media anual es 1.2 U.A./ha, y el banco representa 15% del área total; sin embargo, a partir del segundo año del experimento, en banco fué invadido por la gramínea convirtiéndose en una asociación dominada por esta última. La monta está restringida a dos períodos anuales de 90 y 45 días respectivamente.

La Figura 4 muestra la evolución del peso vivo no corregido de los animales hasta el presente. Es evidente que a pesar de marcadas oscilaciones de peso, asociadas a cambios de condición fisiológica, los pesos tienden a estabilizarse a niveles muy superiores que en B. humidicola (ver Figura 1). El desempeño reproductivo (Cuadro 5) sigue una tendencia compatible con la evolución del peso; es importante señalar que los niveles de reproducción observados en este experimento son semejantes a los de un experimento contemporáneo conducido por ICA también en Carimagua pero con monta continua, lo cual verifica la hipótesis expuesta inicialmente sobre la interacción nutrición-manejo.

#### Uso estratégico de pasturas en hatos de cría

En el contexto del presente

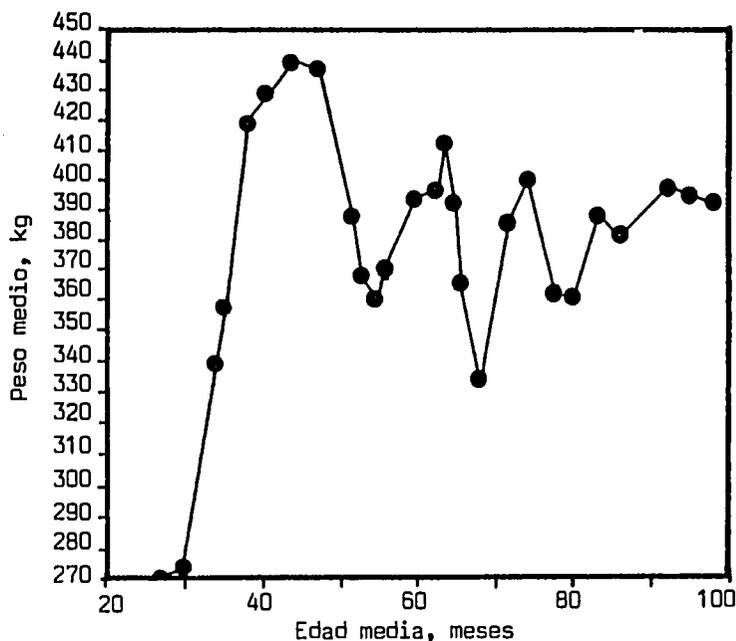


Figura 4. Evolución del peso vivo en vacas a pastoreo en B. decumbens.

experimento, uso "estratégico" de pasturas mejoradas significa el uso de pequeñas áreas de asociaciones gramínea-leguminosa para categorías seleccionadas del hato de cría por períodos cortos de tiempo, con la finalidad de estimular la reconcepción de vacas en determinados estados fisiológicos. Tales pasturas pueden ser usadas el resto del tiempo con otras finalidades, por ejemplo, para la ceba estacional.

El experimento compara, en dos repeticiones, cinco sistemas diferentes, producto de las combinaciones factoriales de dos áreas diferentes de pasturas mejoradas y dos sistemas de manejo, más un testigo negativo. Este último es la tradicional cría exclusivamente en sabana, con suplementación mineral completa (8% P) a voluntad y monta continua, no controlada. Las áreas de asociaciones son 900 y 1800 metros cuadrados de pasturas por U. A., y los manejos fueron denomi-

nados "mínimo" e "intensivo" respectivamente. El manejo mínimo implica acceso no controlado a las pasturas durante todo el año; dado que existen dos asociaciones, se permite el libre acceso a cada una durante 15 días sucesivos en forma alterna. Los otros componentes de manejo mínimo son monta continua y suplemento mineral en la forma de NaCl durante los dos primeros años y una mezcla completa conteniendo 4% de P posteriormente. El manejo intensivo está integrado por la suplementación mineral con un suplemento completo que tiene 8% P y el acceso restringido a los pastos mejorados, ingresando solamente las vacas gestantes durante los últimos 60 días de la gestación y primeros 90 días de lactancia, siendo que estos últimos coinciden con la época de monta controlada; el resto del tiempo, las pasturas de este sistema son utilizadas para la ceba.

Además de los parámetros habituales de

Cuadro 5. Edad al parto e intervalos entre partos (IEP) de vacas a pastoreo en B. decumbens.

Parto No.	Edad al parto		IEP	
	(meses)	s <sup>1</sup>	(meses)	s
1	47.8	4.6	-	-
2	63.3	5.5	15.3	4.9
3	77.7	6.6	14.1	3.3
4*	89.9	5.9	12.8	2.1
5*	95.8	4.7	12.5	0.5

\* Datos parciales a Agosto 1987.

1/ Desviación estándar.

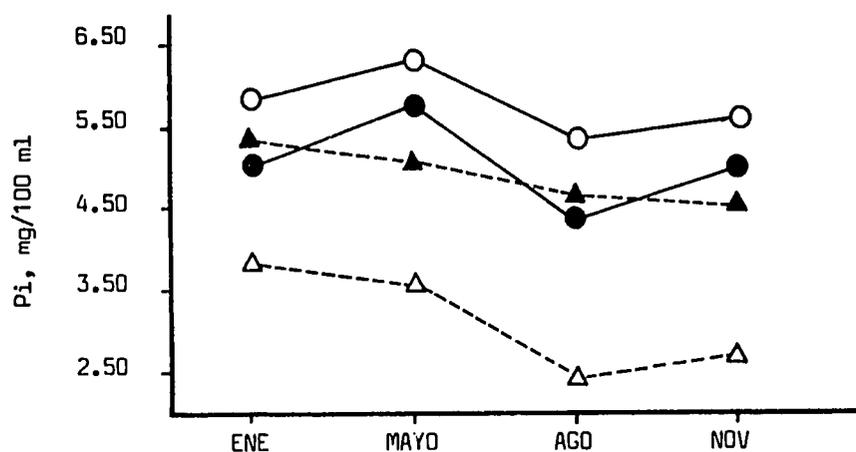


Figura 5. Fósforo inorgánico (Pi) en suero sanguíneo; ● , manejo intensivo; ● , testigo; ▲ , manejo mínimo período 2; ▲ , manejo mínimo período 1.

producción animal, durante el transcurso del experimento se realizó un seguimiento de parámetros del estado de nutrición mineral de vacas preñadas y lactantes, por medio de la obtención de muestras de suero, hígado, costilla y heces de vacas seleccionadas a principios de cada año por estar en Enero en su último trimestre de gestación.

A efectos del análisis de los resultados, se consideran dos períodos de dos años cada uno, que coinciden con el cambio del tipo de suplemento mineral en los tratamientos de manejo mínimo. La Figura 5 muestra la evolución del fósforo inorgánico del suero (Pi) en los tratamientos; dado que no hubo diferencias significativas entre las dos áreas de pasto mejorado, se presentan datos promedios. Es claro el efecto negativo de los dos primeros años en este parámetro que, como se discutiera en informes anteriores, condujeran a un gran número de abortos. La misma tendencia se advierte en términos del peso específico de biopsias de costilla (Figura 6), representativo de los reservas óseas de fósforo y calcio. En este contexto, es de notar que las diferencias a favor del manejo intensivo fueron significativas; lo mismo ocurrió con otros parámetros relacionados directamente a las concentraciones minerales, tal como los porcentajes de P, Ca y ceniza de las muestras de costilla, o inversamente relacionados, tal como los porcentajes de agua y lípidos (Cuadro 6). Del punto de vista del estado mineral de los animales, se concluyó que las pasturas asociadas utilizadas sea como "bancos" (manejo mínimo) o estratégicamente, fueron incapaces de suministrar los requerimientos de Ca y P de vacas lactantes en ausencia de suplemento mineral completo. Por el contrario, en presencia del mismo las pasturas utilizadas estratégicamente tuvieron un efecto positivo gradual y acumulativo, llegándose a niveles de reservas minerales significativamente superiores a las del control, a pesar del mayor consumo de minerales

observados en este último, lo cual sugiere una interacción de energía en la dieta por P.

Del punto de vista de desempeño animal, se observaron diferencias grandes y significativas entre repeticiones, muy probablemente asociado al hecho de que una de ellas estaba ubicada en suelos muy arenosos y sabanas generalmente consideradas de muy baja calidad y capacidad de carga. Aún así, el acceso a 1800 m<sup>2</sup> de pastos mejorados usados estratégicamente aumentó significativamente el peso de vacas y terneros al destete, y redujo también significativamente la mortalidad de terneros lactantes.

Como se indicó anteriormente, durante los dos primeros años del experimento en que recibió solamente NaCl, el manejo mínimo originó bajos pesos de vacas y terneros, y tasas muy altas de pérdidas por abortos y mortalidad de lactantes. En el segundo período experimental, y asociado con el cambio de suplemento mineral (4% P), los parámetros de producción se recuperaron drásticamente, con tendencia a desaparecer las diferencias manifestadas inicialmente entre manejo mínimo y estratégico (Cuadro 7). Sin embargo, las diferencias entre el testigo en sabana y el tratamiento de manejo intensivo con 1800 m<sup>2</sup> persistieron durante los 4 años analizados (Cuadro 8).

Las diferencias antes mencionadas en peso de vacas no alcanzaron, sin embargo a expresarse en términos de desempeño reproductivo, puesto que la monta limitada a 90 días en los tratamientos de manejo intensivo igualó los porcentajes de concepción, parición y destete de estos tratamientos con el testigo en sabana y monta continua. Por el contrario, una vez superadas las deficiencias minerales ocasionadas por los dos primeros años en los tratamientos de manejo mínimo, la monta continua experimentada por éstos aunada al continuo acceso a

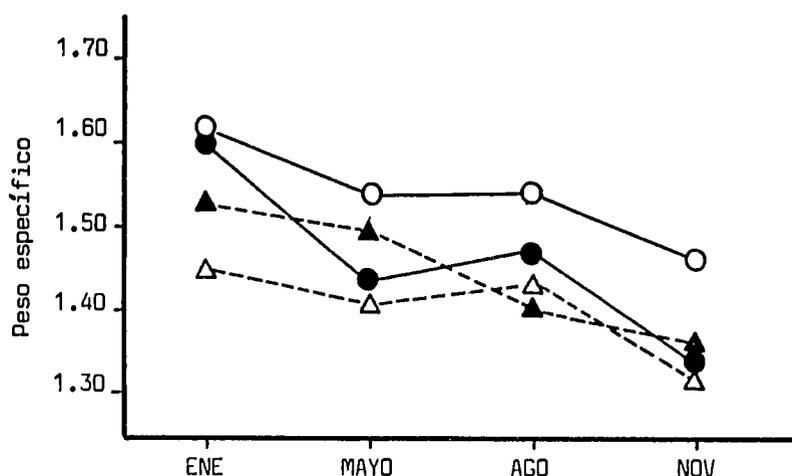


Figura 6. Peso específico de biopsias de costilla, O , manejo intensivo; ● , testigo; ▲ , manejo mínimo período 2; △ , manejo mínimo período 1.

Cuadro 6. Parámetros medios de composición mineral del suero y de biopsias de costilla en vacas de cuatro sistemas de producción.

Parámetro	C <sup>1</sup>	MM1	MM2	MI	P<
<b>SUERO</b>					
P, mg/100 ml	5.13	3.12	4.93	5.80	0.01
Ca, mg/100 ml	10.5	8.8	9.3	10.4	N.S.
<b>COSTILLA</b>					
P, % fresco	6.65	5.42	6.30	6.91	0.05
Ca, % fresco	14.5	12.4	15.1	15.6	0.05
Peso específico	1.46	1.40	1.44	1.53	0.002
Ceniza, % fresco	41.6	35.0	41.1	45.1	0.05
Extracto etéreo, % fresco	18.6	19.7	19.6	13.5	0.001
Agua, %	17.7	22.5	16.6	15.4	0.01

1/ C = Testigo  
 MM1 = Manejo mínimo período 1  
 MM2 = Manejo mínimo período 2  
 MI = Manejo intensivo

290-

Cuadro 7. Peso medio de vacas a la concepción, parto y destete, y peso de terneros al destete, en sistemas de cría y dos períodos experimentales.

Sistemas	Período 1	Período 2	Media
Peso a la concepción			
Mínimo	333	331	332 b
Intensivo	369	366	366 a
Peso al parto			
Mínimo	333 b	356 ab	343
Intensivo	375 a	353 ab	372
Peso al destete			
Mínimo	308	327	314
Intensivo	323	331	326
Peso de terneros al destete			
Mínimo	159	151	157 b
Intensivo	173	175	174 a

Medias seguidas por letras diferentes difieren con  $P < 0.05$ .

Cuadro 8. Pesos medios de vacas y terneros en el sistema testigo y el de manejo intensivo.

Area de pasto mejorado m <sup>2</sup> / U.A.	Peso de vacas			Peso de terneros al destete (270 d)
	Concepción	Parto	Destete	
0	320 b	322	290 b	157 b
900	347 a	335	301 b	150 b
1800	348 a	341	320 a	174 a
P <	0.01	N.S.	0.01	0.001

pastos mejorados en la forma de bancos, provocó un aumento significativo de concepciones ( $P < .02$ ), pariciones ( $P < .09$ ) y destetes ( $P < .03$ ) sobre el resto de los tratamientos. En efecto, y a título de ejemplo, el porcentaje de destete de manejo mínimo durante el segundo período experimental fue de 61%, contra 50% en el resto de los demás tratamientos. Nuevamente, y como en el caso antes mencionado, los resultados sugieren la existencia de una marcada interacción del nivel de alimentación con las prácticas de manejo animal.

Los resultados de este experimento continúan siendo analizados.

#### Destete precoz

En el segundo semestre de 1987 se inició un experimento para comparar las asociaciones de A. gayanus - P. phaseoloides, A. gayanus - C. acutifolium y B. dictyoneura - A. pintoi con una gramínea pura, A. gayanus, en cuanto a su potencial para la cría de terneros destetados a 3 meses de edad. La carga utilizada es variable, procurándose mantener una presión de pastoreo constante de alrededor de 6 kg m.s. de materia verde de gramínea por 100 kg peso vivo. El experimento está en andamiento.

Paralelamente, se ha continuado el seguimiento del desempeño reproductivo de vacas que habían destetado terneros precozmente en años anteriores. El Cuadro 9 presenta los datos definitivos sobre dichos grupos de vacas, confirmándose la esperada disminución de los intervalos entre partos asociados a reducciones en la edad de destete, que a su vez parece estar parcialmente relacionado con un mayor peso de las vacas cuanto más temprano ocurre el destete lo que ocasiona la disminución del intervalo destete-reconcepción (Cuadro 10). Además, es interesante señalar que los pesos al destete y reconcepción de vacas que

pastorean en sabana y destetadas a 110 días se aproximan bastante a los pesos de vacas mantenidas en pastos mejorados, tipo B. decumbens, y sometidas a lactaciones de 9 meses de duración. De igual forma, los intervalos entre partos de estas vacas mantenidas exclusivamente en sabana se aproximan de las que pastorean en B. decumbens (ver Cuadro 5).

Claramente, el uso estratégico de pastos mejorados para terneros precoces sería una herramienta muy poderosa para disminuir o aún eliminar la necesidad de proveer tales recursos forrajeros al hato de cría, aunque al costo de un manejo posiblemente más complejo de los terneros.

