



International Center for Tropical Agriculture
Centro Internacional de Agricultura Tropical

Teléfono (57-2) 4450 000 Fax (57-2) 4450 273

Correo electrónico (E-mail): CIAT-FORAGES@CGNET.COM

Dirección postal (mailing address): Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

Programa de Forrajes Tropicales

PROGRAMA DE FORRAJES TROPICALES - INFORME ANUAL 1994

Este Informe Anual se preparó para la reunión del Comité de Programas de la Junta Directiva en febrero de 1995. Sigue un formato similar al del Informe Bienal 1992-93, y debe considerarse en conjunción con ese documento. En 1993 se estableció la política de producir un informe detallado, para distribución generalizada, en español e inglés, sólo cada dos años. Debido a que el próximo informe bienal completo se producirá más tarde en el año, este informe de actividades de 1994 será breve.

Cali, febrero de 1995

Programa de Forrajes Tropicales

Informe Anual 1994

Indice

	Página	
1. Introducción: Desarrollo de Germoplasma de Especies Forrajeras Tropicales	1.1	✓
2. Recursos Genéticos de Especies Forrajeras	2.1	✓
3. Ecotipos de Especies Forrajeras de Reconocida Adaptación a Diferentes Ambientes	3.1	✓
4. Mejoramiento Genético de <i>Brachiaria</i>	4.1	✓
5. Acervos Genéticos Mejorados de Especies Forrajeras de <i>Arachis</i>	5.1	✓
6. Desarrollo de Cultivares de <i>Stylosanthes</i> que sean Persistentes	6.1	✓
7. Desarrollo de Acervos de Genes de <i>Centrosema</i> que sean Resistentes al Añublo Foliar	7.1	✓
8. Especies Forrajeras con Alto Valor Nutritivo	8.1	✓
9. Atributos de Adaptación de Especies Forrajeras a Suelos Infértiles	9.1	✓
10. Componentes Forrajeros de Reconocido Desempeño en Sistemas de Producción Agropecuaria	10.1	✓
11. Apoyo Institucional y Adquisición de Habilidades para la Entrega de Sistemas a base de Especies Forrajeras	11.1	✓
12. Publicaciones	12.1	
13. Lista de Personal	13.1	
14. Colaboradores	14.1	

1. Introducción

1. Desarrollo de germoplasma de especies forrajeras tropicales: Aclaración de su necesidad y de su alcance

Durante este año, el desarrollo que experimentaron tanto el GCIAI como el CIAT fue considerable e hizo impacto en el Programa de Forrajes Tropicales (PFT). La modificación más importante fue la disponibilidad de fondos, el cambio a sistemas de matriz —varios programas a nivel de todo el sistema GCIAI y programas por grupos de recursos científicos dentro del Centro— y el cambio realizado en el personal y en el tipo de administración. Se ha tratado de mantener la integridad del programa de investigación; sin embargo, existe incertidumbre entre el personal del Programa sobre aspectos fundamentales como dirección, alcance y capacidad (recursos). Por tanto, además de hacer un resumen de los resultados y las prioridades de investigación, es útil aclarar la situación actual e indicar la agenda para el futuro.

1.1 Estrategia del programa

Aspectos técnicos. La meta global del Programa de Forrajes Tropicales (PFT) es adquirir, identificar y mejorar el germoplasma de especies forrajeras tropicales para las tierras bajas del trópico húmedo y subhúmedo, y para las laderas de altitudes medias; ese germoplasma contribuirá a una producción de carne y de leche mayor y más eficiente, al mejoramiento del suelo y al control de las malezas y de la erosión en los sistemas de producción pecuaria en el trópico.

La nutrición inadecuada es la principal limitación de la mayor producción animal en todos los sistemas agropecuarios del trópico. En América tropical, la calidad —y no la cantidad— del alimento para animales es el problema, mientras que en Asia y Africa, donde el recurso tierra es más limitado, tanto la cantidad como la calidad del alimento para animales son importantes, y el forraje complementa los residuos de los cultivos.

No se discute la utilidad de las especies forrajeras que contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria bajo un buen sistema de manejo. Pero este aspecto se debe estudiar en mayor detalle en vista del continuo debate público sobre el efecto nocivo que tiene el ganado en los recursos naturales en aquellos lugares donde se presenta sobrepastoreo, y donde la política gubernamental incentiva el desmonte innecesario de los bosques.

Los lectores atentos habrán observado que las palabras "suelos ácidos infértiles" se han eliminado en la declaración de la misión del Programa. Históricamente, se ha enfatizado la selección de especies para suelos ácidos infértiles. Se identificaron nuevas accesiones, especies y hasta géneros para vastas áreas que no tenían cultivares mejorados. Muchos de estos nuevos cultivares eran también altamente productivos en suelos más fértiles debido a su vigor y a su resistencia a enfermedades e insectos. El PFT continuará

evaluando nuevas adquisiciones en condiciones de suelo ácido infértil y de alta incidencia de insectos. Sin embargo, evaluará también ese mismo germoplasma en suelos más fértiles con miras a las necesidades específicas de áreas de suelo más fértil.

Aunque siempre hubo un mandato para desarrollar especies forrajeras para áreas tanto húmedas como subhúmedas, se presentó más actividad en el mejoramiento de pasturas en el trópico húmedo, donde hay mayor ocurrencia de suelos ácidos. En el futuro, se tratará de identificar germoplasma para toda la zona subhúmeda (180-270 días de crecimiento vegetal). Con esto se enfatizaría el suministro de alimento para animales durante la época seca, que puede ser una de las principales limitaciones en ambas zonas. Además, el enfoque ha cambiado para incluir otros usos de las especies forrajeras que sean distintos del de la pastura para pastoreo; tales son forraje, cobertura del suelo, barreras para el control de la erosión y abono verde.

Estos cambios harán que el PFT se relacione más estrechamente con la ecorregión considerada prioritaria por el TAC: las tierras bajas del trópico húmedo y subhúmedo. Así será más fácil definir el papel que el PFT debe desempeñar en el mundo, dentro del Programa Pecuario a Nivel del Sistema GCIAR.

La responsabilidad de los científicos del PFT no terminará hasta que se pueda garantizar que su contribución a los diversos aspectos de selección y mejoramiento de especies forrajeras se haya incorporado en un sistema de producción. Por tanto, un aspecto decisivo de la estrategia del PFT es la entrega de nuevo germoplasma forrajero en forma de componentes para sistemas de producción, mediante la investigación participativa a nivel de la finca y la activa colaboración con los SNIA.

Cuando se escribió el documento del plan estratégico para el PFT como programa de desarrollo de germoplasma (CIAT, Plan Estratégico, 1992), se asumió que la investigación sobre la incorporación de sistemas forrajeros en sistemas de explotación agropecuaria sería realizada por los programas de Manejo de Recursos Naturales del CIAT y por los SNIA. Los primeros estudiarían el impacto de los componentes forrajeros en sistemas de producción como un todo, en términos de procesos edáficos, de dinámica del uso de la tierra y de aspectos políticos que contribuirían a sistemas de producción sostenibles. Los SNIA (el gobierno, las universidades y las ONG) están bien capacitados para participar en los ensayos de evaluación avanzada de germoplasma forrajero nuevo. Pero debido a los continuos cambios estructurales y de personal en los SNIA, es necesario, obviamente, que el PFT desempeñe un papel activo como facilitador del proceso de desarrollo y adopción. Esto se contempla mediante dos proyectos: Desarrollo de Componentes Forrajeros y Desarrollo Institucional.

Aspectos estructurales. El reemplazo gradual de la estructura de secciones por una estructura de proyectos ha dado a los científicos individuales mayor responsabilidad respecto a la planeación y al manejo financiero de sus actividades de investigación. El programa se concentra ahora en investigaciones que se pueden realizar con recursos más

limitados. En 1994 existían ya 10 proyectos dentro de tres áreas del Programa, aunque todavía necesitan coordinación y representación a nivel del Programa.