#### Investigación a nivel de finca

Las investigaciones en fincas de los Llanos Orientales de Colombia son conducidas con la finalidad de documentar el desempeño de pasturas asociadas compuestas por especies en categorías avanzadas de evaluación o recientemente liberadas por ICA, y sujetas al manejo impuesto por el productor. Un segundo grupo de actividades a nivel de finca es la cooperación con ICA en la puesta en práctica de un plan piloto de transferencia de tecnología en pasturas. El interés primordial en este caso es el de desarrollar una metodología de transferencia relevante, para una situación en la que no se cuenta con antecedentes en el trópico de América Latina, excepción hecha de aquellos programas que han involucrado simultáneamente el crédito supervisado.

Con finalidades semejantes, se comenzó en 1987 un proyecto cooperativo con CPAC/EMBRAPA de validación de pasturas mejoradas en el Municipio de Sylvania, Goiás, Brasil. Igualmente, la sección de Sistemas de Producción está involucrada en otras actividades de validación a nivel de finca en otras regiones de Colombia, parte de las

Cuadro 9. Desempeño reproductivo de vacas con destete de diferentes edades.

Edad de destete, días	Fecha de destete	IEP <sup>1</sup>		Partición %
		meses	s	
280 ± 29.4	Febrero 85	23.2	1.7	52
266 ± 68.4	Octubre 85	21.4	4.0	56
166 ± 9.7	Noviembre 84	17.7	3.3	68
110 ± 7.9	Mayo 85	15.5	4.1	77

1/ IEP = Intervalo entre partes

S = Desviación estándar

Cuadro 10. Parámetros de desempeño reproductivo y peso, de vacas destetadas a diferentes edades.

Edad de destete días	IEP <sup>1</sup> meses	Peso al destete kg	Peso próximo a reconcepción kg	Intervalo destete-reconcepción días
280	23.2	280	310	148
266	21.4	304	323	101
166	17.7	279	329	87
110	15.5	341	355	79

1/ IEP = Intervalo entre partos.

cuales son reportadas en el capítulo de Economía.

### Proyecto piloto de validación y transferencia de tecnología

El origen y metodología de este programa colaborativo con ICA ha sido relatado en el Informe de 1986.

Como producto de las actividades de promoción de la multiplicación de semilla a nivel de finca desarrolladas en los años de 1985 y 1986, a fines de este último se dispuso en el mercado de aproximadamente 9 toneladas de S. capitata cv. Capica. Toda esta semilla, así como semilla de varias gramíneas proveniente del mercado comercial tradicional, fue utilizada en las siembras realizadas en 1987.

Durante el año se realizaron siembras en 50 fincas de los Llanos Orientales, en un total de 86 potreros y sumando aproximadamente 2800 hectáreas. El Cuadro 11 contiene un resumen de las áreas sembradas con especies puras, algunas de las cuales se espera que constituyan semilleros a cosechar en los próximos años. Las asociaciones sembradas (Cuadro 12) constituyeron la mayor parte del área total sembrada, y estuvieron dominadas por las mezclas basadas en Capica con 4 gramíneas diferentes; debe notarse que la selección de éstas fue realizada predominantemente por los usuarios del proyecto de transferencia.

El Cuadro 13 contiene un resumen de las áreas en que está representada cada una de las especies sembradas.

Juzgando por las áreas sembradas, y por la demanda existente a nivel de productores, es claro que el proyecto está siendo exitoso. El desafío futuro es como hacer crecer su impacto sin comprometer mayores recursos de las instituciones que le dieron origen, e involucrando por el contrario a instituciones de fomento, crédito y desarrollo.

Igualmente del punto de vista de promoción de la multiplicación de semilla, el proyecto comienza a tener un efecto positivo, y se aguarda que hacia fines de 1987 e inicios de 1988, las áreas de semilleros efectivamente cosechadas sean significativamente mayores que en los años anteriores.

### Seguimiento de pasturas a nivel de finca

En el transcurso de 1987 se comenzó el seguimiento del desempeño animal en términos de ganancia de peso de novillo de ceba de varias nuevas pasturas. En un total de tres fincas, las pasturas que están siendo controladas son: A. gayanus - C. acutifolium, A. gayanus - C. acutifolium - C. brasilianum, A. gayanus - C. brasilianum - S. capitata y B. decumbens - S. capitata.

Además de las anteriores, se continúa controlando el desempeño reproductivo de vacas en pasturas asociadas en dos fincas desde 1980.

En ambas situaciones, la información para 1987 no está aún completa.

### Validación de pasturas en Sylvania, Goiás, Brasil

Este nuevo proyecto, que está siendo desarrollado en cooperación con personal técnico del Centro de Pesquisa Agropecuaria del Cerrado (CPAC), EMBRAPA, es parte de uno mayor conducido exclusivamente por CPAC y cuyo objetivo general es el de documentar en mayor grado de detalle que lo realizado hasta el presente, la eficiencia técnica y económica de algunos sistemas de producción del Cerrado, en particular aquellos utilizados por productores pequeños y medianos. Como sede de este proyecto, denominado de Convivencia con el Cerrado, se seleccionó el Municipio de Sylvania, en el Estado de Goiás, ubicado en el área de influencia de dos grandes ciudades, Goiás y

Cuadro 11. Areas sembradas con especies puras por el proyecto piloto de transferencia de tecnología en 1987.

Especie	No. fincas	Area total (ha)	Area máxima (ha)	Area mínima (ha)
<u>A. gayanus</u>	3	180.1	100	0.1
<u>A. pintoí</u>	2	0.6	0.5	0.1
<u>B. dictyoneura</u>	11	232.6	150	0.1
<u>B. humidicola</u>	1	0.1		
<u>C. acutifolium</u>	3	1.1	0.5	0.1
<u>C. brasilianum</u>	1	0.1		
<u>D. ovalifolium</u>	1	0.1		
<u>S. capitata</u>	6	122.1	30	0.1

Cuadro 12. Areas sembradas con asociaciones por el proyecto piloto de transferencia de tecnología en 1987.

Asociación	No. fincas	Area total (ha)	Area máxima (ha)	Area mínima (ha)
Ag/Ca <sup>1</sup>	2	14	8	6
Ag/Sc	31	1718	190	5
Ag/Sc/Ca	2	27	17	10
Bbr/Sc/Pp	1	20		
Bd/Ca	4	64	30	4
Bd/Cb	2	25	15	10
Bd/Sc	8	297	100	4
Bdic/Ap	2	1.5	1	0.5
Bdic/Sc	3	80	40	20

- 1/ Ag = Andropogon gayanus cv. Carimagua 1  
 Ca = Centrosema acutifolium cv. Vichada  
 Sc = Stylosanthes capitata cv. Capica  
 Bbr = Brachiaria brizantha cv. La Libertad  
 Pp = Pueraria phaseoloides  
 Bd = Brachiaria decumbens  
 Cb = Centrosema brasilianum CIAT 5234  
 Bdic = Brachiaria dictyoneura cv. Llanero  
 Ap = Arachis pintoí CIAT 17434

Cuadro 13. Areas en las que está presente cada especie sembrada en 1987.

	Hectáreas sembradas		Total
	Puro	Asociaciones	
<u>A. gayanus</u>	180	1759	1939
<u>B. decumbens</u>	-	386	386
<u>B. dictyoneura</u>	233	315	548
<u>B. brizantha</u>	-	20	20
<u>S. capitata</u>	122	2142	2264
<u>C. acutifolium</u>	1.1	105	106
<u>C. brasilianum</u>	0.1	25	25

Brasilia, respectivamente. El tamaño medio de las propiedades es de 228 ha, poseyendo 77 cabezas bovinas. Los cultivos anuales, predominantemente maíz y arroz, ocupan alrededor de 9% del área, los pastos cultivados 19% y los pastos nativos el 56%.

El proyecto conjunto CPAC/CIAT tiene por objetivo específico la validación técnico-económica de tecnologías de pasturas mejoradas de gramíneas y leguminosas generadas por el proceso de investigación en CPAC. Para tal fin se identificaron productores del municipio en cuestión que tenían intenciones de sembrar nuevas pasturas y se les propuso incorporar algunas de las alternativas a ser validadas. Estas consisten en el uso de bancos de proteína, en la forma de Leucaena

leucocephala para ser usada en la época lluviosa más Stylosanthes guianensis para la época seca, sembrados en potreros separados y subdivididos para realizar un pastoreo rotacional o, alternativamente, el uso de pasturas asociadas basadas en A. gayanus y S. macrocephala. Una tercera alternativa que será estudiada, consiste en la recuperación de pasturas degradadas de B. decumbens o B. ruziziensis mediante la introducción de S. capitata, C. brasilianum y/o Calopogonium. Los predios seleccionados son de tamaño mediano y dedicadas a ganadería de doble propósito, pero por conveniencia, se acordó que las nuevas pasturas serán evaluadas inicialmente con animales en crecimiento.

## 18. ECONOMIA

Durante este año las actividades se orientaron hacia el desarrollo de estrategias institucionales para la prueba en fincas de tecnología de pasturas, producción de semilla a nivel local y caracterización de regiones candidatas para adelantar esfuerzos colaborativos de investigación en fincas.

En cooperación con IVITA, un investigador posdoctoral inició acciones de investigación en fincas en el principal frente de trabajo para los trópicos húmedos, Pucallpa, Perú. El estudio generará información básica sobre los sistemas de finca existentes, particularmente en relación a los métodos tradicionales de establecimiento y manejo de pasturas y la exposición a los agricultores de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras.

El estudio de caracterización de sistemas de producción de pequeñas fincas de la selva baja de Napo, Ecuador, realizado en colaboración con varias entidades internacionales y ecuatorianas se terminó de editar y se encuentra en impresión. Un proyecto de seguimiento de las fincas que usen técnicas agroforestales mejoradas se planeó y las negociaciones sobre financiamiento se encuentran en proceso.

En Colombia, las actividades se expandieron a dos nuevas áreas: el piedemonte amazónico del Caquetá y la región del sur del Valle-Norte del Cauca con cerca de 200.000 ha de

suelos ácidos en altitudes entre 1000 y 1700 m.

Otras actividades adicionales de la Sección incluyen la colaboración con el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) en el análisis económico de sistemas de producción de cría y levante de novillas en sabana nativa vs. pastos Brachiaria y la preparación de un estudio de prefactibilidad para el asentamiento de pequeños ganaderos en los Llanos Orientales de Colombia.

Se analizó la quinta encuesta anual de la RIEPT sobre las relaciones de precios de productos e insumos ganaderos en el establecimiento de pasturas mejoradas y producción vacuna y los resultados se distribuyeron a las instituciones colaboradoras.

Se completó el proyecto colaborativo sobre análisis de la demanda por carnes (vacuna, cerdo y aves) emprendido conjuntamente con la FAO/RLC. El estudio se encuentra en impresión.

### COMPRESION DEL ROL DE LAS PASTURAS EN SISTEMAS DE FINCA EN EL OESTE AMAZONICO: UN ENFOQUE DE INVESTIGACION EN FINCAS

La colonización de las tierras bajas de los trópicos húmedos por pequeños productores que emigran desde las populosas regiones andinas, es un fenómeno social y demográfico continuado en los países de la cuenca amazónica: Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia y Venezuela. Tanto en esquemas de colonización dirigida como

espontánea, siguiendo actividades de explotación forestal y petrolera, estos agricultores deben afrontar un ambiente hostil con grandes desafíos y dificultades. Las realidades agrarias y demográficas de las regiones andinas continuarán siendo un factor de "presión" que induce este movimiento de población y un factor de "explotación" de grandes áreas de tierras subutilizadas y poco pobladas.

Los suelos ácidos e infértiles de la cuenca amazónica plantean serias restricciones a una agricultura con rendimientos sostenidos que sea económicamente viable. El Programa de Pastos Tropicales tiene como mandato el desarrollo de tecnologías de pasturas (germoplasma y sistemas de manejo) apropiadas para incrementar la productividad de esta frontera agrícola y promover la explotación racional de este frágil ecosistema.

La ganadería es una parte integral de los sistemas de producción agrícola de los pequeños productores en los trópicos húmedos. En general, los colonos visualizan en la ganadería un componente importante en sus sistemas de finca mixtos. Además de pastos y ganado, estos sistemas generalmente incluyen cultivos transitorios (maíz y arroz), cultivos de ciclo más largo (yuca y plátano) y cultivos permanentes (cítricos, café y una gran variedad de árboles y frutales). Comprender el rol de las pasturas y la ganadería en estos sistemas de finca mixtos es importante para diseñar tecnologías apropiadas las cuales tengan mayor posibilidad de llenar las necesidades de los agricultores y por tanto ser adoptadas.

La meta de esta investigación es obtener conocimiento sobre las estrategias de producción de pequeños agricultores en la región a través del monitoreo intensivo de las actividades de la finca y la prueba de especies de gramíneas y leguminosas forrajeras promisorias bajo las condiciones de las

fincas. Se espera que la experimentación a nivel de finca sea una prueba rigurosa de los cultivares de pasturas promisorios bajo condiciones realistas y suministre información sobre su comportamiento que pueda ser incorporada en el proceso de investigación y evaluación agronómica. Adicionalmente, se espera que las reacciones de los agricultores a la tecnología provean valiosos conocimientos sobre las técnicas para su manejo y que la identificación de las necesidades de los pequeños agricultores coadyuve al refinamiento del proceso de investigación.

### Naturaleza de la propuesta

Esta investigación financiada por la Fundación Rockefeller y el IDRC en colaboración con CIAT e instituciones nacionales de investigación (IVITA, INIPA), se enfoca al estudio del rol de las pasturas en sistemas de finca mixtos del trópico húmedo, usando el área de influencia de Pucallpa, Perú. La principal actividad es el ensayo en fincas de asociaciones de gramíneas y leguminosas promisorias, con énfasis secundario en la caracterización general de los sistemas de finca y la investigación del componente arboreo potencial de sistemas agroforestales y silvopastoriles. Todas las actividades se realizan desde la Estación Experimental de IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura) en colaboración con personal de IVITA y de INIPA (Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agrícola).

Los ensayos en finca de asociaciones de gramíneas y leguminosas promisorias intentan probar varias hipótesis interrelacionadas:

1. Asociaciones de gramíneas y leguminosas bien adaptadas son capaces de formar asociaciones estables, las cuales son biológicamente competitivas con especies nativas agresivas de más baja productividad (malezas).

2. Las asociaciones de gramíneas y leguminosas pueden establecerse en condiciones de bajos requerimientos de insumos en una forma que es económicamente atractiva para los pequeños productores.
3. Asociaciones de gramíneas y leguminosas apropiadas son más productivas que cualquiera de las gramíneas solas ya sean nativas o introducidas.
4. Los costos adicionales de mezclas de gramíneas y leguminosas (semillas y mantenimiento) son más que compensados por las ganancias en productividad en comparación con la gramínea sola.

A fin de probar estas hipótesis el proyecto está recopilando datos sobre los costos de establecimiento y mantenimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas para su comparación con los de las gramíneas actualmente en uso (principalmente B. decumbens), así como también su productividad y persistencia.

En el proceso de implementación de esta investigación han surgido dos hipótesis colaterales para prueba. La primera incluye la factibilidad de producción de semilla de leguminosas forrajeras por pequeños productores. Esta se investigará a través de proyectos piloto en colaboración con pequeños productores para producir semilla bajo un cuidadoso monitoreo de los insumos de mano de obra y gastos versus el beneficio potencial a través de la venta de semilla. El proyecto suministra asistencia técnica y semilla y se garantiza un mercado para la semilla producida. Una segunda hipótesis involucra la evaluación de las reacciones de los pequeños productores al uso de inoculantes para estimular la capacidad de fijación de nitrógeno de las leguminosas forrajeras. La Sección de Microbiología del Programa ha identificado cepas productivas de Rhizobium que incrementan la nodulación radicular y la actividad simbiótica. Se examinará la reacción

de los agricultores a esta tecnología por medio de la comparación del comportamiento y evaluación del agricultor de praderas inoculadas versus no inoculadas. Se confía que otros tópicos de investigación emerjan durante el desarrollo de este proyecto.