La colaboración entre programas se está acomodando dentro de las actividades de los proyectos individuales del PFT, donde un proyecto puede hasta ubicarse dentro de otro Programa. Además, en la actualidad, hay mayor interacción y una colaboración más ágil entre los científicos de los diferentes programas, a medida que la nueva estructura se va consolidando.

Desde una perspectiva de Programa, los Grupos de Recursos Científicos están empezando a funcionar dentro de las áreas de intercambio intradisciplinario de ideas, de seguimiento científico y de formulación de proyectos entre programas. Sin embargo, algunas áreas disciplinarias no están bien cubiertas, por ejemplo, las de producción animal y economía. Esperamos que se haya llegado a un status quo respecto a cambios estructurales adicionales.

Asignación de recursos. El número de posiciones pagadas con el presupuesto básico se redujo de 9.5 a 8, y el presupuesto operativo disminuyó en un 30 por ciento; esta reducción ha impuesto grandes exigencias a los científicos restantes del PFT. La reducción en el número de personal es una limitación mayor que la reducción en los gastos operativos, pues es necesario asignar personal a aquellas áreas en las cuales no existe una posición e invertir tiempo para desarrollar proyectos especiales que recuperen los recursos perdidos. La política del Programa es intentar recuperar esos recursos en forma directa o mediante arreglos colaborativos con otros IARC, los SNIA y los colaboradores del sector privado.

Falta capacidad en las áreas de socioeconomía, entomología, biología de la semilla, ecología y producción pecuaria. Se están buscando fondos para financiar a un científico, con habilidades en sociología y economía, para trabajar en el área de desarrollo de componentes forrajeros y con los SNIA. Es probable que un científico visitante se interese en el trabajo sobre resistencia de la planta hospedante, pero es necesario asegurar una posición permanente en esa área. La posición de Biología de la Semilla puede compensarse si se logra atraer recursos para la investigación en fisiología de la semilla de especies silvestres dentro de la URG, y mediante el establecimiento de una unidad de semilla, dentro del PFT, que se sostendría con sus propios recursos. Se ha sugerido que el ILRI asigne un especialista en producción pecuaria al CIAT para complementar el trabajo del PFT. Se necesitan recursos adicionales para posiciones de posdoctorado; de esta manera, los Científicos Principales pueden hacer un mejor uso de sus capacidades puesto que, por necesidad, deben pasar un tiempo considerable en actividades de representación y en el desarrollo y supervisión de proyectos.

Debe haber mayor transparencia y un sistema contable simplificado a medida que se consolide el sistema a base de proyectos. Actualmente, los costos fijos por servicios centrales y servicios de investigación absorben hasta el 30% del presupuesto de cada proyecto.

Financiación de proyectos especiales. El esfuerzo para encontrar nuevos recursos financieros está dando frutos. Durante 1994, se aprobaron proyectos especiales de investigación y desarrollo (I&D) de especies forrajeras en el Sudeste Asiático (AIDAB), de investigación sobre antracnosis en *Stylosanthes* (ACIAR), de investigación sobre la interacción ambiente x genotipo (GTZ), de especies forrajeras para los márgenes forestales en Caquetá (Nestlé). Hay buenas perspectivas para otros proyectos colaborativos.

Cambios estructurales dentro del GCIAI. Los cambios propuestos en el GCIAI eliminaron la incertidumbre de una rápida disminución de recursos, pero han incrementado la incertidumbre respecto al curso que se seguirá. Actualmente, el Programa toma parte en esos cambios y, por tanto, puede tener un efecto en los resultados. El PFT está en una posición ventajosa para participar en los Programas Pecuario y de Recursos Genéticos a Nivel del Sistema GCIAI, y en el Programa Ecorregional para América tropical.

El Programa Pecuario a Nivel del Sistema GCIAI no se ha establecido formalmente, pero el CIAT estuvo representado en la consulta inicial para el Programa Mundial de ILRI, donde se reconoció el mandato del Centro en el desarrollo de germoplasma forrajero para áreas del trópico húmedo y subhúmedos. Se presentaron varias propuestas de proyecto para la Iniciativa Pecuaria a Nivel del Sistema GCIAI, y éstas se discutirán en 1995 con el consultor que fue nombrado para desarrollar esa Iniciativa.

La Iniciativa en Recursos Genéticos a Nivel del Sistema GCIAI proporcionará los fondos para realizar un taller que formalice el establecimiento de una Red de Recursos Genéticos de Especies Forrajeras. El CIAT quedó encargado de organizar esa reunión.

1.2 Actividades de investigación en 1994

La revisión anual de proyectos forma parte de un proceso para determinar necesidades y fijar metas. Esa revisión se encuentra muy detallada en los informes de cada Proyecto. Aquí es suficiente destacar los resultados y las prioridades que han contribuido, y seguirán haciéndolo, para que el Programa logre sus objetivos.

Proyecto: Recursos Genéticos de Especies Forrajeras

Avances importantes en 1994:

- Se estableció un procedimiento para producir semilla de gramíneas de alta calidad.
- Se avanzó en el establecimiento de una red de recursos genéticos forrajeros.

Prioridades para 1995:

- Desarrollar un plan estratégico para adquirir germoplasma en el futuro
- Publicar los restantes catálogos de germoplasma
- Establecer un programa de investigación en fisiología de la semilla

Proyecto: Ecotipos de especies forrajeras de reconocida adaptación a diferentes ambientes

Avances importantes en 1994:

- Se identificaron accesiones nuevas de los géneros *Arachis*, *Cratylia*, *Centrosema* y *Brachiaria*, con potencial como pastura, forraje, cobertura del suelo y barreras contra la erosión para las laderas de altitudes intermedias, las sabanas, los márgenes forestales, México, América Central y el Caribe (MCAC), y el Sudeste Asiático.

Prioridades para 1995:

- Desarrollar una estrategia que satisfaga las necesidades mundiales de especies forrajeras en regiones húmedas y subhúmedas
- Realizar un taller sobre *Cratylia* para fijar prioridades de investigación
- Empezar a evaluar un rango de nuevos géneros respecto a su potencial como forraje
- Utilizar la base de datos SIG para producir mapas de distribución y ayudar en la interpretación

Proyecto: Mejoramiento genético de *Brachiaria*

Avances importantes en 1994:

- Se celebró un taller internacional sobre el género *Brachiaria*.
- Se identificaron nuevas accesiones de *Brachiaria* para evaluación regional.
- Se hizo el mapeo básico del gen de la apomixis.
- Se identificaron fuentes de resistencia al añublo foliar.

Prioridades para 1995:

- Multiplicar semilla de un grupo de 15 a 20 selecciones e híbridos de *Brachiaria* para evaluación regional
- Continuar con el mapeo de precisión del gen de la apomixis
- Reactivar el programa de resistencia de la planta hospedante al salivazo

Proyecto: Acervos Genéticos Mejorados de *Arachis*

Avances importantes en 1994:

- En la actualidad están disponibles 100 accesiones de *Arachis pintoi* en Brasil y 60 en CIAT.
- Se iniciaron ensayos de adaptación genotipo x ambiente en 6 sitios de Colombia.
- Se identificaron accesiones superiores de *Arachis pintoi* para el trópico húmedo, las sabanas de época seca, y el Sudeste Asiático.

Prioridades para 1995:

- Continuar la adquisición de germoplasma de *Arachis* forrajero, haciendo énfasis en las zonas más áridas
- Multiplicar accesiones promisorias para ensayos a nivel de la finca
- Iniciar estudios intensivos sobre la susceptibilidad a las enfermedades
- Estudiar la reducción de los costos de establecimiento
- Investigar sobre la calidad de la semilla

Proyecto: Cultivares de *Stylosanthes* que sean resistentes a la antracnosis y que presenten alta persistencia

Avances importantes en 1994:

- Se desarrollaron métodos mejorados de inoculación para estudios de antracnosis.
- Se desarrolló y se reunió un conjunto de diferenciales hospedantes para la antracnosis.
- Se midió la diversidad genética mediante análisis RAPD.

Prioridades para 1995:

- Hacer una caracterización completa de los aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides*
- Desarrollar y adquirir sondas de ADN
- Identificar nuevas fuentes de resistencia a la antracnosis

Proyecto: Especies Forrajeras con Alto Valor Nutritivo

Avances importantes en 1994:

- Se determinaron los factores necesarios para desarrollar procedimientos de selección respecto a taninos.
- Se demostró el valor forrajero de leguminosas con vacas de potencial genético intermedio.

Prioridades para 1995:

- Desarrollar actividades de enlace con otros grupos involucrados en estudios sobre taninos
- Iniciar estudios sobre el efecto de la interacción genotipo x ambiente en la calidad forrajera
- Comenzar los ensayos de pastoreo colaborativo referente a calidad del forraje con los SNIA

Proyecto: Atributos de Adaptación de Especies Forrajeras a Suelos Ácidos

Avances importantes en 1994:

- Se demostraron diferencias interespecíficas en la adquisición y utilización de N, P y Ca.
- Se demostraron diferencias en la adquisición de Ca entre especies de *Brachiaria*.
- Se encontró que ocurre una mayor absorción de Ca en pasturas de gramíneas y leguminosas que en pasturas de gramínea sola.

Prioridades para 1995:

- Evaluar la utilidad de los rasgos fisiológicos para seleccionar respecto a la adaptación a suelos ácidos
- Estudiar la relación entre la nutrición de la planta y los atributos de calidad del forraje

Proyecto: Componentes Forrajeros de Reconocido Desempeño en Sistemas de Producción

Avances importantes en 1994 (en colaboración con otros programas del CIAT y con los SNIAs):

- La asociación de una leguminosa y *B. dictyoneura* en un sistema silvopastoril fue exitosa en Costa Rica.
- La fertilidad del suelo en barbecho natural en laderas se mejoró con *Centrosema macrocarpum*.
- Se comprobó la utilidad de *Panicum maximum*, que es tolerante a suelos ácidos, como barrera viva en laderas.
- Se publicó una revisión de los sistemas de semilla de especies forrajeras.

Prioridades para 1995:

- Realizar ensayos a nivel de la finca para evaluar la utilidad de las leguminosas herbáceas y arbustivas
- Evaluar métodos de introducción de leguminosas en los sistemas de barbecho natural
- Establecer un programa colaborativo de evaluación a nivel de la finca en siete países del Sudeste Asiático
- Buscar financiación de una posición en socioeconomía para participar en la investigación a nivel de la finca

Proyecto: Apoyo Institucional y Capacitación para la Entrega de Especies Forrajeras y Sistemas a base de Especies Forrajeras

Avances importantes en 1994:

- Se obtuvieron recursos financieros para desarrollar una red de investigación y desarrollo en especies forrajeras en el Sudeste Asiático.
- Se produjeron boletines informativos regulares para RIEPT-MCAC y RIEPT-Sabanas.
- Se continuó la publicación y la distribución generalizada de Pasturas Tropicales.

Prioridades para 1995:

- Continuar las visitas para establecer prioridades de investigación en especies forrajeras e identificar colaboradores
- Realizar un taller de RIEPT-MCAC sobre 'Establecimiento de asociaciones de *A. pintoi* y gramíneas
- Establecer mecanismos de capacitación, utilizando recursos financieros bilaterales
- Establecer mecanismos de interacción más estrecha con otros científicos especializados en especies forrajeras en el Programa Pecuario a Nivel del Sistema GCIAI

1.3 Alcanzar la Meta

La meta del Programa es muy amplia, pero depende de la fijación de objetivos claros que algunas de sus facetas sean alcanzables. Sin embargo, sólo existirá una visión clara en la medida en que el Programa y, especialmente, cada individuo del Programa perciba que contribuye hacia el logro de esa meta. Los resultados, que se detallan en los informes presentados a continuación, indican que esto está ocurriendo.

Además, se reconoce que estas metas sólo se lograrán con la colaboración y el insumo de otros programas, unidades y grupos de apoyo dentro del CIAT y de colegas fuera del Centro en instituciones gubernamentales, universidades, ONG y otros IARC.

2. Recursos Genéticos de Especies Forrajeras

Justificación

Los principales adelantos en el mejoramiento del germoplasma de especies forrajeras tropicales se han logrado mediante la explotación de la diversidad fitogenética natural que existe entre especies y dentro de ellas. Todavía hay campo de acción para seguir mejorando este germoplasma, y continuarán siendo importantes las actividades de adquisición, caracterización y conservación de una extensa colección de germoplasma de especies silvestres de leguminosas y gramíneas, que tenga potencial forrajero para mejorar el desempeño animal. Sin embargo, en el futuro, la adquisición estará orientada hacia la satisfacción de necesidades muy específicas; por ejemplo, el germoplasma que se use como cobertura del suelo y para controlar la erosión y las malezas.

La colección de leguminosas y gramíneas silvestres tropicales que se mantiene en el CIAT es una de las más grandes del mundo, y representa la rica diversidad vegetal que existe en los trópicos húmedo y subhúmedo, especialmente la de leguminosas de América tropical y del Sudeste Asiático y la de gramíneas de África. Las actividades de adquisición comenzaron en 1971. La colección consta en la actualidad de aproximadamente 21,000 accesiones pertenecientes a 155 géneros y 730 especies, que tienen potencial forrajero; de estas especies conservadas, el 90% son leguminosas y el 10% gramíneas (Cuadro 1). Los principales géneros representados, en orden de cantidad, son *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Centrosema*, *Zornia* y *Aeschynomene*. Actualmente, hay suficiente semilla disponible de 15,700 accesiones para su distribución. Las principales necesidades, en lo que se refiere a la colección de germoplasma, son asegurar su integridad contra el riesgo de pérdida, mediante la duplicación adecuada de semilla de alta calidad, y normalizar las actividades con las de otros centros de recursos genéticos forrajeros en el trópico. Por tanto, es necesario fortalecer la investigación en fisiología de la semilla, relacionándola con la conservación, y facilitar la interacción con otros centros de investigación.

Objetivo

Identificar, conservar y propagar el germoplasma forrajero productivo adaptado a diferentes sistemas de producción en el trópico subhúmedo y húmedo.

Coordinadora del proyecto: B.L. Maass

Actividades principales

1. Adquisición
2. Conservación (incluyendo multiplicación)
3. Caracterización e identificación
4. Documentación
5. Distribución
6. Rizobios y micorrizas
7. Red de Centros de Recursos Genéticos Forrajeros

Cuadro 1. Estado de la colección de especies forrajeras tropicales mantenida en CIAT (a partir del 31.01.1995).

Género	Accesiones (no.)		
	Conservadas	Multiplicada en almacenamiento a corto plazo	Colección base en almacenamiento a largo plazo
Leguminosas			
<i>Aeschynomene</i>	1,002	633	269
<i>Arachis</i>	56	33	25
<i>Calopogonium</i>	538	407	118
<i>Centrosema</i>	2,453	2,214	1,023
<i>Desmodium</i>	2,915	1,876	689
<i>Galactia</i>	574	559	371
<i>Leucaena</i>	199	177	113
<i>Macroptilium</i>	616	607	464
<i>Pueraria</i>	253	233	59
<i>Rhynchosia</i>	453	215	29
<i>Stylosanthes</i>	3,628	2,867	1,075
<i>Vigna</i>	746	642	333
<i>Zornia</i>	1,030	889	68
Otra	4,220	2,896	1,412
Total leguminosas	18,683	14,248	6,048
Gramíneas			
<i>Andropogon</i>	91	89	-
<i>Brachiaria</i>	655	572	97
<i>Hyparrhenia</i>	53	40	-
<i>Panicum</i>	598	512	6
<i>Paspalum</i>	109	67	-
Other	493	171	-
Total gramíneas	1,999	1,451	103
Otras familias	2	-	-
Gran total	20,684	15,699	6,151
Porcentaje total (%)	100%	75.9	29.7

1. Adquisición

Avances en 1994

Se obtuvo nuevo germoplasma de *Arachis pinto* del Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (EMBRAPA/CENARGEN), Brasil, y de otras especies silvestres de *Arachis* del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. Se obtuvo una colección de guandul de tipo forrajero (*Cajanus cajan*) del Instituto Internacional de Investigación sobre Cultivos para el Trópico Semiárido (ICRISAT), en India.