#### Estrategia de investigación y metodología

Los ensayos en finca se adelantan en 12 fincas del área de Pucallpa. También se han establecido los semilleros o parcelas de multiplicación de semilla. Dos mezclas diferentes de germoplasma se están ensayando (Cuadro 1). Las mezclas basadas en Brachiaria spp. se sembraron en diez fincas en una extensión total de 13 hectáreas. Las mezclas basadas en Andropogon spp. se sembraron en dos fincas con un total de 7 hectáreas. Todos los ensayos se establecieron en parcelas previamente seleccionadas por los agricultores para siembra de pasturas. En todos los casos, estas áreas se encontraban cubiertas con vegetación secundaria (arbustos y árboles pequeños) habiendo sido cultivados previamente y dejadas como rastrojos durante cuatro a diez años. Las áreas establecidas variaron desde dos hasta diez hectáreas, de las cuales la mitad se sembraron con asociaciones y la otra mitad con B. decumbens usando técnicas tradicionales. El proyecto suministra semilla, alambre para cercar los lotes experimentales y asistencia técnica. Los agricultores suministran tierra, mano de obra y los animales para pastorear las parcelas una vez establecidos los pastos.

El proyecto recolecta información sobre los gastos e insumos de mano de obra usados en cada fase del establecimiento del pasto: limpia, quema, siembra y control de malezas. Esta información se recopila para la asociación y la gramínea sola a fin de documentar los costos comparativos de las dos técnicas. Los datos se obtienen a través de visitas múltiples y

Cuadro 1. Asociaciones de gramíneas y leguminosas en ensayos en fincas del área amazónica de Pucallpa, Perú.

---

ASOCIACION #1

Gramínea:

Brachiaria decumbens 606  
B. dictyoneura 6133

Leguminosas:

Stylosanthes guianensis 136 & 184  
Centrosema acutifolium 5277  
C. macrocarpum 5713  
C. pubescens 438 & 442  
Desmodium ovalifolium 350

ASOCIACION #2

Gramínea:

Andropogon gayanus

Leguminosas:

Stylosanthes guianensis 136 & 184  
Centrosema acutifolium 5277  
C. macrocarpum 5713  
C. pubescens 438 & 442

---

entrevistas informales con los productores. Así mismo se hará seguimiento de la tasa de establecimiento de las pasturas usando técnicas estándar de muestreo agronómico para medir composición botanal, tasas de crecimiento de las plantas, vigor y presencia de plagas y enfermedades.

Una vez establecidas las pasturas se comparará la productividad de las asociaciones versus la gramínea sola midiendo la producción de leche de vacas pastoreando alternadamente cada una de las pasturas. El período de ocupación de cada pastura será de una semana a diez días. Se mantendrán registros individuales de la producción por vaca para tabulación. Se hipotetiza que la mejor dieta resultante de las mezclas de gramíneas y leguminosas conllevará una producción de leche significativamente mayor.

Simultáneamente con la iniciación de pruebas de pastoreo, se recolectará

información sobre el comportamiento agronómico de las pasturas. Un aspecto crucial en el mejoramiento de la producción de ganado en las tierras bajas del trópico húmedo es la persistencia y estabilidad de los pastos en el tiempo. Se recopilarán datos sobre composición botanal, vigor de las plantas, forraje en oferta y otras medidas estándar de comportamiento de las pasturas preparadas por el Programa. Para efectuar un pronóstico preciso de la persistencia de las pasturas, estas mediciones deberán continuarse al menos durante cinco años subsiguientes al establecimiento de las pruebas de pastoreo.

Progreso a la fecha

Desde el inicio de la investigación en Marzo de 1987, el proyecto ha seleccionado los participantes a través de entrevistas con agricultores realizadas en Abril-Mayo de 1987. Estas entrevistas condujeron a la escogencia

de trece agricultores en el proyecto. Las fincas se seleccionaron de manera que fueran representativas dentro del rango de condiciones socioeconómicas y agroecológicas de la región en estudio.

La segunda fase del proyecto se implementó en Junio-Julio con la caracterización de la vegetación secundaria existente antes de la tumba, limpia y quema de las parcelas. Se estudiaron las condiciones ecológicas de estas áreas, especialmente suelos y vegetación, a fin de tener información básica para el estudio subsecuente de la evolución de la fertilidad del suelo y composición botanal en el tiempo. Dentro de cada parcela, se delimitó una parcela experimental de 10 x 50 m. Dentro de ésta se tomaron muestras de suelos y se midió la permeabilidad del suelo a través de tasa de infiltración del agua. La literatura sobre degradación de pasturas sugiere que cambios tanto en el contenido de nutrientes en el suelo como en su composición química son factores claves en la pérdida de productividad. Las áreas muestreadas fueron claramente delimitadas con estacas metálicas de manera que éstas puedan ser muestreadas repetidamente en el tiempo para estudiar la evolución de las condiciones químicas y físicas del suelo.

Adicionalmente, se recolectó información sobre la composición botanal (especies presentes) y biomasa (diámetro y altura de vegetación arbórea). También se registró información sobre cobertura de follaje, presencia- ausencia de gramíneas o de malezas, gramíneas agresivas y topografía. Se espera que esta información suministrará un cuadro claro de las condiciones previas a la quema y pueda incluso conducir a un modelo predictivo con relación al potencial agrícola de diferentes tipos de vegetación secundaria. A la fecha se ha tomado una segunda muestra de suelos después de la quema a fin de medir los efectos de

la quema sobre la composición de nutrientes en el suelo. Estos datos están en la fase de análisis. Se monitoreó el proceso de tumba y quema a fin de estimar los requerimientos de mano de obra.

La siembra de las asociaciones de gramíneas y leguminosas se planeó para coincidir con el inicio de la estación lluviosa que ocurre usualmente en Septiembre. La iniciación de las lluvias se retrasó este año con pocas lluvias hasta finales de Octubre. Esto causó que varios agricultores perdieran los cultivos sembrados (principalmente maíz) en Septiembre. Desde el 28 de Octubre hasta el 28 de Noviembre se establecieron doce asociaciones gramínea-leguminosa (no se estableció otro ensayo debido a retrasos en la tumba y quema de la parcela). Los métodos y densidades de siembra se determinaron conjuntamente con los agrónomos de IVITA e INIPA y los agricultores con experiencia en el establecimiento de asociaciones. Todas las parcelas fueron sembradas al voleo por los agricultores con la asistencia técnica del proyecto. En las siembras de asociaciones la mitad de la semilla de leguminosas sembrada fue inoculada con Rhizobium a fin de juzgar el efecto de este tratamiento sobre el desempeño de las pasturas bajo condiciones de finca.

La tasa de establecimiento de estas pasturas se encuentra en proceso de monitoreo. Se espera que algunas áreas tengan que ser resembradas, aunque se ha obtenido un buen conocimiento de las técnicas de siembra de pasturas en fincas. Por ejemplo, las tasas de germinación de especies de Centrosema parecen ser bajas cuando se siembran al voleo. El tamaño relativamente grande de las semillas de este género hace que éstas queden expuestas en la superficie del suelo y sujetas a disecación después de la germinación inicial. Si ésta no es seguida por lluvias regulares, la semilla a menudo no sobrevive. Por tanto algunas áreas

de Centrosema spp. tendrán que resembrarse usando un machete o chuzo para profundizar ligeramente la semilla en el suelo y estimular su germinación. Esta técnica es más intensiva en mano de obra que la siembra al voleo, pero esta información es un importante criterio para juzgar la adaptabilidad de diferentes especies bajo diferentes condiciones de fincas. Otra lección ha sido la necesidad de darle al inoculante un color diferente al negro actual (negro grisáceo una vez peletizado con roca fosfórica). El color actual hace la semilla extremadamente difícil de ver cuando se siembra en campos recién quemados y por tanto determinar la uniformidad en la distribución de la semilla al voleo. Estos son ejemplos del tipo de información que sólo se puede generar en los ensayos a nivel de finca en los cuales áreas relativamente grandes son plantadas por los agricultores mismos.

#### Planes futuros

Se espera que las pruebas de pastoreo comiencen como muy temprano en Junio de 1988 o más probablemente en Septiembre-Octubre de 1988. Su iniciación depende de una gran variedad de factores exógenos, especialmente climáticos. Bajo las prácticas actuales de manejo las pasturas establecidas al comienzo de la estación lluviosa usualmente no están listas para pastoreo hasta el final de dicha estación (Mayo-Junio). En ese momento se someten a un ligero pastoreo durante la parte inicial de la estación seca, luego a un control intensivo de malezas y frecuentemente a la quema antes del comienzo de la estación lluviosa. Los rebrotes inducidos por la lluvia son entonces aprovechados en un pastoreo extensivo. El comportamiento de las pasturas en asociaciones bajo este régimen de manejo es problemático debido a la posible sensibilidad de las leguminosas al fuego. En cualquier caso sería desacertado someter las pasturas recién establecidas a un pastoreo intensivo durante la

estación seca, una época de estrés para las plantas debido a la deficiencia de humedad.

Varias preguntas quedan pendientes en relación al alcance y naturaleza de trabajos futuros en este campo. Por ejemplo, es deseable expandir el número y área de los ensayos en fincas dentro de un año, al comienzo de la estación lluviosa de 1988? Una pregunta más crítica es el monitoreo en el largo plazo de estas pruebas sobre la persistencia y estabilidad de las pasturas sembradas este año. Buena parte del impacto potencial esperado de las asociaciones de gramíneas y leguminosas va a depender de la estabilidad de la productividad en el tiempo. Para ser exitosas las asociaciones deben ser persistentes. La persistencia depende de la habilidad de estas especies para tolerar las condiciones de suelos ácidos e infértiles y para competir con especies nativas de baja productividad y alta agresividad, las malezas. Los cultivares establecidos en los ensayos en fincas, conllevan una selección agronómica por estas cualidades. Es extremadamente importante que estas especies confirmen su potencial bajo las condiciones de fincas. Sólo entonces se pueden movilizar con confianza los nuevos cultivares y las técnicas para su manejo, en una escala masiva.

#### USO DE BRACHIARIA DECUMBENS EN FINCAS DE DOBLE PROPOSITO EN EL PIEDEMONTES AMAZONICO DEL CAQUETA, COLOMBIA

Dentro del objetivo general del Programa de exponer nuevas tecnologías de pasturas en sistemas de fincas relevantes, se iniciaron actividades de investigación adaptativa en fincas de esta región en un proyecto colaborativo con varias entidades públicas y privadas.

El piedemonte andino del Caquetá es una de las más grandes áreas de bosque abierto en el Amazonas con cerca de

1.2 millones de hectáreas en pastos. Esta es una región de colonización antigua donde predominan fincas operadas por pequeños y medianos propietarios. El ganado es por ahora la empresa de producción más importante, en sistemas de producción de ganado de doble propósito (carne y leche) prevalentes en las fincas más pequeñas.

Ecológicamente, la región corresponde a bosque húmedo siempreverde con cerca de 3500 mm de lluvia anual sin una estación seca marcada. Los suelos son principalmente Ultisoles con bajo pH, baja saturación de bases y alto contenido de aluminio intercambiable. Estas condiciones físicas y la distancia a centros de población y de consumo más importantes restringe el número de alternativas de producción y hace el sistema particularmente dependiente de pasturas y la producción de ganado.

Los colonos introdujeron germoplasma de pasturas (Hyparrhenia rufa, Axonopus scoparius) de sus regiones de origen (generalmente de los valles andinos más fértiles) e inicialmente tuvieron éxito en el establecimiento de estas pasturas siguiendo la tala y quema del bosque primario. Con la subsiguiente lixiviación de nutrientes de los suelos, estas praderas rápidamente se degradaron y fueron reemplazadas por una mezcla de especies menos productivas (Paspalum spp., Axonopus spp.) localmente llamadas "criaderos"

Desde la mitad de los setenta, la región ha visto una adopción muy rápida de la gramínea Brachiaria decumbens, la cual se ha convertido en el principal pasto introducido. Esto ha hecho posible un incremento sustancial en la capacidad de carga pero los productores aún encaran una serie de problemas:

- El salivazo (Zulia colombiana) ha llegado a ser un problema creciente en la medida que el área sembrada se expande, puntualizando el riesgo de basar la economía ganadera de la región

casí exclusivamente en una especie.

- Los niveles de producción de leche son todavía bajos y caen durante la finalización de la época más húmeda.
- El establecimiento de B. decumbens es costoso siguiendo la técnica tradicional de establecimiento de pasturas por semilla vegetativa, la cual es intensiva en el uso de mano de obra. Las praderas ya muestran signos de degradación.

El objetivo de este estudio fue documentar el proceso de difusión autónoma de B. decumbens para extraer lecciones de este proceso para la generación y difusión efectiva de otros materiales e identificar restricciones a la tecnología existente de B. decumbens que pudieran ser superadas a través de investigación apropiada y de actividades de desarrollo.

Para adelantar el estudio, se entrevistaron 118 fincas (10% del total de fincas proveedoras de leche de la principal planta procesadora de leche). Además se muestrearon las pasturas de B. decumbens para estimar cobertura de la gramínea, malezas y leguminosas, se tomaron muestras de follaje de B. decumbens para determinar contenido de proteína cruda y muestras de suelos de las mismas parcelas. Finalmente, se registró la historia previa de estas praderas. La planta procesadora de leche suministró información sobre el despacho mensual de leche por las fincas en la muestra durante 1986. Esta información está siendo analizada actualmente y sólo algunos resultados preliminares seleccionados se reportan aquí.

El Cuadro 2 sintetiza la base de recursos de estas fincas. El tamaño de la finca promedio es de 130.5 ha. Las pasturas son claramente la principal forma de uso de la tierra, siendo las pasturas degradadas, "criaderos", las que ocupan la mayor proporción. B. decumbens sigue en importancia cubriendo 27% del área en pastos en

Cuadro 2. Dotación de recursos de las fincas en la encuesta, Caquetá 1987.

Doración de recursos	Valores promedios	Porcentaje
	( $\bar{x}$ )	(%)
Tierra (ha)	130.5	100.0
Plana	42.5	32.6
Ondulada	88.0	67.4
Area de pasturas (ha)	95.3	100.0
"Criaderos"	61.9	64.9
<u>B. decumbens</u>	25.9	27.2
<u>H. rufa</u>	2.7	2.8
Otros <sup>1</sup>	4.8	5.0
Area cultivada (ha)	3.7	100.0
Cultivos de subsistencia	1.4	37.9
Maíz	1.6	43.2
Cultivos permanentes	0.7	18.9
Tierra de rastrojos (ha)	22.4	17.1
Bosque primario (ha)	9.1	7.0
Ganado vacuno		
Número total	121.2	100.0
Vacas	48.5	40.0
Novillos de ceba	6.7	5.5
Mano de obra (EM)		
Total equivalentes hombre empleado	3.8	100.0
Mano de obra familiar	2.0	52.6

1/ Incluye B. humidicola, P. maximum, B. mutica, E. polystachya, A scoparius y P. purpureum.

Fuente: Encuesta sobre sistemas de producción y adopción de B. decumbens en Caquetá, Colombia.

promedio. H. rufa el pasto originalmente introducido por los colonos aún cubre 2.7 ha por finca. Se encontraron pequeñas áreas de varios otros pastos, pero en el agregado sólo representan 5% del área en pastos de la finca promedio.