Se desarrolló un procedimiento fitosanitario que fue aceptado por el ICA; este procedimiento se publicó como documento del CIAT.

Actividades propuestas para 1995

Se continuará la adquisición de especies de *Arachis* y de *Cratylia argentea* en colaboración con CENARGEN y otros centros situados en América del Sur; de caupí (*Vigna unguiculata*) de tipo forrajero del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA); y de *Calliandra* procedente de OFI (Oxford Forestry Institute).

2. Conservación

Avances en 1994

La multiplicación inicial de 1500 accesiones se realizó en los invernaderos y campos del CIAT en Palmira, Quilichao y Popayán. Un tercio del germoplasma de leguminosas se conserva actualmente en la colección base en condiciones de almacenamiento a largo plazo (-20 °C, en papel aluminio sellado), y las primeras 100 accesiones de gramíneas se almacenaron en forma similar en 1994. Mediante el traslado de la producción de semilla de Quilichao hasta el área más fresca de Popayán, se logró semilla de gramíneas de buena calidad, con un rango de germinación de 70%-80%.

Es necesario conocer los factores que afectan la calidad de la semilla y, por tanto, determinar el tiempo que debe pasar antes de la regeneración. Esto puede variar mucho entre especies. Sin embargo, se requieren más recursos para poder iniciar la investigación oportuna de los factores físicos y químicos que afectan la viabilidad y la longevidad de la semilla almacenada para que la conservación sea más efectiva.

Continuó la investigación en el área de biología reproductiva para desarrollar protocolos de multiplicación de semilla que se aplicarán en el manejo adecuado de los recursos genéticos. Se confirmaron datos previos obtenidos para diferentes ambientes cuando se alcanzaron altas tasas de alogamia (31%-37%) en *Centrosema brasilianum* al utilizar una accesión de flores blancas. En *C. virginianum*, la alogamia fue de 18% en Palmira (en

plantas con flores pequeñas cleistógamas). En *Desmodium heterocarpon* sólo se determinó 4% de alogamia, en Quilichao.

Actividades propuestas para 1995

Continuar la multiplicación para el almacenamiento a largo plazo y para la duplicación en un centro de recursos fitogenéticos alterno; y dar énfasis especial al aumento inicial del germoplasma acumulado.

Se contactó a la Universidad de Reading, Reino Unido, para participar en las actividades de investigación relacionadas con la conservación de especies forrajeras silvestres, con énfasis en la producción, el manejo y el almacenamiento de semilla de especies de gramíneas. La realización de esta actividad depende de la obtención de financiación por medio de Proyectos Especiales.

Se usará el color de la testa de la semilla para estudiar la alogamia en *Centrosema plumieri*, *C. acutifolium* y *C. macrocarpum*.

3. Caracterización e identificación

Avances en 1994

Caracterización morfológica. Se realizó un estudio en 14 accesiones de *Arachis glabrata*, utilizando 46 descriptores vegetativos y reproductivos. El análisis de conglomerados indicó una amplia variabilidad genotípica dentro de este germoplasma.

El estudio de la colección de 32 accesiones de *Arachis*, en la sección Caulorrhizae, indicó que no había duplicados. A medida que se han adicionado accesiones, ha aumentado el rango de variación morfológica. Los descriptores morfológicos evaluados presentaron un rango continuo y amplio entre *A. repens* y *A. pintoi*.

Los resultados preliminares de la caracterización morfológica de *Stylosanthes capitata* indican que la especie tiene un alto grado de variabilidad morfológica, que se puede ordenar en conglomerados según su origen. Las accesiones originarias de Brasil y de Venezuela presentan diferentes patrones morfológicos.

Caracterización bioquímica. Los resultados del estudio izoenzimático de las 32 accesiones de *Arachis*, sección Caulorrhizae, indicaron una gran variabilidad intraseccional e intraespecífica. Al igual que en la caracterización morfológica, no se detectaron duplicados genéticos.

Se encontró un amplio polimorfismo bioquímico en 290 accesiones de *Stylosanthes capitata* caracterizadas respecto a cinco isoenzimas y proteínas de semilla nativa. Estos datos son similares a los obtenidos en un estudio de 561 accesiones de *Stylosanthes*

guianensis, y sugieren patrones de polimorfismo genético relacionados con la distribución geográfica. Indican, además, una amplia variabilidad intraespecífica.

Para ayudar en la clasificación taxonómica, se validó la variedad botánica *Centrosema macrocarpum* var. *andinum* con base en la accesión tipo, CIAT 25008. El análisis de las isoenzimas α -EST, DIA y GOT de 24 accesiones proporcionó evidencia suficiente para diferenciar a *Centrosema macrocarpum* var. *andinum* de la var. *macrocarpum*.

Herbario. La Dra. B. Schubert, del Arnold Arboretum de los Estados Unidos, identificó y confirmó la determinación de especie de 586 accesiones de *Desmodium*. Se enviaron 87 especímenes de diferentes especies a otros 12 taxónomos.

Actividades propuestas para 1995

Se continuará la caracterización de nuevas accesiones de *Arachis*, y se hará una caracterización bioquímica para aclarar la identidad de varias accesiones, especialmente de *Panicum maximum*. Se hará una caracterización de accesiones de *Cratylia argentea* y se evaluará su tasa de alogamia utilizando marcadores bioquímicos.

Se analizarán los datos electroforéticos obtenidos en las accesiones de *Brachiaria* y de *S. guianensis*, y se revisará en forma crítica la caracterización bioquímica de *S. guianensis*.

4. Documentación

Avances en 1994

La base de datos ya es completamente funcional para todos los aspectos del manejo de germoplasma; cumple con los requerimientos de los usuarios que necesitan información específica sobre la combinación de parámetros para accesiones específicas.

Se publicó y se distribuyó un catálogo de germoplasma de Colombia, y se desarrollaron etiquetas por computador para el herbario.

Actividades propuestas para 1995

Revisión de los datos de pasaporte del germoplasma originario de Brasil, de Africa y de otros países que restan por revisar; publicación de los respectivos catálogos de germoplasma.

5. Distribución

Actividad en 1994

La Unidad de Recursos Genéticos respondió a 150 solicitudes, y distribuyó 3000 muestras de 70 géneros dentro del CIAT y a instituciones colaboradoras de 18 países.

6. Rizobios y micorrizas

Avances en 1994

Se realizó un experimento para validar la necesidad de inocular las leguminosas arbustivas en suelos ácidos (pH 4.8 y saturación de Al de 76%). Los resultados indicaron que *Calliandra grandiflora* y *Cratylia argentea* crecieron bien sin inoculación, mientras que *Erythrina fusca* y *Flemingia macrophylla*, aunque mostraron una buena adaptación, pueden requerir de inoculación. Se deben hacer estudios adicionales respecto a la selección de cepas.

Actividades propuestas para 1995

Aislamiento de cepas y conservación de rizobios recolectados en las nuevas accesiones de *Arachis*.

7. Red de Recursos Genéticos Forrajeros

Avances en 1994

El CIAT organizó una reunión para discutir la creación de una Red de Recursos Genéticos Forrajeros para el Trópico. Asistieron representantes de CSIRO, CENARGEN, ILCA e IPGRI, y se produjo un documento explicando la estrategia que se seguirá en la formación de la red.

Actividades propuestas para 1995

Bajo la Iniciativa para los Recursos Genéticos de los Centros del GCIAI, se dispondrá de US\$50,000 para convocar a un taller en que se inicie la Red de Recursos Genéticos Forrajeros; en el taller participarán centros de recursos genéticos tanto del trópico como de las zonas templadas. Se planea realizar ese taller en el mes de noviembre.

3. Ecotipos de Especies Forrajeras de Reconocida Adaptación a Diferentes Ambientes

Justificación

Se han logrado los adelantos más importantes en el área de mejoramiento de germoplasma de especies forrajeras tropicales mediante la explotación de la diversidad fitogenética natural entre las especies y dentro de ellas. El Programa de Forrajes Tropicales continuará sus estudios sobre especies adaptadas a los suelos ácidos e infértiles, y a los ambientes con alta incidencia de las enfermedades y plagas que se presentan en los trópicos húmedo y subhúmedo. El Programa se ha fortalecido con el establecimiento de una gran colección *ex situ* de leguminosas y gramíneas, que se ha evaluado, en gran parte, en condiciones de campo. Se han identificado géneros clave en esa colección, y se ha abierto un portafolio de opciones de germoplasma forrajero para las sabanas (Llanos y Cerrados) de América tropical húmeda y subhúmeda.

Este proyecto comprende la identificación de germoplasma forrajero para diferentes ambientes, su multiplicación para una evaluación más extensa, y el desarrollo de una base de datos integrada que contenga información sobre las características de las plantas y sobre el uso de la tierra.

Tradicionalmente, el Programa ha seleccionado germoplasma para mejorar pasturas persistentes en las tierras bajas del trópico. Se ha dado énfasis a nuevas áreas de germoplasma para los siguientes fines: 1) rotaciones de cultivos y pasturas en las sabanas; 2) múltiples propósitos en áreas de ladera con altitudes intermedias; 3) árboles y arbustos de múltiples propósitos (MPTS).

De 1986 a 1991 se evaluó el germoplasma de leguminosas y gramíneas forrajeras respecto a su adaptación a diferentes ambientes en el sitio principal de selección del entonces Programa de Pasturas Tropicales en Pucallpa, Perú. En 1992, esas actividades fueron transferidas a Caquetá, Colombia. En los ensayos de evaluación se incluyó germoplasma nuevo, especialmente de leguminosas arbustivas. Esos materiales ofrecen una opción para mejorar pasturas en las tierras bajas del trópico húmedo.

La nueva tecnología de sistemas de cultivos y pasturas requiere de especies de cobertura que puedan servir en las rotaciones de corta duración después de que el cultivo se haya cosechado, y que puedan aprovechar la fertilidad más alta de la mayoría de los sistemas de cultivos. Se buscan leguminosas que sean capaces de establecerse junto con el cultivo pero sin competir con él. Se piensa de que en evaluaciones anteriores se descartaron algunas leguminosas con potencial para sistemas de cultivos y pasturas que habían sido evaluadas respecto a su adaptación solamente en suelos de baja fertilidad de Carimagua y para persistencia de largo plazo. Por tanto, es posible que se tengan que evaluar nuevamente algunas especies respecto a su adaptación a condiciones de mayor fertilidad.

En los últimos años se ha identificado nuevo germoplasma con potencial para uso en sistemas de producción, y se compiló una lista en el Informe Bienal 1992-1993. Algunos de estos materiales está siendo incrementado aún con el propósito de disponer de suficiente semilla para realizar una distribución más amplia para ensayos en varias localidades.

Objetivo

Identificar ecotipos de especies forrajeras adaptadas a las condiciones de clima y suelo de los trópicos húmedo y subhúmedo y que sean resistentes a plagas y enfermedades, con un alto valor nutritivo como forraje y con potencial para mejorar el suelo.

Coordinadora del proyecto: B.L. Maass

Actividades principales

1. Forrajes para las sabanas y los ambientes de época seca
2. Forrajes para las laderas de altitud intermedia
3. Forrajes para las tierras bajas del trópico húmedo
4. Forrajes para los sistemas de cultivos y pasturas
5. Forrajes con valor nutritivo alto
6. Multiplicación de semilla
7. Sistemas de información sobre la adaptación de especies

1. Forrajes para las áreas de sabana y los ambientes de época seca

Avances en 1994

En 1993, se establecieron dos colecciones de leguminosas herbáceas en Carimagua para evaluarlas respecto a su adaptación al medio ambiente: una incluía cerca de 380 accesiones de *Galactia striata* y la otra cerca de 80 accesiones de *Chamaecrista rotundifolia* (syn. *Cassia rotundifolia*). Ambas colecciones muestran un amplio rango de variación con respecto a sus características morfológicas y a su adaptación general; sin embargo, el añublo por *Rhizoctonia* afectó severamente a *G. striata*. Se seleccionaron unas cuantas de las mejores accesiones para incluirlas en ensayos en Carimagua o en otros ambientes (Cuadro 1). Las accesiones más vigorosas que sobrevivieron fueron, en su mayor parte, originarias de Casanare, Colombia. La mayor parte de los materiales de la colección de *Ch. rotundifolia* fue severamente afectada por la antracnosis. En condiciones de baja fertilidad, ambas especies—*G. striata* (añublo foliar) y *Ch. rotundifolia* (antracnosis)—no son apropiadas para los Llanos debido a su susceptibilidad a las enfermedades. (B.L. Maass y E. Cárdenas)

Actividades propuestas para 1995

- Establecer un ensayo con cerca de 15 "nuevas" especies, agronómicamente desconocidas para evaluarlas respecto a su adaptación al medio ambiente; se repetirá el ensayo en áreas de ladera de altitud intermedia.
- Promover germoplasma seleccionado para investigar sistemas de producción por medio de la Red de Sistemas Agropastoriles.

Cuadro 1. Evaluación de leguminosas herbáceas para sabanas y medio ambiente con época seca pronunciada en los Llanos de Colombia, 1993-1994.

Germoplasma evaluado		Germoplasma más destacado (Número de accesión CIAT)
Especie	Accesiones (no.)	
<i>Galactia striata</i>	380	CIAT 8151, 20786, 20787, 7236, 8139, 8143, 8148, 8749, 17971, 20758
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> var. <i>rotundifolia</i> var. <i>grandiflora</i> (erecta, hojas grandes)	80	CIAT 8156, 8158, 8391; CIAT 8992, 17000, 17001

2. Forrajes para las laderas de altitud intermedia

Avances en 1994

Desde mayo de 1993 se establecieron ensayos en fincas en dos altitudes, a 1200 m (San Vicente) y a 1600 m (El Melcho), en el Departamento del Cauca, Colombia. Los materiales bajo estudio incluyen 43 especies y 101 accesiones de leguminosas herbáceas, arbustivas y arbóreas (18 especies, 30 accesiones), y también gramíneas (29 especies, 41 accesiones). Hasta el momento, (i) *Arachis pintoii*, *Desmodium ovalifolium*, *Canavalia ensiformis*, *C. brasiliensis* y *Mucuna pruriens*, entre las leguminosas herbáceas, presentaron el mejor desempeño en el sitio de mayor altitud; (ii) de los árboles y arbustos de múltiples propósitos, sólo *Cajanus cajan* (guandul) se estableció bien; (iii) entre las gramíneas, *Brachiaria decumbens*, *B. dictyoneura* cv. Llanero, *B. humidicola*, y *Panicum maximum* sobresalieron por su rapidez de establecimiento y la cobertura del suelo.

De 10 especies de *Centrosema* (45 accesiones) que se evaluaron, *C. grazielae*, *C. acutifolium* y *C. brasilianum* se establecieron más rápidamente en el sitio de mayor altitud y produjeron la mayor cantidad de biomasa; *C. acutifolium* tuvo también el mejor desempeño en el sitio de menor altitud. En los cortes segundo y tercero, *C. macrocarpum*, *C. schiedeanum* y *C. acutifolium* tuvieron el mejor desempeño. Hubo una interacción significativa entre especies y sitios. El nivel global de producción fue muy inferior en el sitio de mayor altitud (Cuadro 2). (B.L. Maass, C.G. Meléndez y F. Díaz Bolívar)

Actividades propuestas para 1995

- Continuar la evaluación del ensayo "San Vicente/El Melcho"; analizar los datos y resumir los resultados.