En promedio, los cultivos abarcan sólo 3.7 ha del área de la finca, siendo la mayor parte cultivos de subsistencia (arroz, plátano, yuca). El maíz es el único cultivo comercial, cultivado principalmente después de la quema en el proceso de establecimiento del pasto. Los cultivos permanentes

204.

(cacao, caucho y caña panelera) se encontraron sólo en 13% de las fincas en muy pequeñas áreas. Se conoce que el cultivo de la coca es una importante empresa colateral en muchas de estas fincas. Debido a su ilegalidad, la encuesta no incluyó esta actividad; no obstante, su existencia debe ser tenida en cuenta en la interpretación de los resultados de la encuesta.

La extensión de la deforestación en la región se refleja en la cantidad limitada de bosque primario que aún se encuentra en las fincas. Este había desaparecido completamente en 25 fincas y en promedio asciende a menos del 10% del área de la finca para la muestra como un todo. La finca promedio tenía 22.4 ha ó 17% de la tierra en rastrojos. Las pasturas degradadas pueden evolucionar tanto a "criaderos" o a rastrojos dependiendo del manejo. Si la tierra no es una restricción muy limitante, los rastrojos son la forma preferida para la recuperación de pasturas degradadas.

La finca promedio contaba con un inventario de 121 cabezas, de las cuales el operador poseía 72. Esto documenta la relativa escasez de capital de los productores, quienes por tanto deben aceptar ganado en compañía, un mecanismo que da a estos productores acceso al mercado de capitales. Los arreglos de ganado en compañía se espera que reduzcan la intensidad óptima de alimentación pero hagan atractivas las innovaciones que incrementan la capacidad de carga. Dada la escasez de ganado en la región, los propietarios de ganado tienen suficiente poder de negociación para asegurar una alimentación apropiada de sus animales.

Las vacas constituyen el 40% del hato total en promedio con una ligera tendencia a encontrar proporcionalmente más vacas en las fincas más pequeñas. Al contrario, los novillos de ceba se encontraban en fincas más grandes, reflejando proporciones cambiantes de los factores de producción.

En contraste con la situación de propiedad del ganado, la mayoría de las fincas son operadas por el propietario, la mayoría de los productores poseen título legal de la propiedad y sólo dos agricultores de los encuestados eran arrendatarios.

La mano de obra familiar proveía ligeramente más de la mitad (53%) de la mano de obra total usada en la finca. Sin embargo, a pesar de ser fincas familiares, la oferta de mano de obra es limitada y tiene un alto costo de oportunidad, hecho que debe tenerse en cuenta en la búsqueda de innovaciones tecnológicas para la región.

El Cuadro 3 presenta varios indicadores de desempeño del hato. Los niveles de productividad alcanzados son similares a los encontrados en otros sistemas de doble propósito en Latinoamérica. El desempeño por hectárea es mejor que en muchas otras regiones debido a la ausencia de una marcada estación seca, un hecho que permite a los productores mantener cargas relativamente altas alrededor del primer año.

La encuesta documenta que los agricultores aplicaban la mayoría de las prácticas usualmente recomendadas de manejo animal tales como control de parásitos internos y externos, vacunaciones, suplementación mineral, etc. Esto y el hecho de que los agricultores han adoptado en forma autónoma B. decumbens apoya la hipótesis de que la calidad del forraje es una restricción importante en este sistema.

La primera siembra de B. decumbens reportada en la encuesta ocurrió en 1969. Diez años después el número de productores con siembras de la gramínea había incrementado ligeramente a menos del 20% de la población (Figura 1). Al momento de la encuesta después de otros nueve años el 97% la habían adoptado. Este patrón con una fase inicial de poca adopción puede claramente relacionarse con la falta

Cuadro 3. Indicadores de desempeño animal, Caquetá 1987.

Parámetro	Media	Rango	CV (%)
Tasa de natalidad (%)	61.2	14.1-100.0	30.1
Tasa de mortalidad en terneros (%)	9.5	0- 75.0	127.1
Tasa de mortalidad en adultos (%)	2.7	0- 37.5	183.5
Tasa de extracción (%)	17.3	0- 87.1	82.1
Litros de leche por:			
. Lactancia <sup>a</sup>	577	48-1008	29.2
. Vaca en el hato	308	21- 880	56.1
. Ha pasturas/año	883	49-4986	67.2
Carne de res:			
. kg/cabeza/año	83.1	0- 120	41.1
. kg/ha pasturas/año	121.7	0- 476	66.5
Capacidad de carga (animales/ha)	1.50	0.3- 5.6	51.7

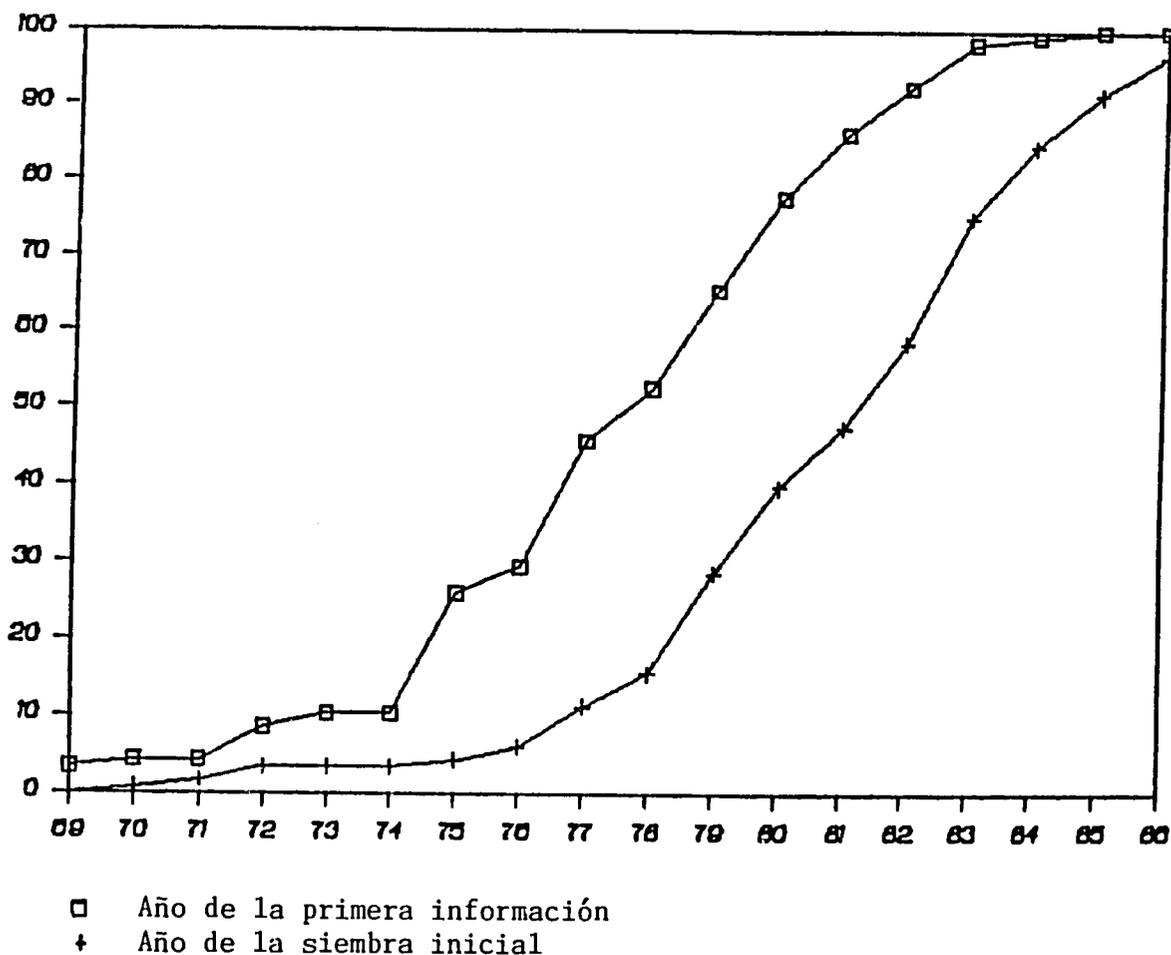
<sup>a</sup>/ Período de lactancia = 240 días

Fuente: Encuesta.

En 1986 un grupo de agricultores de los Departamentos del Valle y Cauca se acercaron al Programa para explorar la posibilidad de dar a conocer a la comunidad de los alrededores la tecnología desarrollada en la Estación Experimental de Quilichao. La investigación desarrollada allí había sido considerada de naturaleza metodológica, usada principalmente por el Programa en actividades de capacitación pero no había sido específicamente enfocada a tener un impacto en la región, principalmente porque las condiciones de la región no eran representativas de los principales ecosistemas de América Latina tropical, debido a la combinación de suelos muy ácidos, altitudes por encima de los 1000 m.s.n.m. y un patrón bimodal de lluvias muy marcado.

Las conversaciones iniciales con las instituciones regionales interesadas, Fondo Ganadero del Valle del Cauca (FGV), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC) se enfocaron a la contribución potencial que esta tecnología podía tener en dos distintos escenarios: fincas en sistemas de producción de ganado de cría y de doble propósito de tamaño mediano, localizadas al sur del Valle con suelos ácidos, de topografía plana a ligeramente ondulada y altitudes muy similares a las de la región de Santander de Quilichao. Pequeñas fincas sobre suelos ácidos similares en la región quebrada del norte del Cauca a altitudes entre 1400 y 1700 metros. La primera situación es muy similar a las condiciones de la

Número acumulado  
de fincas que  
adoptaron  
(%)



Fuente: Encuesta

Figura 1. Difusion de B. decumbens en el Cauquetá.

estación experimental, lo cual permite la extrapolación de resultados con muy bajo riesgo. De los trabajos en la Estación y algunas pruebas con agricultores se infirió que los mayores problemas estaban relacionados con el establecimiento de pasturas y particularmente en el control de malezas en el caso de asociaciones de gramíneas y leguminosas. Se establecieron varios ensayos en fincas a fin de probar estrategias alternativas para atacar este problema.

El desarrollo de tecnología para las

fincas pequeñas con sistemas de producción mixtos de cultivos y ganado en el norte del Cauca se reconoció como un desafío mucho más difícil, pero de alta prioridad para las instituciones regionales debido a la falta de opciones de desarrollo para este sector, la rápida emigración, serios problemas de erosión y reciente violencia.

Se creó un grupo de trabajo con participantes de todas las cuatro instituciones involucradas para efectuar un diagnóstico rápido de los sistemas de producción existentes y la contribu-

ción potencial de la tecnología mejorada de pasturas. Las principales conclusiones de este grupo fueron:

- Cerca de 200.000 ha de suelos ácidos en altitudes entre 1000 y 1700 m.s.n.m. Grandes extensiones de tierras altamente erodadas debido al cultivo anual de áreas de pendiente, particularmente con yuca, una de las pocas opciones agrícolas en esta región.
- Un alto número de fincas pequeñas (5-20 ha) con sistemas de producción basados en café, yuca, frijol y pequeñas parcelas de vegetales particularmente tomate cultivados con un alto uso de gallinaza y fertilizantes minerales.
- No obstante el tamaño pequeño de la finca, un alto porcentaje de la tierra se encontraba en rastrojos.
- La región cuenta con una buena infraestructura de vías y está relativamente cerca al mercado de Cali.
- La gramínea Melinis minutiflora, la pastura predominante tiene limitaciones de capacidad de carga, producción en la época seca y tolerancia a la quema. Los agricultores están adelantando ensayos informales para el establecimiento y prueba de B. decumbens, principalmente en asociación con cultivos de yuca o después de éstos. Muy pocos agricultores habían obtenido B. humidicola originalmente introducida en la región vía la Estación Experimental de Quilichao.
- Actualmente la producción de ganado es limitada, básicamente reducida a bueyes de tracción animal y algunas vacas de leche. Existe un mercado local para la leche y los agricultores están interesados en intensificar la producción de leche. El acceso a ganado apropiado parece ser otra restricción.

Parece que la disponibilidad de mano de obra es una serie restricción,

debido a la emigración de gente joven y al marcado patrón bimodal de lluvias, lo cual hace que la oportunidad en las actividades de la finca sea muy crítica. Estos problemas se magnifican por la topografía quebrada del terreno que hace que los costos de preparación del suelo sean muy altos, lo cual frecuentemente se efectúa sólo con yunta de bueyes o manualmente.

Dado este diagnóstico, se estableció un plan de acción dentro de un proyecto colaborativo. El objetivo era contribuir al desarrollo de la región a través de una estrategia de producción de ganado basada en pasturas mejoradas dentro del contexto de un sistema de finca mixto. El uso generalizado de pasturas se espera que contribuya a la sustentabilidad del sistema por medio de la reducción de la erosión del suelo y una estructura más diversificada del ingreso.

La estrategia comprendía:

1. El desarrollo de tecnología apropiada de pasturas (particularmente germoplasma y establecimiento) por medio de la interacción oportuna con los agricultores.
2. La producción y distribución de semilla sexual y materiales vegetativos de los cultivares en demanda.
3. La extensión de los resultados a través de días de campo, boletines, etc.
4. La provisión de mecanismos para hacer disponible ganado apropiado para la producción de ganado de doble propósito (venta con acceso a programas de crédito oficial, préstamos en ganado por medio de bancos de ganado, tales como el Fondo Ganadero.
5. Contribución a la identificación de futuros cuellos de botella y a su solución cuando sea necesaria (potencialidad de mercadeo de la leche, oferta de toros o de inseminación artificial, compra de fertilizantes, etc.).

La estrategia para alcanzar este propósito incluyó un acuerdo informal entre todas las instituciones participantes sobre métodos de trabajo muy concretos considerados de alta prioridad por todas las instituciones participantes, el reconocimiento de las ventajas comparativas de cada institución y la segmentación del programa total en acciones específicas sobre las cuales las instituciones individuales y personas dentro de ellas asumen la responsabilidad y el crédito si se tiene éxito. En reuniones periódicas se revisa el avance alcanzado por todos los participantes. Estas reuniones adicionalmente sirven para generar presiones de liderazgo por alcanzar resultados y reconocimiento por el trabajo realizado.

Después del diagnóstico se iniciaron las siguientes actividades:

1. Establecimiento de diez (10) pequeños ensayos multilocacionales de tres especies de Brachiaria (B. dictyoneura, B. humidicola y B. decumbens) en mezcla con dos leguminosas (D. ovalifolium y A. pintoí) con y sin fertilización. Los sitios seleccionados representan diferentes localidades a través de la región incluyendo diferentes tipos de suelo, pendientes, historia previa del cultivo y condiciones microclimáticas. Las variables de respuesta fueron la cobertura de especies individuales en el tiempo incluyendo malezas, la producción de forraje durante un período de dos meses en la estación lluviosa un año después del establecimiento. Los resultados obtenidos hasta ahora indican la buena adaptación de las gramíneas, la sobrevivencia pero limitado crecimiento de las leguminosas ensayadas y una respuesta muy variable a la fertilización.
2. Expansión de la base de germoplasma particularmente de leguminosas a través del establecimiento

to de ensayos regionales tipo B, con fuerte énfasis en especies de Centrosema.