Cuadro 2. Desempeño de especies de *Centrosema* en laderas, 1993-1994.

Especie (no. de accesiones) o sitio	Corte (MS g/m ²)*		
	1.	2.	3.
Especie			
<i>C. acutifolium</i> (4)	206.7a [#]	112.7a	126.9a
<i>C. macrocarpum</i> (8)	154.5cde	112.4a	129.2a
<i>C. schiedeanum</i> (5)	161.5cde	93.0ab	96.4ab
<i>C. pubescens</i> (5)	177.8abc	70.2bc	52.6cd
<i>C. brasilianum</i> (4)	170.4bcd	67.0bc	62.8bc
<i>C. plumieri</i> (5)	127.9e	52.9c	43.2cd
<i>C. grazielae</i> (3)	203.4ab	50.7c	63.0bc
<i>C. rotundifolium</i> (2)	67.3f	45.5c	16.3d
<i>C. virginianum</i> (2)	136.3de	36.4c	26.7cd
<i>C. pascuorum</i> (2)	158.6cde	-	-
Sitio			
El Melcho (1600 m)	176.6a	53.7b	45.5b
San Vicente (1200 m)	141.9a	106.1a	116.1a

* Cortes se realizaron de manera siguiente: 31, 13 y 15 semanas después del establecimiento.

Medias con la misma letra en una columna no son diferentes estadísticamente (P < 0.05).

- Establecer un nuevo conjunto de leguminosas arbustivas (*Flemingia*, *Calliandra*, *Erythrina*, *Sesbania*, *Cajanus cajan*) para evaluar su adaptación, incluyendo una colección de *Calliandra* que se recibirá de OFI (Oxford Forestry Institute Inglaterra).
- Establecer nuevos conjuntos de especies de leguminosas herbáceas promisorias como *Vigna adenantha* y *V. unguiculata* (caupi).
- Establecer un ensayo con unas 15 "nuevas" especies, agronómicamente desconocidas, para evaluar su adaptación a diferentes ambientes; este ensayo se repetirá en Carimagua (Llanos Orientales).
- Supervisar tesis de maestría, en colaboración con la Universidad Nacional de Colombia en Palmira, sobre la adaptación de *Centrosema* spp. en laderas de altitud intermedia en Colombia.
- Seleccionar germoplasma y completar una lista de accesiones, cuya semilla se multiplicará para futuras investigaciones en las laderas de altitud intermedia.

3. Forrajes para las tierras bajas del trópico húmedo

Avances en 1994

Se ha completado la evaluación agronómica de leguminosas herbáceas y arbustivas en el campo en Caquetá, Colombia. Entre las arbustivas, las que presentaron el desempeño más sobresaliente fueron *Codariocalyx gyroides* y *Flemingia macrophylla*. *Cratylia argentea* mostró una adaptación moderada, pero produjo una cantidad mucho menor de biomasa que las otras dos especies (Cuadro 3). Aunque el valor forrajero de *Desmodium velutinum* es muy alto, sólo dos accesiones de esta especie presentaron una adaptación moderada.

Las leguminosas herbáceas que presentaron la mejor adaptación son, en orden descendente, *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium*, *Arachis pintoii* (3 accesiones), *Centrosema acutifolium* y *Pueraria phaseoloides*. Se seleccionaron accesiones específicas, y se ha comenzado la multiplicación de semilla.

Entre las gramíneas, 12 de las casi 30 accesiones de *Hyparrhenia* mostraron vigor, producción de biomasa y sanidad vegetal excelentes. Casi todas las 58 accesiones de *Brachiaria* fueron severamente infestadas por el salivazo, y la mayoría de estas accesiones fueron afectadas también por el añublo foliar causado por *Rhizoctonia*. Entre las 21 accesiones de *Panicum maximum*, sólo el cv. Tobiatá y una otra accesión se desempeñaron bien.

Para finalizar la evaluación de leguminosas en Caquetá, y para diseminar los resultados a un público más amplio, se celebró un día de campo, en diciembre de 1994, en colaboración con CORPOICA y el Fondo Ganadero del Valle. Se contó con la asistencia de más de 120 participantes, lo que demostró bien la necesidad de tener más opciones de especies forrajeras para esta región. (B.L. Maass y C.G. Meléndez)

Actividades propuestas para 1995

- Continuar y finalizar la evaluación de gramíneas en Caquetá.
- Multiplicar la semilla de algunas accesiones seleccionadas de leguminosas arbustivas en Caquetá.
- Analizar y publicar los resultados de ensayos con leguminosas en Caquetá.

Cuadro 3. Evaluación de leguminosas herbáceas y arbustivas para las tierras bajas del trópico húmedo en Caquetá, Colombia, 1992-1994, y material promisorio seleccionado.

Germoplasma evaluado		Germoplasma más destacado	
Especie	Accesiones (no.)	Rendimiento MS promedio ^a	Accesión CIAT (no.) en orden descendente
Leguminosas arbustivas		- g/pl -	
<i>Codariocalyx gyroides</i>	27	246-267	CIAT 33130, 13547, 3001, 33131
<i>Cratylia argentea</i>	11	75-80	CIAT 18668, 18674, 18672, 18676
<i>Desmodium velutinum</i>	83	57-59	CIAT 33249, 33138, 33242, 23996
<i>Flemingia macrophylla</i>	55	266-320	CIAT 17400, 17405, 17409, 17407, 17412
Leguminosas herbáceas		- g/m² -	
<i>Arachis pintoi</i>	8	49-64	CIAT 18747, 18748, 18751
<i>Centrosema acutifolium</i>	11	83-87	CIAT 15814, 15446, 5278
<i>Centrosema capitatum</i>	3	20-29	CIAT 5114, 15680
<i>Desmodium ovalifolium</i>	11	113-124	CIAT 13125, 350, 13400
<i>Pueraria phaseoloides</i>	8	42-45	CIAT 17765, 17292, 7978
Otras especies de <i>Arachis</i> , <i>Cajanus</i> , <i>Centrosema</i> , <i>Desmodium</i> , <i>Stylosanthes</i> , <i>Zornia</i>	134	no presentado	no seleccionado
Total	351		
a. Media de cuatro cortes de rebrote de 9 semanas, dos durante la época de mínima y dos durante la época de máxima precipitación; para las leguminosas arbustivas, aquí se presentan solo rendimientos de MS de hojas.			

4. Forrajes para los sistemas de cultivos y pasturas

Avances en 1994

En la estación experimental Carimagua, Meta, se establecieron 17 especies de leguminosas (un total de 45 accesiones) con arroz en una parcela que tenía la fertilidad residual de un cultivo anterior de maíz. Desafortunadamente, los chigüiros arrasaron dos veces el arroz a nivel del suelo y, por tanto, no se pudo evaluar la compatibilidad de las leguminosas con el cultivo. Sin embargo, varios materiales respondieron bien a una mayor fertilidad residual, especialmente *Pueraria phaseoloides* accesiones CIAT 9900, CIAT 7182, CIAT 17296 y CIAT 20024; *Stylosanthes guianensis* línea 3, CIAT 2950 (cv. Mineirao), CIAT 11844 y CIAT 11833; *Arachis pintoi* CIAT 22160; *Galactia striata* CIAT 18018 y CIAT 8143; *Desmodium ovalifolium* CIAT 13089, y cinco accesiones CIAT de *Calopogonium mucunoides*: 9454, 822, 20676, 20709 y 709. En comparación con estos materiales, el desempeño de las otras especies fue bastante deficiente, lo cual significa que no pudieron aprovechar la mayor fertilidad; es el caso de *Centrosema* spp. (que fue afectado severamente por los insectos comedores de hojas), de *Macropitilium atropurpureum* y de *Neonotonia wightii*. (B.L. Maass y E. Cárdenas)

Actividades propuestas para 1995

- Continuar la evaluación agronómica de leguminosas herbáceas para rotaciones de cultivos y pasturas, y seleccionar las mejores accesiones para la subsiguiente multiplicación de semilla.