3. Desarrollo de técnicas de establecimiento de pasturas de bajo costo en combinación con yuca. El ensayo incluye la introducción de la leguminosa y la gramínea a diferentes momentos en el tiempo durante el ciclo de producción del cultivo.
4. Siembra a escala comercial de una mezcla de B. dictyoneura, B. decumbens y D. ovalifolium en cooperación con tres productores. Estas pasturas deben permitir a los agricultores evaluar los méritos y fallas de estos cultivos bajo pastoreo. La necesidad de ensayar las opciones de pasturas bajo condiciones reales de pastoreo incorpora un retraso de tiempo sustancial entre el trabajo agronómico inicial y las opiniones de los agricultores. Por tanto, el proyecto ha enfatizado la urgencia de iniciar esta fase.
5. Los esfuerzos del Programa por multiplicación de semilla incluye dos conjuntos de actividades. Un proyecto piloto para la multiplicación a escala (2 ha) de semilla sexual de dos cultivares de Centrosema, D. ovalifolium y A. pintoí, adelantados por el FGV. La CVC con el apoyo del CIAT y del FGV ha establecido dos parcelas para la producción de material vegetativo de tres especies de Brachiaria, D. ovalifolium y A. pintoí en dos localidades en el área de impacto en una extensión de 5 ha. Este material debe estar disponible para los agricultores a mediados de 1988.

Un año después de que los pequeños ensayos se sembraron es un período de tiempo demasiado corto para evaluar resultados, pero se han aprendido lecciones importantes.

Las restricciones de topografía, fer-

tilidad del suelo y estación seca marcada, limitaron el potencial del germoplasma existente más de lo que inicialmente se esperaba, induciendo por tanto a una expansión de la base de germoplasma a probar.

La corta duración de las estaciones lluviosas hacen de la oportunidad del laboreo una actividad muy crítica, incrementando por tanto el costo de oportunidad de la mano de obra y de la tracción animal durante estos períodos tan cortos. Esto tiene importantes implicaciones para el desarrollo de técnicas de establecimiento. Tanto el problema de oportunidad de laboreo, como el alto costo de preparación de la tierra y la falta de uso de fertilizantes en pasturas puntualizan la necesidad de desarrollar técnicas para combinar pasturas y cultivos.

Como se estableció inicialmente, esta actividad incluye un amplio rango de instituciones y de personas. Dentro del personal del CIAT, personal de las diferentes secciones del Programa de Pastos Tropicales se encuentra involucrado en diversas actividades (ej.: sistemas, nutrición de plantas, producción de semilla). Investigadores principales del IFDC y personal del Programa de Yuca del CIAT contribuyeron en el diagnóstico inicial. El papel que desempeña la Sección de Economía ha sido actuar como punto focal para coordinar las actividades tanto dentro del CIAT como con las demás instituciones y proveer continuidad a los esfuerzos.

#### EXTENSION DE LA SUSTITUCION ENTRE CARNES Y PROYECCIONES PARA EL AÑO 2000

En 1987 se completó el estudio sobre demanda de carnes en América Latina del proyecto colaborativo FAO-RLAC/CIAT. Un objetivo general de este estudio fue la estimación econométrica de los parámetros de la demanda (ingreso, elasticidades, precio y cruzadas) para carne vacuna, cerdos y aves en países seleccionados de Latino-

américa y El Caribe (véase informes anuales previos).

Esta información se usó para estimar la magnitud en que la reducción observada del precio real del pollo ha inducido la sustitución de carne vacuna por pollo en la dieta de los consumidores (Cuadro 4). Usando el precio inicial del pollo y el de todas las demás variables a los niveles observados en el último año del período bajo análisis, se obtuvieron estimados del consumo esperado de carne vacuna sin sustitución por pollo. Al comparar este nivel de consumo de vacuno con el consumo real en el último año del período bajo análisis, se obtuvo la cantidad de la demanda de carne vacuna reemplazada por pollo. Este análisis se realizó para Brasil, Colombia y México, países para los cuales se estimaron elasticidades de precio cruzado de demandas positivas y estadísticamente significativas.

Brasil es el país con el efecto de sustitución más grande. Si el precio del pollo hubiera permanecido a los niveles de 1960 en términos reales, el consumo de los brasileños sería ahora de 7.8 kg de carne vacuna más que el consumo observado. Esto es, la carne de pollo reemplazó en un 47% la de vacuno. Esto se debe principalmente a la drástica reducción en el precio del pollo acompañado por una elasticidad precio cruzada que es la más baja de los tres países estudiados (0.42). En el agregado esta sustitución equivale a 966.000 toneladas métricas de carne que representan el 40.5% de la producción total de 1984.

A pesar de tener una elasticidad de precio cruzada más alta, en el caso de Colombia la cantidad de carne vacuna reemplazada sólo asciende al 27% del consumo real observado en 1984. Esto se debe a una reducción más pequeña en los precios relativos del pollo en Colombia que en Brasil. Además, tradicionalmente los niveles de consumo de vacuno en Colombia han sido

Cuadro 4. Extensión de la sustitución de carne vacuna por pollo en países seleccionados.

País	Período		Precio real al consumidor de pollo <sup>a</sup>		Precio relativo al consumidor de pollo/carne de vacuno		Consumo observado de carne de vacuno <sup>b</sup> (kg/capita)		Consumo esperado per capita de carne de vacuno <sup>b</sup>	Carne de res sustituida (kg per capita)	Carne de vacuno sustituida y porcentaje de consumo observado	Elasti-cidad precio cruzada de demanda
	Año Inicial	Año Final	Año Inicial	Año Final	Año Inicial	Año Final	Año Inicial	Año Final	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>n</sub> ) <sup>c</sup>	(t <sub>n</sub> ) <sup>d</sup>	
	(t <sub>o</sub> )	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>o</sub> )	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>o</sub> )	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>o</sub> )	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>n</sub> )	(t <sub>n</sub> ) <sup>c</sup>	(t <sub>n</sub> ) <sup>d</sup>	
Brasil	1960	1982	13.30	5.85	1.80	0.49	18.8	16.5	24.3	7.8	47.3	0.42
Colombia	1960	1984	23.4	10.9	1.20	0.70	22.7	25.4	32.3	6.9	27.2	0.50
México	1966	1982	40.7	32.7	0.67	0.47	8.9	8.6	10.5	1.9	22.1	0.74

a/ Expresado en unidades de moneda nacional (Brasil: Cruzeiros 1970; Colombia: pesos 1975; México: pesos 1978).

b/ Asume precios constantes de pollo al nivel de t<sub>o</sub> para todo t<sub>n</sub>. Otras variables a los niveles observados.

c/ Diferencia entre consumo de carne de vacuno en t<sub>n</sub> con precios constantes de pollo al nivel de t<sub>o</sub> y la cantidad observada en t<sub>n</sub>.

d/ Diferencia en Consumo como porcentaje del nivel de consumo histórico en t<sub>n</sub>.

Fuente: Cálculos del CIAT.

3/1/1.

Cuadro 5. Escenarios de oferta y demanda de carnes en países seleccionados de América Latina, año 2000.

Escenarios	País	Balance Producción-Demanda ( '000 tn)		
		Vacuno	Cerdo	Pollo
I Consumo constante per capita al nivel 1984*	Brasil	51	-123	545
	México	14	226	161
	Colombia	32	-17	16
II Ingreso real per capita creciendo al 3%/año	Brasil	-220	-194	-1016
	México	-68	68	-52
	Colombia	-375	-28	-53
Otras variables creciendo a tasas históricas**				
III Precios reales del pollo creciendo al 2%/año. Crecimiento del ingreso al 3%	Brasil	-881	-158	-339
	México	-161	197	14
	Colombia	-422	-24	-43
Otras variables creciendo a tasas históricas.				

\* Brasil al nivel de 1982.

\*\* Período del Brasil : 1960/82  
Período de Colombia: 1960/84  
Período de México : 1956/84

mayores y han estado aumentando durante el período en estudio.

México presenta el nivel más bajo de sustitución de carne vacuna por pollo, no obstante tener la elasticidad precio cruzada más alta (0.74) entre los tres países. El precio del pollo cayó sólo un 20% en el período 1966/82.

Al calcular el volumen nacional de carne vacuna sustituida en Brasil, Colombia y México y colocar éste en relación a la producción total de carne vacuna en América Latina de 8.2 millones de toneladas métricas en 1984, se llega a estimar que al menos el 16% de la producción ha sido sustituida. Esto es claramente un límite inferior del volumen sustituido ya que asume una sustitución de cero para aquellos países para los cuales no se calcularon elasticidades cruzadas de demanda significativas y para los países no incluidos en el estudio. Es claro desde luego que la falta de cuantificación de esas elasticidades no implica su inexistencia.

Los parámetros de demanda estimados se usaron también para proyectar balances de oferta y demanda para el año 2000 bajo escenarios alternativos de crecimiento del ingreso y cambios en los precios reales (Cuadro 5). El crecimiento en la producción de carne se asumió sería equivalente a la tasa promedio de crecimiento durante los sesenta y setenta para todos los escenarios.

El escenario 1 representa una situación de no crecimiento del ingreso y precios reales constantes. Los cambios en los balances se deben exclusivamente a las diferencias en las tasas de crecimiento de la población y de la oferta de las carnes individuales. Esto resultó en pequeños excedentes de carne vacuna (menos del 3% de la producción doméstica en el año 2000), deficiencias en carne de cerdo en Brasil y Colombia y excedentes de carne de pollo en todos los tres países.

El escenario 2 incorpora un supuesto de crecimiento moderado del ingreso (3% por año) y las demás variables evolucionando a sus tasas históricas de crecimiento. Esto conduce a deficiencias sustanciales en el abastecimiento de carne vacuna en todos los tres países; el déficit en Colombia es especialmente grande debido a las altas elasticidades ingreso por carne vacuna estimadas para ese país. El déficit de carne de pollo ocurre en todos los países, con un déficit de más de 1 millón de toneladas métricas en Brasil debido a la alta elasticidad de ingreso por pollo (esto es probablemente una sobrestimación sustancial debido al cambio en el coeficiente estimado que se espera ocurra con un cambio en el consumo por persona de la magnitud implicada aquí).

Mientras que los escenarios anteriores incorporaban tasas negativas de crecimiento de los precios del pollo, el escenario 3 considera una tasa anual de crecimiento del precio del pollo del 2%, reflejando una situación de precios internacionales de los granos creciente, además de la devaluación de la moneda nacional en países que son importadores netos de granos. De nuevo el crecimiento del ingreso se estima en 3%, las demás variables creciendo a sus tasas históricas. Este escenario implicaría la existencia de grandes déficits de carne vacuna en todos los tres países analizados variando desde 19% de déficit en el consumo doméstico en México hasta 30% en Brasil, lo mismo que déficits de carne de cerdo y pollo en Brasil y Colombia.

Estos escenarios, los cuales son proyecciones y no pronósticos, puntualizan la sensibilidad del balance de oferta y demanda de carne de la región a cambios en el crecimiento económico y la importancia creciente de tener en cuenta la carne de pollo en el diseño de políticas relacionadas con el sector de carnes.

## 19. CAPACITACION

Para cumplir con uno de sus objetivos el Programa de Pastos Tropicales, (PPT) en colaboración con el Programa de Capacitación Científica, brindó durante el año 1987 capacitación en investigación a 55 profesionales provenientes de 19 países en 15 disciplinas diferentes a través de sus respectivas secciones. Esta capacitación se cumplió en diversas categorías o modalidades como se observa en el Cuadro 1. Las Secciones que más tiempo dedicaron a esta labor fueron: Desarrollo de Pasturas con 41.2 meses/hombre, Agronomía con 34.6 meses/hombre y Suelos-Nutrición de Plantas con 23.2 meses/hombre (Cuadro 1). En el Cuadro 2 se presenta el número de investigadores capacitados por países de origen durante 1987.

Entre el 2 de febrero y el 8 de marzo se llevó a cabo la Fase Intensiva Multidisciplinaria del X Programa de Capacitación Científica en Investigación para la Producción de Pastos Tropicales, con la participación de 31 profesionales provenientes de doce países de América tropical, como puede verse en el Cuadro 3. De éstos 22 permanecieron en la Fase de Especialización en diferentes disciplinas de acuerdo con el interés y la especialidad solicitada por cada participante. La duración fué variable de acuerdo con la sección del PPT donde se llevó a cabo, variando entre 2 y 6 meses.

### Apoyo a Cursos Especiales a nivel de países

Luego de varios años de fortaleci-

miento de la capacidad científica de las instituciones de investigación nacionales, mediante los cursos anuales en CIAT, se visualiza la necesidad de apoyar a éstas en la realización de cursos en los respectivos países, dirigidos a capacitar profesionales de instituciones de investigación, extensión y desarrollo ganadero.

Por estas razones y el interés de las instituciones nacionales se llevaron a cabo durante el año de 1987 dos eventos de capacitación a nivel de países. El primero tuvo lugar en Pucallpa, Ucayali, Perú y se llamó "Curso-Taller sobre Establecimiento, Mantenimiento y Producción de Pasturas en el Trópico Peruano". Asistieron 33 profesionales de diferentes entidades oficiales (Cuadro 4). En la organización de este evento participaron el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA), el Instituto Veterinario de Investigaciones de Trópico y Altura (IVITA), la Corporación de Desarrollo de Ucayali (CORDEU) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Por el INIPA participaron como expositores los Ingenieros Rodolfo Schaus A. y Jorge W. Vela A. y el Médico Veterinario Washington Alvarez G.; por el IVITA los Ingenieros Luis Alberto Pinedo S., Mariano Gonzalo Echevarría R., César Augusto Reyes A. y Miguel Ara; por el proyecto NCSU/INIPA el Dr. Julio César Alegre O. y el Ingeniero Kenneth Reátegui del Aguila; por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", el Dr. Salomón Helfgott Lerner; por la Universidad Nacional de Ucayali el

Ingeniero Leonardo Fulvio Hidalgo; por el CIPA XXIII el Dr. Juan de Dios Zúñiga Q.; por el Banco Agrario del Perú, Ingeniero J. Palacios Ramos; y por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, los Dres. J.G. Salinas, John E. Ferguson, William Loker y Raul Vera, y los Ingenieros Lourdes Mariella van Heurck y Ramón Gualdrón A.

El segundo curso tuvo lugar en Santiago, Veraguas, Panamá y se llamó: "Reunión de Trabajo para definir el estado actual y trazar estrategias para mejorar el suministro de semillas de pastos en la República de Panamá". La reunión estuvo integrada por 15 participantes de Panamá y dos de Costa Rica de diferentes instituciones oficiales y entidades del sector privado que actualmente participan en actividades de producción de semillas. En la organización de este evento participaron el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Por el IDIAP participaron como expositores los Ingenieros Miguel Avila, Héctor Aranda y José Albán Guerra; por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, los Ingenieros Víctor Prado y Juan Carlos Jiménez, y por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, los Dres. J. E. Ferguson, Raul Vera y el Inge-

niero Carlos Iván Cardozo.

#### ALCANCES DE LA CAPACITACION EN EL PPT

Un total de 436 profesionales han recibido capacitación en investigación dentro del Programa de Pastos Tropicales en CIAT-Palmira, en el período comprendido entre 1978 y 1987, como se muestra en el Cuadro 4. En cursos especiales a nivel de países los Programas de Capacitación Científica y Pastos Tropicales han adiestrado 66 profesionales entre 1986 (iniciación) y 1987 como se muestra en el Cuadro 5.

La capacitación ofrecida en CIAT-Palmira incluye diferentes categorías o modalidades: tesis para optar a M.S. ó Ph.D., especialización en investigación, especialización más Curso Multidisciplinario Intensivo, Curso Multidisciplinario Intensivo o Curso Corto.

El Cuadro 6 reúne la información sobre los profesionales capacitados por países en los diez Programas de Capacitación en Pastos Tropicales. Corresponden a Brasil, Colombia, Perú, Bolivia, México, Nicaragua y Panamá el mayor número de profesionales capacitados por país, lo que está de acuerdo con la prioridad establecida según la proporción de suelos ácidos de baja fertilidad.

Cuadro 1. Investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales durante 1987, por categorías y meses/hombre en cada sección.

DISCIPLINA (Sección)	Categoría de Capacitación					Sub- totales No. (M/H)
	Investi- gador Visitante Asociado	Investigador Visitante			Parti- cipante en curso multi- disci- plina- rio	
	Tesis Ph.D. No. (M/H*)	Tesis M.S. No. (M/H)	Especia- lización No. (M/H)	Especia- lización + Curso multidis. intensivo No. (M/H)	No. (M/H)	
Germoplasma			3( 1.9)			3( 1.9)
Agronomía			1( 1.7)	6(32.9)		7(34.6)
Entomología		1( 5.8)	1( 1.0)			2( 6.8)
Fitopatología			1( 3.3)			1( 3.3)
Suelos/Nutrición Plantas				3(23.2)		3(23.2)
Microbiología	1(12.0)		3(11.0)			4(23.0)
Biotecnología				1( 4.9)		1( 4.9)
Ecofisiología		1( 4.0)		2(11.0)		3(15.0)
Desarrollo Pasturas		1(12.0)	1( 4.9)	4(24.3)		6(41.2)
Nutrición Animal			2( 1.9)			2( 1.9)
Producción Semillas			3( 3.1)	1( 5.6)		4( 8.7)
Sistemas Producción de Ganado	1( 3.0)		1( 1.9)	4(16.4)		6(21.3)
Economía			3( 9.2)			3( 9.2)
Administración Est. Experimentales				1( 3.9)		1( 3.9)
Fase Intensiva (Curso Curto)				9(16.9)	9(16.9)	
<b>Total Programa</b>	<b>2(15.0)</b>	<b>3(21.8)</b>	<b>19(39.9)</b>	<b>22(122.2)</b>	<b>9(16.9)</b>	<b>55(215.8)</b>

\* Equivalente de meses/hombre de capacitación.

Cuadro 2. Investigadores capacitados en el Programa de Pastos Tropicales durante 1987, por país de origen.

PAIS	Categoría de Capacitación					Sub- totales No. (M/H)
	Investi- gador Visitante Asociado	Investigador Visitante			Partici- pantes en curso multi- disci- plina- rio	
		Tesis	Tesis	Especia-		
		Ph.D.	M.S.	lizaciór.		
	No. (M/H*)	No. (M/H)	No. (M/H)	Especia- lización + Curso multidis. intensivo No. (M/H)	No. (M/H)	No. (M/H)
<b>LATINOAMERICA Y EL CARIBE:</b>						
Antigua			1( 1.9)			1( 1.9)
Argentina			1( 1.3)		2( 4.0)	3( 5.3)
Barbados			1( 1.0)			1( 1.0)
Bolivia		1( 5.8)	3( 6.2)	2(13.3)		6(25.3)
Brasil			2( 8.8)	2(12.1)		4(20.9)
Colombia	1( 3.0)	1( 4.0)		2( 9.9)	6(11.0)	10(27.9)
Costa Rica				1( 3.9)		1( 3.9)
Cuba			1( 0.3)	4(20.8)		5(21.1)
Ecuador			2( 3.2)	1( 4.4)	1( 1.9)	4( 9.5)
Guatemala				1( 3.9)		1( 3.9)
Honduras				1( 6.2)		1( 6.2)
Mexico			2( 3.0)	4(25.3)		6(28.3)
Nicaragua				2(15.5)		2(15.5)
Paraguay			1( 0.4)			1( 0.4)
Perú		1(12.0)	2( 2.8)	2( 6.9)		5(21.7)
Venezuela			1( 3.3)			1( 3.3)
<b>OTROS PAISES:</b>						
Uganda			1( 1.7)			1( 1.7)
<b>PAISES DESARROLLADOS:</b>						
Alemania (Rep.Fed.)			1( 6.0)			1( 6.0)
Suiza	1(12.0)					1(12.0)
<b>TOTAL PROGRAMA</b>	<b>2(15.0)</b>	<b>3(21.8)</b>	<b>19(39.9)</b>	<b>22(122.2)</b>	<b>9(16.9)</b>	<b>55(215.8)</b>

\* Equivalente meses/hombre de capacitación.

Cuadro 3. Información sobre los investigadores participantes en el X Programa de Capacitación Científica en Pastos Tropicales, 1987.

Nombre	País	Institución	Profesión	Áreas en que trabajó <sup>a</sup>	% del tiempo en activ.de past.trop.	Área de Capacitación	Duración (semanas)	
							Fase Intensiva	Fase Especializ.
1. Julio C. Mombelli	Argentina	INTA	Ing.Agr.	1 - 3 - 9 - 12b - 13	20	C.C. <sup>b</sup>	8	-
2. Agustín Pérez	Argentina	M.A.A.M.	Ing.Agr.	3 - 9 - 13	20	C.C.	8	-
3. María Lucy Rivera	Bolivia	SEFO	Ing.Agr.	3 - 12a - 12c	60	C.C.+ Prod. de Semillas	8	13
4. Mario Veizaga	Bolivia	Univ.San Simón	Ing.Agr.	3 - 7 - 9 - 12a	50	C.C.+ Suelos Nutrición Plantas	8	26
5. Miguel Paredes	Brasil	EPAMIG	Ing.Agr.	9	100	C.C.+ Calid.y Prod.de Pasturas	8	9
6. Newton de Lucena Costa	Brasil	EMBRAPA	Ing.Agr.	1 - 4 - 7 - 8 - 9	100	C.C.+ Calid.y Prod.de Pasturas	8	26
7. Javier García	Colombia	CENICAFE	Ing.Agr.	1 - 4	10	C.C.	8	-
8. Eduardo Hernández	Colombia	CENICAFE	Ing.Agr.	1 - 3	10	C.C.	8	-
9. Efraín Ponce	Colombia	ICA	Méd.Vet. y Zootecn.	3 - 9 - 11 - 16	30	C.C.+ Calid.y Prod.de Pasturas	8	12
10. Yezid Hernández	Colombia	ICA	Méd.Vet. y Zootecn.	9 - 11 - 13	30	C.C.+ Past. en Sist.de Prod.de Ganado	8	9
11. Jorge Medrano	Colombia	ICA	Zootecnista	9 - 11 - 13	30	C.C.	8	-
12. Lino Torregruza	Colombia	ICA	Ing.Agr.	3	100	C.C.	8	-
13. José A. Mila	Colombia	ICA	Ing.Agr.	1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7	100	C.C.	8	-
14. Elías Correa	Colombia	ICA	Zootecnista	-	-	C.C.	5 <sup>c</sup>	-
15. Antonio Pérez	Cuba	Deleg.Prov.MINAG	Ing.Agr.	3 - 9 - 11 - 12c - 16	100	C.C.+ Ecofisiología	8	22
16. Aldain García	Cuba	MINAG	Ing.Agr. Zootecn.	3 - 9 - 11 - 12c - 13	100	C.C.+ Ecofisiología	8	22
17. Roberto Juan	Cuba	IIPF	Ing.Agr.	1 - 3	100	C.C.+ Agron. de Forrajes	8	13
18. Raimundo Cruz	Cuba	Inst.Ciencia Animal	Ing.Pecuario	15	100	C.C.+ Biotecnología	8	13
19. David Fallas	Costa Rica	ECAG	Dipl.Prod.Animal	11	20	C.C.+ Administ.Investigación	8	9
20. Lorenzo González	Ecuador	INIAP	Est.Ing.Zootecn.	1 - 4	80	C.C.+ Past.en Sist.de Prod.de Ganado	8	9
21. Enrique Figuera	Ecuador	PROFOGAN-GTZ	Agr.	9 - 11 - 13 - 14	30	C.C.	8	-
22. Carlos E. Saavedra	Guatemala	ICIA	Licenc.Zootecnia	3 - 13	60	C.C.+ Past.en Sist.de Prod.de Ganado	8	9
23. Gersan Lafnez	Honduras	MRN-DARS	Ing.Zootecn.	1 - 3 - 9 - 11 - 12 - 16	25	C.C.+ Calid.y Prod.de Pasturas	8	26
24. Sergio Amaya	México	INIFAP	Ing.Agr.Fitotecnista	4 - 16	100	C.C.+ Agron.de Forrajes	8	22
25. Isafas López	México	INIFAP	Ing.Agr.Zootecn.	3 - 4 - 9 - 13	70	C.C.+ Agron.de Forrajes	8	22
26. Alejandro Ayala	México	INIFAP	Ing.Agr.Zootecn.	1 - 3 - 4 - 9 - 11 - 13	95	C.C.+ Agron.de Forrajes	8	13
27. José A. Fernández	México	CIEEGT-UNAM	Med.Vet. y Zootecn.	1 - 9 - 13	80	C.C.+ Agron.de Forrajes	8	22
28. Samuel Sandoval	Nicaragua	EGRA	Licenc.Zootecnia	9 - 11	100	C.C.+ Suelos Nutr. Plantas	8	22
29. Edmundo Nicaragua	Nicaragua	EGRA	Ing.Agr.	11	25	C.C.+ Suelos Nutr. Plantas	8	22
30. Lourdes M. van Heuck	Perú	CIAT Pucallpa	Ing.Zootecn.	1	100	C.C.+ Agronomía Forrajes	8	5
31. Luis A. Capuñay	Perú	Pichis Palcazu	Ing.Zootecn.	13	30	C.C.+ Past.en Sist.de Prod.de Ganado	8	9

a/ Código de las áreas en que trabaja: 1 = Evaluación de Germoplasma; 2 = Fitomejoramiento; 3 = Agronomía de Pastos Tropicales; 4 = Ensayos Regionales-RIEPT; 5 = Fitopatología; 6 = Entomología; 7 = Suelos/Nutrición de Plantas; 8 = Microbiología de Suelos; 9 = Calidad y Productividad de Pasturas; 10 = Ecofisiología; 11 = Desarrollo de Pasturas; 12a = Producción de Semillas-Investigación; 12b = Producción de Semilla Básica; 12c = Producción de Semilla Comercial; 13 = Sistemas de Producción de Ganado; 14 = Economía Agrícola; 15 = Biotecnología; y 16 = Otros.

b/ C.C. = Curso Corto.

c/ Sólo asistió al Curso Multidisciplinario Intensivo.

3/8

Cuadro 4. Información sobre los participantes en el Curso-Taller sobre "Establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en el trópico peruano".

No.	Nombre	Departamento donde trabaja	Institución	Título Universitario	Actividad en la Institución	Disciplina ó especialidad	Tiempo de dedicación en pastos tropicales, %
1.	Liliana Rosa Acosta Zevallos	Ucayali	IVITA-CIID	Ing.Zoot.	Investigación	Producción animal	100
2.	Tomás Ricardo Apaza Vera	Huamucc	IVITA-CIPA XIV	Méd.Vet.	Extensión y/o Fomento	Extensión	20
3.	Ermés Arce Lazo	Pasco	Fundo Gan."Los Cóndores"	Téc. Agrop.	Asist.Técnica Part.	Manejo de Paasturas	100
4.	José Antonio Baldeón Salcedo	San Martín	INIPA-CIPA XIII	Ing.Zoot.	Extensión y/o Fomento	Extensión	70
5.	José Luis Angel Calvo Tintaya	Ucayali	INIPA-CIPA XXIII	Ing.Zoot.	Extensión y/o Fomento	Desarrollo ganadero	50
6.	Pío Enrique Castro González	San Martín	Proy.Exp.Huallaga	Ing.Agr.	Extensión y/o Fomento	Pastos Tropicales	100
7.	Luis Alberto Cubas Pérez	Ucayali	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Crédito Agropecuario	Perito Auxiliar	70
8.	Florencio Dávila Calderón	Ucayali	INIPA-CIPA XXIII	Ing.Zoot.	Inv.,Ext.y/o Fom.y Desar.Lur.	Pastos Tropicales	100
9.	Edner Roberto Díaz Navarro	San Martín	INIPA-CIPA XIII	Méd.Vet.	Inv.,Ext.y/o Fomento	Pastos Tropicales	80
10.	José Abraham Díaz Sandoval	Ucayali	INIPA-CIPA XIII	Ing.Zoot.	Inv.,Ext.y/o Fomento	Producción animal	15
11.	Abel Enríques Gutiérrez	Madre de Dios	INIPA-CIPA XXIV	Ing.Agr.	Investigación	Desar.agr.-Pastos Tropicales	10
12.	Gabriel Angel Espíritu Jiménez	Pasco	Proy.Esp.Pichis Palcazu	Ing.Zoot.	Extensión y/o Fomento	Producción animal	0
13.	William Gallegos Arévalo	San Martín	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Extensión y/o Fomento	Créditos agric.y pecuario	10
14.	Gremil Antonio Garay del Mar	Ucayali	Centro Desar.Ganadero	Ing.Zoot.	Extensión y/o Fomento	Pastos Tropicales	50
15.	Luis Eduardo Hernández Salas	Ucayali	CIAT Pucallpa	Ing.Zoot.	Investigación	Sistemas de Producción	80
16.	Leonardo Fulvio Hidalgo Ríos	Ucayali	Univ.Nal.Ucayali	Ing.Agr.	Ext.y/o Fom.y Docencia	Producción de Semillas	50
17.	Emilce Eva Ibazeta Valdivieso	Huanuco	INIPA-CIPA XIV	Ing.Cienc Agr.	Investigación	Pastos Tropicales	100
18.	Daisy Lara Carretero	Loreto	INIPA Yurimaguas	Ing.Zoot.	Investigación	Pastos Tropicales	100
19.	Luis Alberto Manrique Gutiérrez	Madre de Dios	CORDEHAD	Ing.Zoot.	Desarrollo Rural	Planeación y Desar.	20
20.	George Navarro Córdoba	Loreto	INIPA-CIPA XII	Est.Téc.Agr.	Investigación	Técnico Agropecuario	100
21.	Ayax Akileo Navarro Zacarías	Lima	Univ.Nal.Agr."La Molina"	Ing.Zoot.	Manejo Ganadería	Producción animal	10
22.	Mauro Esteban Paredes López	Ucayali	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Ext.y/o Fomento	Créditos Agrícola y Pecuario	10
23.	Iván Paredes Sánchez	San Martín	Proy.Espec.Huallaga	Ing.Zoot.	Ext.y/o Fomento	Extensión	40
24.	Ronal Pérez Hidalgo	Pasco	Proy.Espec.Pichis Palcazu	Ing.Zoot.	Inv., Ext. y/o Fomento	Producción animal	80
25.	Víctor Manuel Racchumi Andrade	San Martín	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Ext.y/o Fomento	Créditos Agrícola y Pecuario	10
26.	Julio Melciades Rosales Conde	Ucayali	IVITA-CIID	Ing.Zoot.	Inv., Ext. y/o Fomento y Doc.	Producción animal	90
27.	Román Ruiz Navarro	Pasco	Proy.Esp.Pichis Palcazu	Ing.Agr.	Investigación	Pastos Tropicales	100
28.	Jorge Saavedra Del Águila	San Martín	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Ext.y/o Fomento	Créditos Agrícola y Pecuario	10
29.	Jorge Daniel Sihuy Lindo	Lima	INIPA-SENASE	Ing.Zoot.	Ext.y/o Fom. y Servicios	Extensión	90
30.	Eloy Tenzoza Del Águila	Loreto	Bco.Agr.del Perú	Ing.Agr.	Ext.y/o Fomento	Protección Fitosanitaria	0
31.	Angel Luis Tuesta Pinedo	San Martín	Est.Exp."El Porvenir"	Ing.Agr.	Investigación	Agronomía de Pastos	90
32.	Lourdes M. van Heuck Barrionuevo	Ucayali	CIAT Pucallpa	Ing.Zoot.	Investigación	Agronomía de Pastos	100
33.	Jorge Washington Vela Alvarado	Ucayali	INIPA-CIPA XXIII	Ing.Zoot.	Invest. y Docencia	Producción de Pasturas	100

- 3/19 -

Cuadro 5. Información sobre los participantes a la Reunión de Trabajo para definir el estado actual y trazar estrategias para mejorar el suministro de semillas de pastos en la República de Panamá

Nombre	País	Institución
José A. Tribaldos A.	Panamá	ANAGAN
Iván Santamaría	Panamá	ANAGAN
Alex B. Castellero R.	Panamá	ANAGAN
Sergio Domínguez B.	Panamá	Comité Nacional de Semillas
Rafael Córdoba	Panamá	Comité Nacional de Semillas
Gonzalo González	Panamá	Comité Nacional de Semillas
Emigdio González V.	Panamá	MIDA
Jorge Luis Barrios	Panamá	B.D.A.
Ana E. Rodríguez V.	Panamá	Fac.Ciencias Agropecuarias Univ. de Panamá
Teóduo Moreno	Panamá	INA
Miguel Avila Z.	Panamá	IDIAP
Efraín Vargas	Panamá	IDIAP
José A. Guerra H.	Panamá	IDIAP
Héctor O. Aranda V.	Panamá	IDIAP
Santiago Ríos	Panamá	IDIAP
Juan Carlos Jiménez V.	Costa Rica	MAG
Víctor M. Prado A.	Costa Rica	MAG

Cuadro 6. Investigadores visitantes capacitados por año y clase de capacitación dentro del Programa de Pastos Tropicales en el período 1978 y 1987.