5. Valor forrajero

Avances en 1994

En las leguminosas arbustivas se presentaron diferencias en el contenido de proteína cruda y grandes diferencias en la DIVMS entre las especies y dentro de ellas. Las accesiones de *Desmodium velutinum*, *Cratylia argentea* y *Codariocalyx gyroides* presentaron altos niveles de proteína cruda y niveles de intermedios a altos de DIVMS. (C.E. Lascano)

Actividades propuestas para 1995

- Evaluar el efecto de la época del año en la DIVMS de accesiones seleccionadas de *C. gyroides*.
- Ayudar en la interpretación de los resultados de ensayos de tipo cafetería con *C. gyroides*.
- Supervisar la valoración del muestreo para valor forrajero en los ensayos de selección en los ecosistemas diferentes.

6. Multiplicación de semilla

Avances en 1994

Para poder proporcionar suficiente semilla del germoplasma seleccionado (especies recomendadas para evaluación regional - Informe Bienal 1992-1993) para la respectiva evaluación de éste en ensayos multilocalizados, se establecieron más de 50 accesiones en parcelas en las estaciones experimentales del CIAT en Palmira (2150 m²), en Quilichao (3000 m²) y en Popayán (800 m²). Se establecieron en Quilichao otras 2 ha para multiplicar la semilla de dos líneas híbridas de *Stylosanthes guianensis*. CENICAFE-Chinchiná ha colaborado especialmente en multiplicar accesiones seleccionadas de *Arachis pintoi* (1700 m²). (B.L. Maass y E. Cárdenas)

Actividades propuestas para 1995

- Mantener las parcelas y cosechar la semilla.
- Hacer una lista y establecer parcelas de multiplicación para conjuntos múltiples de *Arachis* spp. y nuevas líneas de *Brachiaria* y de *Stylosanthes*.
- Multiplicar la semilla de accesiones seleccionadas de *G. striata* y *Chamaecrista rotundifolia*.
- Reunir un conjunto básico de accesiones para ensayos multilocalizados con *Panicum maximum* y eventualmente con *Codariocalyx gyroides*.

7. Sistemas de información sobre adaptación

Avances en 1994

La base de datos de pasaporte del germoplasma se ha implementado en su totalidad, usando el sistema de manejo de bases de datos ORACLE. Esto permite un fácil acceso a estos datos para realizar análisis geográficos y elaborar mapas. Por ejemplo, se elaboró un mapa de áreas con potencial para el uso de *Leucaena*, relacionado éste con la adaptación al suelo y al clima en América del Sur y América Central, utilizando información sobre las características de adaptación de *Leucaena* e información del SIG (sistema de información geográfica) sobre suelos y climas. Este mapa de adaptación potencial de *Leucaena* deber ser validado. (P.C. Kerridge)

Actividades propuestas para 1995

- Analizar la evaluación multilocalizada de especies en colaboración con la Unidad de Biometría para obtener información sobre las características esenciales de la planta que se deben registrar en ensayos de evaluación.
- Vincular la base de datos de pasaporte del germoplasma a la base de datos del SIG para producir mapas de distribución sobre la presencia del germoplasma y definir los parámetros de ocurrencia natural de éste.
- Explorar un programa general para elaborar mapas de distribución potencial de especies que sean comercialmente importantes. Revisar el mapa de distribución de *Leucaena*.

4. Mejoramiento Genético de *Brachiaria*

Justificación

El género *Brachiaria* es la fuente de las especies forrajeras más importantes y de mayor cultivo en el trópico. Los cultivares de *Brachiaria* se siembran en un área tan grande que sólo en Brasil supera los 50 millones de ha.

A principios de la década de los 70 se empezaron a establecer las pasturas de *B. decumbens* en grandes extensiones, lo que permitió obtener un aumento sustancial en la productividad animal, medida ya sea según el área o por unidad animal. Desafortunadamente, *B. decumbens* es muy susceptible al ataque del salivazo (diversas especies y géneros de la familia Cercopidae, orden Homoptera). *B. brizantha* cv. Marandú, liberado en Brasil, es altamente resistente al salivazo, pero no persiste en condiciones de baja fertilidad del suelo. Un tercer cultivar comercial, *B. brizantha* cv. La Libertad, liberado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), es intermedio tanto en resistencia a los insectos como en persistencia; no es muy estolonífero.

Durante 1984-1985, el CIAT realizó una misión de recolección importante, financiada por el IBPGR (actualmente IPGRI), con la colaboración del ILCA y de programas nacionales de seis países de África Oriental. Esta misión recolectó casi 800 nuevas accesiones de más de 20 especies de *Brachiaria*.

En 1985, C.B. do Valle (CNPGC/EMBRAPA) introdujo en América tropical un biotipo artificialmente tetraploidizado del diploide naturalmente sexual *B. ruziziensis*; este biotipo se introdujo en el CIAT en 1988, y permitió iniciar proyectos de fitomejoramiento en el género *Brachiaria*. Anteriormente había sido imposible la hibridación debido a la reproducción apomíctica natural (asexual, pero por semilla) de todas las especies comerciales de *Brachiaria*. El trabajo de mejoramiento que realiza el CIAT en *Brachiaria* se hace en estrecha colaboración con EMBRAPA en Brasil, y busca mejorar la utilidad y la productividad de las gramíneas forrajeras derivadas de *Brachiaria* mediante el uso de recursos genéticos naturales, complementado por el fitomejoramiento. Específicamente, se busca combinar la adaptación edáfica y la persistencia excelentes de *B. decumbens* con la resistencia antibiótica al salivazo de *B. brizantha*, en nuevos cultivares apomícticos de *Brachiaria* que tengan buena calidad de forraje.

Objetivo

Mejorar la utilidad y la productividad de algunas gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, mediante el uso de recursos genéticos naturales complementado por el fitomejoramiento.

Coordinador del proyecto: J.W. Miles

Actividades principales

1. Recursos genéticos
2. Nuevos acervos genéticos de *Brachiaria*
3. Genética de la apomixis
4. Evaluación de la resistencia al salivazo
5. Diversidad genética en *Brachiaria*
6. Control genético de atributos clave
7. Adaptación edáfica
8. Resistencia al añublo foliar causado por *Rhizoctonia*
9. Evaluación de la resistencia viral
10. Dormencia de la semilla
11. Hongos endofíticos en las gramíneas tropicales
12. Almacenamiento del polen
13. Taller de *Brachiaria*

1. Recursos genéticos

Avances en 1994

Se completó la evaluación agronómica de 199 accesiones en Carimagua, y se seleccionaron 12 accesiones para iniciar la multiplicación de semilla para ensayos agronómicos en diversos sitios y para ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas.

Actividades propuestas para 1995

- Elaborar un informe final sobre los resultados de la evaluación agronómica, hecha en diversas localidades de América tropical, de las accesiones de germoplasma de *Brachiaria* que se adquirieron en una importante misión de recolección en África Oriental, en 1984-1985.
- Publicar un catálogo de la colección de *Brachiaria*.
- Iniciar la multiplicación de semilla de las 12 accesiones que se seleccionaron para ensayos agronómicos multilocalizados y para ensayos de pastoreo en pequeñas parcelas.
- Obtener un duplicado del juego de accesiones de *Brachiaria* que se sembraron en el ensayo de la Red en Brasil, con el fin de sembrarlas en Carimagua.
- Comenzar a evaluar el resto de las accesiones de la colección.