Año	Categoría de Capacitación							Total/Año
	Investi- gadores Asociados Tesis Ph.D.	Investigadores Visitantes					Curso Beca- rio Semi- Tesis llas	
		Tesis MS	Especiali- zación en Investig.	CC+Espe- cializa- ción	Curso corto (CC)	Curso Prod.		
1978	1	2	9	20				32
1979	3	6	12	24				45
1980	2	2	13	17	8			42
1981	3		12	12	5			32
1982		3	18	15	2			38
1983	1	4	4	19	3			31
1984	2	1	6	19	2	25		55
1985	1	2	13	13	4			33
1986	3	4	17	18	2	28	1	73
1987	2	3	19	22	9			55
Sub- Totales	18	27	123	179	35	53	1	436
(%)	45(10.3)		302(69.3)		35(8)	53(12.2)	1(0.2)	

320

Cuadro 7. Profesionales capacitados por año a nivel de países en el período 1986-1987.

Año	País	Evento de Capacitación	Instituciones participantes	Profesionales capacitados
1986	Panamá	Seminario-Taller: Suelos ácidos y establecimiento de pasturas.	IDIAP/U. Rutgers/CIAT	17
1987	Perú	Curso-Taller: Establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en el trópico peruano.	INIPA/IVITA/CORDEU/ CIAT	33
1987	Panamá	Reunión de Trabajo: Definir el estado actual y trazar estrategias para mejorar el suministro de semillas de pastos en la República de Panamá.	IDIAP/CIAT	17
TOTAL:				67

Cuadro 8. Participantes por país en los diez programas de capacitación en pastos tropicales realizados en el CIAT entre 1978 y 1987\*.

País	Programa de Capacitación										Total	%
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Argentina	1									2	3	1.4
Bolivia	1	2	2	1		1	3	1	2	2	15	6.9
Brasil	7	3	5	4	5		3	1	1	2	31	14.4
Belice		2									2	0.9
Colombia	4	4	5	3	3	2		3	5	8	37	17.1
Costa Rica			1	1	1					1	4	1.9
Cuba	1		2				1		1	4	9	4.2
Ecuador		2	1			1		1		2	7	3.3
Guatemala								1		1	2	0.9
Holanda						1					1	0.5
Honduras			2	1	1	1				1	6	2.8
Haití				1							1	0.5
México				1			2	3	5	4	15	6.9
Nicaragua	2	1	2		1	3	2	1	1	2	15	6.9
Panamá	1		2	3		6	2	1			15	6.9
Paraguay							1	1			2	0.9
Perú	3	4	3	2	1	3	4	4	3	2	29	13.4
R. Dominicana		1	1		4	2	1	1			10	4.6
Venezuela	1	5	2	1			1		2		12	5.6

\* No se incluyen profesionales que llevaron a cabo capacitación posgrado para M.S., Ph.D. o Investigadores Especiales.

## 20. UNIDAD DE ESTUDIOS AGROECOLOGICOS

La Unidad de Estudios Agroecológicos está realizando una investigación tendiente a describir y comprender los diferentes ambientes donde pastos y otros cultivos son, o pueden ser producidos a lo largo de Centro América y el Caribe. Para hacer ésto, la Unidad está coleccionando y procesando información que sea útil tanto al Programa de Pastos como a los otros Programas del CIAT en el área ya mencionada. El objetivo inicial es llevar a cabo una exhaustiva revisión de literatura seguida de la recopilación en los diferentes países, de publicaciones y mapas en asuntos tales como: censos agropecuarios, suelos (clasificación, reconocimientos, análisis...), datos climáticos, reconocimientos de uso de la tierra, topografía, divisiones políticas, etc.

El proyecto comenzó en Abril de 1987 y hasta ahora se ha hecho una revisión de literatura en CIAT, en el Centro de Tenencia de la Tierra de la Universidad de Wisconsin, y en algunas de las bases de datos internacionales más conocidas. Se ha recolectado información en Panamá, Costa Rica, Honduras, República Dominicana, Haití y Cuba (Fig.1).

En términos generales, buenos mapas de suelos se están consiguiendo en Panamá (Proyecto Catapán), igualmente cintas de computador con datos climáticos diarios están siendo grabadas para enviar al CIAT. En Costa Rica se obtuvieron tabulados extraídos del Censo Agropecuario de

1984; el censo original probablemente se publicará en 1989. También fué posible conseguir mapas de una Clasificación Agroecológica de pastos (uso potencial) y una grabación de una base de datos climáticos con información diaria. Las instituciones en Honduras están suministrando una base de datos climáticos con datos diarios grabados así como todo un rango de mapas detallados de suelos, pastos, uso de tierra, etc. En República Dominicana fué posible coleccionar varios tipos de mapas e información derivada de fotografías aéreas tomadas en 1983-1984 con una cobertura de más del 80% del país. Además se obtuvo aprobación para grabar en cinta de computador una base de datos con información diaria. En Haití el grupo de "Agricultural Development Support II (ADS-II)/USAID" entregó alguna información sobre todo el país y ofreció a bajo costo el "software" y una base de datos del proyecto, que incluye información sobre suelos, pastos y cultivos para la mayor parte del país. Las instituciones cubanas donaron mapas detallados de clasificación de suelos, varios tipos de estadísticas e información sobre áreas sembradas y/o producción de pastos, arroz, frijol y yuca para 1987.

Es sorprendente, pero muy alentador, que tal cantidad de información básica exista en formatos que se puedan leer en computador en estos países Centroamericanos. Es muy satisfactorio haber encontrado que también están abiertamente

disponibles para el CIAT.

Los países restantes - Nicaragua, El Salvador, Belize, Guatemala, México - serán cubiertos en Febrero 1988 para coleccionar información similar.

Una vez obtenidos, los materiales son incorporados en una base de datos bibliográfica (CDS-ISIS). El paso siguiente es procesar la información, con uniformación donde se requiera, para empezar a producir los diferentes mapas que se necesiten e introducirla

en la base de datos del CIAT. Mapas de distribución de pastos, tipos de pasturas y una clasificación ambiental son los resultados lógicos de este estudio y el mayor énfasis durante la época de análisis de datos será producir este estudio en forma impresa. Sin embargo, no se intenta producir un informe definitivo sino que la información será parte de una base de datos dinámica, que reaccione a la aparición de nuevos datos para responder preguntas nuevas en el futuro.

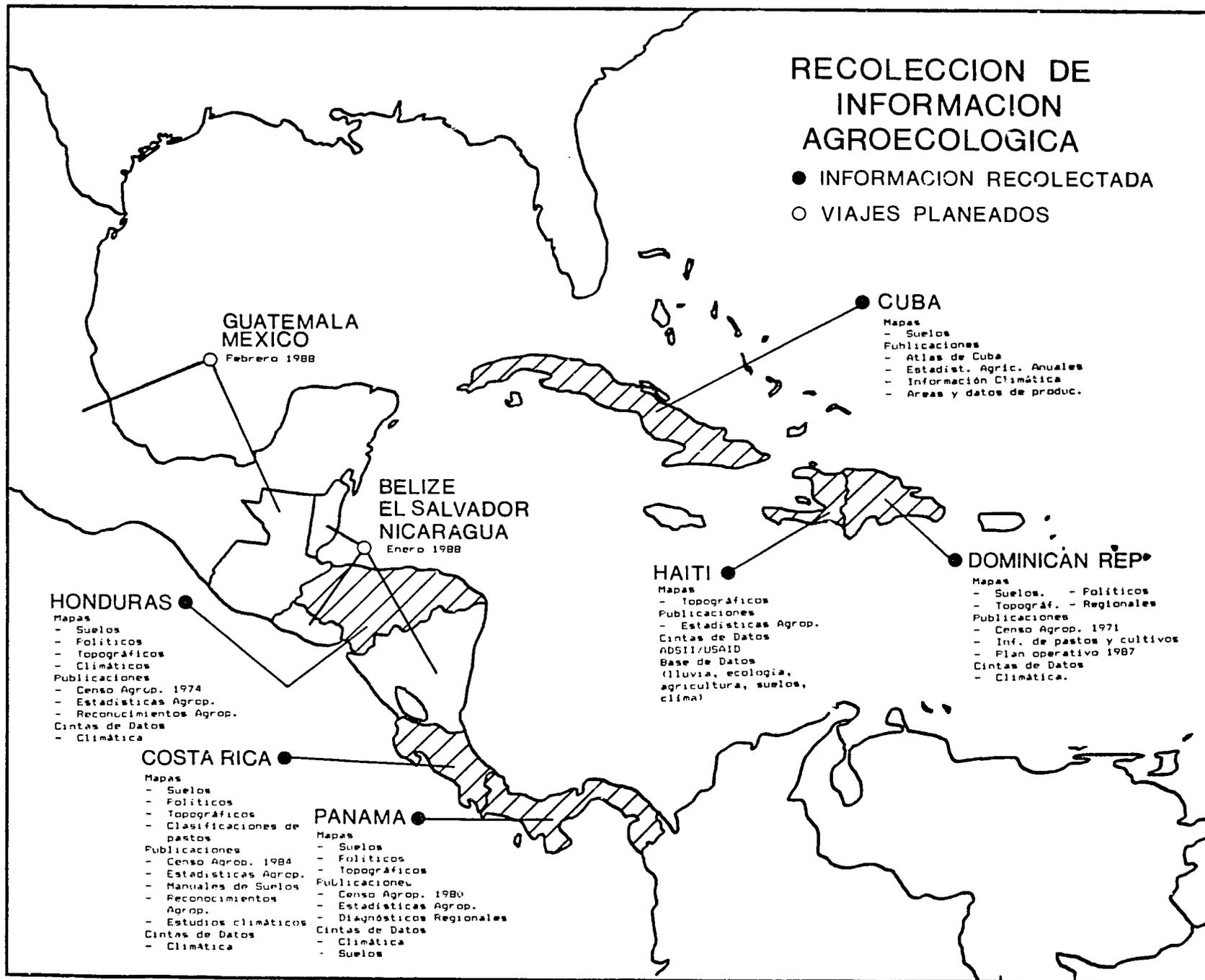


FIGURA 1.

## 21. PUBLICACIONES

- ALVAREZ, A. y C. LASCANO. 1987. Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. *Boletín Pasturas Tropicales* 9(3): 9-17.
- AMEZQUITA, M.C., E.A. PIZARRO y J.M. TOLEDO. (en impresión). Rango de adaptación de Andropogon gayanus. En: Toledo, J.M. et al. (eds.). Andropogon gayanus Kunth: su biología, manejo y utilización en suelos ácidos. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- CIAT. 1987. Simbiosis Leguminosa-Rizobio. Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Sección de Microbiología de Suelos del Programa de Pastos Tropicales y Sección de Microbiología de Suelos del Programa de Fríjol.
- CIAT. 1987. Simbiosis Leguminosa-Rizobio. Evaluación, selección y manejo. Guía de Estudio.
- FERGUSON, J.E. 1987. Estudio de casos en el proceso de liberación de nuevos cultivares de pastos tropicales. XII Seminario Panamericano de Semillas, 2-6 de Noviembre, 1987, Montevideo, Uruguay.
- FERGUSON, J.E. y C. REYES. 1987. Integración de la multiplicación y la investigación de semillas dentro de la RIEPT. En: Necesidad de investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT. Taller, CIAT. Cali, Colombia. Octubre 1985.
- FISHER, M.J. and P.J. SKERMAN. 1986. Salt tolerant plants for summer rainfall areas. *Reclamation and Revegetation Research* 5: 263-84.
- FISHER, M.J. and D. THOMAS. 1987. Environmental and physiological limits to tropical forage production in the Caribbean Basin. In: Forage-Livestock Research Needs for the Caribbean Basin (eds. J.E. Moore, K.H. Quesenberry, M.W. Michaud). University of Florida, Gainesville, USA. pp. 3-19.
- FRANCA-DANTAS, M.S., B. GROF, M.A. SOUSA. 1987. Novo germoplasma de Brachiaria introduzido no Brasil. In: Anais da XXIV Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 219.
- GROF, B., A. FLORES, P. MENDOZA, and E.A. PIZARRO. 1987. Regional Experience with Centrosema: northern South America. (submitted for publication).

- GROF, B., M.S. FRANCA-DANTAS, R.P. ANDRADE, B.F. SOUZA, and J.F.M. VALLS. 1987. Avaliacao preliminar de espécies perenes de Arachis para várzeas. In: Anais da XXIV Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 229.
- GROF, B. and D. THOMAS. (in press). The agronomy of Andropogon gayanus J.M. Toledo, C. Lascano, R. Vera and J. Lenné (eds.). 1987.
- KEATING, B.A.; R.W. STRICKLAND; and M.J. FISHER. 1986. Salt tolerance of some tropical pasture legumes with potential adaptation to cracking clay soils. Australian Journal of Experimental Agriculture 26: 181-85.
- KITAJIMA, L.C.B., L.C.B. NASSER, and B. GROF. 1987. Superbrotamento em Centrosema brasilianum associado a microorganismos do tipo micoplasma no Distrito Federal. Revista de Fitopatologia Brasileira, Vol. 13 No.3. pp. 281-283.
- LASCANO, C. 1987. Canopy structure and composition in legume selectivity. In: Moore, J.E., Quesenberry, K.H. and M.W. Michaud (eds.) Proceedings Forage-Livestock Research needs for the Caribbean basin. Tampa, Fla. 9-12, February 1987. p. 71-80.
- LASCANO, C. 1987. Manejo del pastoreo en asociaciones de gramíneas y leguminosas en el trópico. VI Encuentro Nacional de Zootecnia, Segunda Conferencia Nacional de Producción y Utilización de Pastos y Forrajes. Cali, Octubre 28-31. 11 pp.
- LASCANO, C. y J.M. TOLEDO. 1987. Desarrollo y potencial de pasturas mejoradas para América tropical. VI Encuentro Nacional de Zootecnia, Segunda Conferencia Nacional de Producción y Utilización de Pastos y Forrajes. Cali, Octubre 28-31. 14 pp.
- LASCANO, C. and D. THOMAS. (in press). Andropogon gayanus: quality and animal production. J.M. Toledo et al. (eds.), Andropogon gayanus Kunth: su biología, manejo y utilización en suelos ácidos. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- MENDOZA, P.; D. THOMAS; J.M. SPAIN, and C. LASCANO. (in press). Establishment and Management of Centrosema. Paper presented at International Workshop on Centrosema -- Biology, Agronomy and Utilization, 23-28 February 1987. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- MILES, J.W. and J.M. LENNE. 1987. Effect of frequency of defoliation of 40 Stylosanthes guianensis genotypes on field reaction to anthracnose caused by Colletotrichum gloeosporioides. Australian Journal of Agricultural Research 38(2): 309-315.
- MORALES, M.L. 1987. Aislamiento y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento en algunas plantas forrajeras. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Palmira.
- PERALTA, A., R. SCHULTZE-KRAFT, J.M. MARTINEZ, J.F. AGUIRRE, H.S. AMAYA,

- and J. ENRIQUEZ. 1987. Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el trópico de México. *Pasturas Tropicales - boletín* 9(11): 21-26.
- PEREZ, R.C.; FERGUSON, J.E. y LOPEZ, W. 1987. Producción de semillas de tres especies forrajeras en Tarapoto, Perú. *Pasturas Tropicales- Boletín* 9(2): 18-23.
- PIZARRO, E.A. and D. THOMAS. (in press). Introduction and evaluation of forages in tropical America. *In: The Feeding of Ruminants in Tropical Humid Conditions. INRA Symposium, Guadeloupe, French West Indies.* 1987.
- RIBEIRO DE SANTANA, J.; J. M. PEREIRA; M.A. MORENO; J.M. SPAIN. 1987. Efeito do pastejo sobre a persistencia e produtividade da consorciacao Brachiaria humidicola e Desmodium ovalifolium CIAT 350. *In: Anais da XXIV Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.* p. 242.
- SALINAS, J.G. and C.E. CASTILLA. (in press). Strategies implied on the use and management of tropical acid soils. 23 p. *In: L. Gourlay and J.G. Salinas (ed.). Sorghum for Acid Soils. INTSORMIL Publication, Cali, Colombia.* 1987.
- SALINAS, J.G. and R. GUALDRON. (in press). Adaptation and nutrient requirements of some Stylosanthes species. *In: D.L. Plucknett and H. Sprague (eds.). Detecting Mineral Nutrient Deficiencies that affect Production of Crop Plants in Temperate and Tropical Regions.* 1987.
- SALINAS, J.G., P.C. KERRIDGE, and R.M. SHUNKE. (in press). Mineral nutrition of Centrosema. 51 p. *In: R. Schultze-Kraft and R.J. Clements (eds.). Centrosema - Biology, Agronomy and Utilization.* 1987.
- SALINAS, J.G. and S.R. SAIF. (in press). Nutrient requirements of Andropogon gayanus. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Tropical Pastures Program, Cali, Colombia. 74 p. 1987.
- SANCHEZ, M., y FERGUSON, J.E. 1986. Medición de calidad en semillas de Andropogon gayanus. *Revista Brasileira de Sementes* 8(1): 9-28.
- SCHULTZE-KRAFT, R. (in press). Centrosema species for acid soils. Paper presented at International Workshop on Centrosema -- Biology, Agronomy and Utilization, 23-28 February 1987. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- SCHULTZE-KRAFT, R. (in press). Germplasm collection and evaluation of tropical legumes. Paper presented at CASAFA/IRRI symposium on Sustainable Agriculture - the role of green manure crops in rice farming systems. 25-29 May 1987, IRRI, Manila, Philippines. 1987.
- SCHULTZE-KRAFT, R., B. BENAVIDES, and A. ARIAS. 1987. Recolección de

- germoplasma y evaluación preliminar de Centrosema acutifolium. Pasturas Tropicales - Boletín 9(1): 12-20.
- SCHULTZE-KRAFT, R., A. GANI, and M.E. SIREGAR. 1987. Collection of native forage legume germplasm in Sumatra, Indonesia. IBPGR-SEAN 11(1): 4-6.
- SCHULTZE-KRAFT, R., R.J. WILLIAMS, and L. CORADIN. (in press). Biogeography of Centrosema. Paper presented at International Workshop on Centrosema -- Biology, Agronomy and Utilization, 23-28 February 1987. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- SHARMA, R.D. and B. GROF. (in press). Root disease of Centrosema pascuorum caused by the Javanese root-knot nematode in the Cerrado region of Brazil. 1987.
- SHERIFF, D.W.; M.J. FISHER; G. RUSITZKA and C.W. FORD. 1986. Physiological reactions to an imposed drought by two twining pasture legumes: Macroptilium atropurpureum (deseccation sensitive) and Galactia striata (deseccation insensitive). Australian Journal of Plant Physiology 13: 431-45.
- SPAIN, J.M. and W. COUTO. (in press). Monografía de Andropogon gayanus. Capítulo 5. Establecimiento y desarrollo inicial de pasturas de A. gayanus en sabanas tropicales. 1987.
- SUAREZ, S., J. RUBIO, C. FRANCO, R.R. VERA, E.A. PIZARRO y M.C. AMEZQUITA. 1987. Leucaena leucocephala; producción y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. Pasturas Tropicales - Boletín. 9(2): 11-17.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; S.M. Souto; and R.A. DATE. (in press). Rhizosphere biology and nitrogen fixation of Centrosema. Paper presented at International Workshop on Centrosema -- Biology, Agronomy and Utilization, 23-28 February 1987. CIAT, Cali, Colombia. 1987.
- SYLVESTER-BRADLEY, R. and F. MUNEVAR. (in press). Evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio en la selección de leguminosas forrajeras. In: Motta, F. (ed.) Investigaciones de Apoyo para la Evaluación de Pasturas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp. 29-50. 1987.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; D. MOSQUERA; and J.E. MENDEZ. 1987. Uso de cilindros con suelo no disturbado y establecimiento por labranza reducida para la evaluación de cepas de rizobio en leguminosas forrajeras tropicales. In: Proc. XIII Reunión Latinoamericana de Rhizobium, Panamá. Octubre 1986.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; D. P. THORNTON; and P. JONES. (in press). Colony dimorphism in strains of Bradyrhizobium. Applied and environmental Microbiology. 1987.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; D. MOSQUERA; and J. E. MENDEZ. 1987. Inhibition

of nitrate accumulation in tropical grassland soils: effect of nitrogen fertilization and soil disturbance. *Journal of Soil Science*.

TANG, M. and R. SYLVESTER-BRADLEY. 1986. Selección de cepas de rhizobium para Centrosema pubescens en jarras de Leonard (arena) y dos suelos de Colombia. *Pastos y Forrajes* 9: 111-118.

TOLEDO, J.M., H. GIRALDO y J.M. SPAIN. 1987. Efecto del pastoreo continuo y el método de siembra en la persistencia de la asociación Andropogon gayanus/Stylosanthes capitata, *Pasturas Tropicales* Boletín. CIAT, Colombia, Vol. 9, No.3, pp. 18-24.

TOLEDO, J.M. (en impresión). Necesidad de descentralizar la red internacional de evaluación de pastos tropicales, *Memorias IV, Reunión Comité Asesor RIEPT*. Santiago, Panamá, Mayo. 1987.

TOLEDO, J.M. y M. FISHER. (en impresión) Aspectos fisiológicos de Andropogon gayanus y su compatibilidad con las leguminosas forrajeras. En: Toledo, J.M. et al. (eds.). Andropogon gayanus Kunth: su biología, manejo y utilización en suelos ácidos. CIAT, Cali, Colombia. 1987.

TOLEDO, J.M. y E.A. SERRAO. 1987. Pastures after humid forest clearing in the Amazon. *Proceedings of the International Symposium on Grassland in Forest Area*. Harbin, China.

TOLEDO, J.M. (en impresión). Sugerencias para futura investigación con el género Centrosema. *International Workshop on Centrosema: Biology, Agronomy and Utilization*. CIAT, Cali, Colombia. Febrero 22-28. 1987.

TOLEDO, J.M. y P.E. MENDOZA (en impresión). Pasturas tropicales de mínimos insumos para sistemas de doble propósito en áreas con suelos pobres y ácidos. *Seminario Internacional Sistemas de Doble Propósito*, Bogotá, Septiembre. 1986.

THOMAS, D. 1986. Development of forage species for the acid, infertile soils of tropical South America. In: *Potential for Pasture Production in Acid Tropical Soils*. CARDI-EDF Seminar, Trinidad, West Indies. pp. 1-26.

THOMAS, D., C.E. LASCANO and R.R. VERA. 1987. A tropical pasture legume for poor soils. *Span*, 30(2): 59-61.

THOMAS, D. and M.I. PENTEADO (in press). Regional experience with Centrosema: Brazil - savannas. In: Centrosema: Biology, Agronomy and Utilization (Eds. R.J. Clements and R. Schultze-Kraft). 1987.

THOMAS, D., R.R. VERA, C. LASCANO, and M.J. FISHER (in press). Use and improvement of pastures in neotropical savannas. Invited paper. *IVBS*, Venezuela. 1987.

- TRUJILLO, W. 1987. Efecto de la capacidad de campo de dos oxisoles de los Llanos Orientales sobre el crecimiento y fijación de nitrógeno de Stylosanthes capitata Vog. y Stylosanthes guianensis Sw. Tesis de Grado en Biología, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 146 pp.
- ZOBY, J.L.F., B. GROF, R.P. ANDRADE, F.B. SOUZA, E. KORNELIUS, J.F.M. VALLS, and M.S. FRANCA-DANTAS. 1987. Selecao de Paspalum spp. para producao dos Cerrados. In: Anais da XXIV Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 228.
- WEST, D.W.; G.J. HOFFMAN; and M.J. FISHER. 1986. Photosynthesis, leaf conductance and water relations of cowpea under saline conditions. Irrigation Science 7: 183-93.

## 22. LISTA DE LOS MIEMBROS DEL PPT

### Científicos Principales

José M. Toledo, Ph.D., Agrónomo, Líder

Rosemary S. Bradley, Ph.D., Microbióloga, Microbiología

John Ferguson, Ph.D., Agrónomo, Producción de Semillas

Myles Fisher, Ph.D., Ecofisiólogo, Ecofisiología

Bela Grof, Ph.D., Agrostólogo, Agronomía (CPAC, Brasilia, Brasil)

Gerhard Keller-Grein, Dr. agr., Humid Tropic Agronomy  
(INIPA/IVITA/CIAT, Pucallpa, Perú)

Stephen Lapointe, Ph.D., Entomólogo, Entomología

Carlos Lascano, Ph.D., Nutricionista, Calidad y Productividad de  
Pasturas

Jillian M. Lenné, Ph.D., Fitopatóloga, Fitopatología

John W. Miles, Ph.D., Fitomejorador, Agronomía/Mejoramiento de  
Forrajes

Esteban A. Pizarro, Ph.D., Agrónomo, Agronomía Centroamérica y  
El Caribe)

José G. Salinas, Ph.D., Edafólogo, Recuperación de Pasturas  
(INIPA/IVITA/CIAT, Pucallpa Perú)

Rainer Schultze-Kraft, Dr. agr., Agrónomo, Germoplasma

\* Carlos Seré, Dr. agr., Economista Agrícola, Economía

James M. Spain, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pasturas  
(CPAC, Brasilia, Brasil)

Derrick Thomas, Ph.D., Agrónomo, Agronomía (Carimagua)

Raul R. Vera, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Producción de  
Ganado

### Científicos Invitados y Posdoctorados

\*\*\* Pedro Argel, Ph.D., Agrónomo, Programa Colaborativo en Panamá  
(IDIAP/Kutgers University/CIAT, David, Panamá)

\*\* Peter Cookson, Ph.D., Microbiología, Proyecto UNDP

\*\*\* John Dodd, Ph.D., Microbiólogo, Microbiología

\*\*\* David Harris, Ph.D., Biological Fixation Nitrogen

\*\* William Loker, Ph.D., Antropólogo, Economía (INIPA/IVITA/CIAT,  
Pucallpa, Perú)

Yasuo Ogawa, M.Sc., Desarrollo de Pasturas

\*\* Roberto Sáez, Ph.D., Economista, Sistemas de Producción de Ganado  
(CPAC, Brasilia, Brasil)

\*\*\* Philip K. Thornton, Ph.D., Sistemas de Producción de Ganado

\* En año sabático.

\*\* Vinculado al Programa durante 1987.

\*\*\* Se retiró durante 1987.

### Investigadores Asociados Visitantes

Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología

Raul Botero, M.Sc., Economía

Obed García, M.V.Z., Sistemas de Producción de Ganado (localizado en Carimagua)

Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas

Silvio Guzmán, M.Sc., Sistemas de Producción de Ganado

Libardo Rivas, M.Sc., Economía

Hernán Giraldo, Ing. Agr., Ecofisiología (localizado en Carimagua)

### Asistentes de Investigación

Guillermo Arango, Lic. Biología, Entomología

\*\*\* José Ancizar Arenas V., Ing. Agr., Germoplasma

Alvaro Arias, Ing. Agr., Germoplasma

Patricia Avila, Zootecnista, Calidad y Productividad de Pasturas (Carimagua)

Gustavo Benavides, Ing. Agr., Germoplasma

Javier Asdrubal Cano, Lic. Economía, Oficina del Líder

Carlos Iván Cardozo, Ing. Agr., Producción de Semillas

Fernando Díaz, Ing. Agr., Agronomía (Carimagua)

Martha Lucía Escandón, Ing. Agr., Agronomía/Mejoramiento de Forrajes

Luis H. Franco, Ing. Agr., Ensayos Regionales

Manuel Arturo Franco, Ing. Mec., Coordinación

César Augusto García, Ing. Agr., Entomología y Fitopatología (Carimagua)

\*\*\* José M. Gómez, Zootecnista, Calidad y Productividad de Pasturas (Carimagua)

Luis Eduardo Hernández, Zoot., Economía (INIPA/IVITA/CIAT, Pucallpa, Perú)

Mariella van Heurck, Ing. Zoot., Agronomía Trópico Húmedo (INIPA/IVITA/CIAT, Pucallpa, Perú)

Phanor Hoyos, Zootecnista, Calidad y Productividad de Pasturas (Carimagua)

\*\*\* Jesús A. Méndez, Ing. Agr., Microbiología (Carimagua)

Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Agronomía/Mejoramiento de Forrajes

Diego Molina, Ing. Agr., Ecofisiología (Carimagua)

Dacier Mosquera, Ing. Agr., Microbiología

Gloria Navas, Ing. Agr., Entomología

Carlos E. Perdomo, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas (Carimagua)

Carlos A. Ramirez, M.V.Z., Sistemas de Producción de Ganado (Carimagua)

\*\*\* Fabiola de Ramirez, Lic. Bacteriología, Microbiología

\*\*\* José Ignacio Roa, Ing. Agr., Agronomía/Mejoramiento de Forrajes-Producción de Semillas (Carimagua)

Edgar Salazar, Ing. Agr., Agronomía (Carimagua)

Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas

Blanca Torres G., Bacterióloga, Sistemas de Producción

Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología

\*\*\* Pedro Zapata, Ing. Agr., Microbiología (Carimagua)

\*\*\* Carmen Rosa Salamanca, Ing. Agr., Fijación Biológica de Nitrógeno