2. Nuevos acervos genéticos de *Brachiaria*

Avances en 1994

El proyecto de mejoramiento completó un tercer ciclo de selección y de recombinación; se evaluaron en el campo, en Carimagua y en Caquetá, un total de 2500 recombinantes híbridos de dos poblaciones. Se evaluaron siete híbridos apomicticos promisorios en la estación de CORPOICA La Libertad, cerca a Villavicencio, con la colaboración de Raúl Pérez y Alfonso Acosta.

Actividades propuestas para 1995

- Someter las poblaciones de mejoramiento a un ciclo adicional de selección.
- Incluir en los ensayos multilocalizados dos recombinantes híbridos promisorios para observaciones adicionales.

3. Genética de la apomixis

Avances en 1994

Un proyecto de tesis de pregrado, desarrollado con la Universidad Nacional de Colombia, identificó dos marcadores moleculares (RAPDs) ligados a un gen que condicionaba la apomixis en *Brachiaria*. Estos marcadores, además de observaciones recientes sobre la herencia de la sexualidad en poblaciones híbridas, aumentan sustancialmente nuestra creencia en el modelo monogénico propuesto para la herencia del modo reproductivo en *Brachiaria*.

Actividades propuestas para 1995

- Buscar mejores marcadores moleculares de la apomixis (es decir, que estén más estrechamente ligados), e incorporar esas herramientas en el trabajo de mejoramiento en curso para elevar su eficiencia.
- Validar los marcadores identificados hasta la fecha en las poblaciones adicionales de mapeo.
- Publicar los resultados de la investigación sobre la marcación del locus de la apomixis.

4. Evaluación de la resistencia al salivazo

Avances en 1994

Se han evaluado aproximadamente 200 accesiones adicionales por resistencia antibiótica al salivazo en condiciones controladas y en una infestación artificial en el invernadero. En la actualidad, se tiene información acerca de la reacción al salivazo de 400 accesiones.

Actividades propuestas para 1995

- Llenar la posición de entomólogo del Programa, a comienzos de 1995. Esta posición ha estado vacante durante más de 18 meses, situación que afectó notablemente el trabajo sobre la resistencia de *Brachiaria* al salivazo.
- Continuar la evaluación de rutina sobre la resistencia al salivazo de las accesiones de germoplasma y de los productos del proyecto de mejoramiento.
- Iniciar estudios sobre los mecanismos de resistencia al salivazo y los marcadores moleculares de los genes de resistencia; estos, a la vez, deben conducir a mejoras en la metodología de selección.

5. Diversidad genética en *Brachiaria*

Avances en 1994

Los estudios de diversidad genética en el género, basados en los caracteres morfológicos, el polimorfismo enzimático y los marcadores moleculares, comienzan a explicar las relaciones filogenéticas dentro de las especies de *Brachiaria* y entre las mismas. Se confirma aparentemente la existencia de un complejo agámico de biotipos sexuales y apomícticos relacionados en las especies *B. ruziziensis*, *B. decumbens* y *B. brizantha*.

Actividades propuestas para 1995

- Analizar los marcadores RAPD, las isoenzimas y los caracteres morfológicos, y publicar los resultados.
- Analizar la DIVMS de accesiones y de material híbrido, y publicar los resultados.

6. Control genético de atributos clave

Avances en 1994

Otro proyecto de tesis a nivel de maestría, con la Universidad Nacional de Colombia, produjo la primera evidencia de un importante componente genético de la resistencia al salivazo en *Brachiaria*. Se documentó un amplio rango de variación natural de casi 20 por ciento (51%-70%) en la calidad del forraje (DIVMS) dentro del grupo de especies al cual el programa de mejoramiento, tuvo acceso; se observó poca interacción con el ambiente. Estos resultados confirman el excelente potencial que existe para mejorar genéticamente la calidad del forraje, y lograr así un impacto en la productividad animal.

Actividades propuestas para 1995

- Empezar estudios más refinados sobre el control genético de la resistencia al salivazo, en vista del desarrollo de poblaciones híbridas.
- Generar material progenitor para estudiar la modificación del gen de la apomixis.

7. Adaptación edáfica

Avances en 1994

Un estudio hecho en invernadero identificó dos atributos como buenos indicadores de la adaptación edáfica: el área foliar específica y la acumulación total de nitrógeno foliar.

Actividades propuestas para 1995

- Establecer un experimento en Carimagua en que se evalúe la tolerancia de accesiones y de recombinantes híbridos a bajos niveles de N, P, y Ca, para refinar la metodología de evaluación de la adaptación edáfica y hacerla más rápida, eficiente y confiable.

8. Resistencia al añublo foliar por *Rhizoctonia*

Avances en 1994

Se desarrolló una metodología efectiva y confiable de inoculación artificial del añublo foliar por *Rhizoctonia*, tanto en condiciones de invernadero como en el campo. Se examinaron 43 accesiones utilizando esa metodología. Se encontraron altos niveles de resistencia sólo en un pequeño número de accesiones de *B. brizantha*.

Actividad propuesta para 1995

- Seleccionar accesiones avanzadas y material para trabajos de mejoramiento.

9. Evaluación de la resistencia viral

Actividades propuestas para 1995

- Recopilar información sobre la transmisión de virus por la semilla.
- Desarrollar un método de inoculación artificial.
- Evaluar el efecto del virus en el rendimiento de la semilla.

10. Dormencia de la semilla

Avances en 1994

Un estudiante de tesis de maestría, con la Universidad Nacional de Colombia (Palmira), estudió la dormencia de la semilla en *B. dictyoneura* cv. 'Llanero', buscando un método efectivo de superar la dormencia en cantidades comerciales de semilla.

Actividad propuesta para 1995

- Terminar el trabajo de tesis.

11. Hongos endofíticos en las gramíneas tropicales

Avances en 1994

Un investigador visitante, Dr. Koga, demostró que hay hongos endofíticos en gramíneas autóctonas. Los intentos de aislar esos hongos de las gramíneas del género *Brachiaria* indicaron que se requiere desarrollar una nueva metodología. Estos estudios formarán parte de un proyecto de 5 años que será financiado por el gobierno japonés.

Actividades propuestas para 1995

- Dependen de la asignación de fondos a través de JIRCAS.

12. Almacenamiento del polen

Actividad propuesta para 1995

- Mediante un proyecto de tesis de pregrado con la Universidad de Valle (Cali), desarrollar un medio para la germinación in vitro de polen de *Brachiaria*, e identificar condiciones de almacenamiento que conserven la viabilidad del mismo.

13. Taller de *Brachiaria*

Avances en 1994

En octubre de 1994, se celebró el Taller Internacional sobre la Biología, la Agronomía y el Mejoramiento de *Brachiaria* en la sede del CIAT. Participaron conferencistas invitados de 13 países de Africa, América, Asia, Australia y Europa.

Actividad propuesta para 1995

- Publicar en inglés (por el CIAT) y en portugués (por EMBRAPA) las memorias de este Taller que se encuentran actualmente en proceso de edición.

5. Acervos Genéticos Mejorados de Especies Forrajeras de *Arachis*

Justificación

Arachis pintoi es la primera leguminosa herbácea tropical que presenta alta productividad y persistencia a largo plazo cuando se asocia con gramíneas estoloníferas vigorosas en los trópicos húmedo y subhúmedo. Tiene también potencial como cobertura verde para controlar las malezas y para mejorar el suelo. Sin embargo, el actual desarrollo de *A. pintoi* como una leguminosa forrajera comercial se basa fundamentalmente en un solo genotipo. Aunque esta línea es muy exitosa, tiene ciertas limitaciones, tales como un establecimiento lento y una limitada tolerancia a la sequía. Se deben adquirir y evaluar otras accesiones para ampliar el rango de adaptación de *A. pintoi* y asegurar que hayan genes resistentes disponibles para posibles brotes de enfermedades e insectos. Es necesario evaluar la resistencia de todas las accesiones potencialmente promisorias de *A. pintoi* respecto a las enfermedades e insectos que afectan el maní común (*Arachis hypogaea*). Igualmente, respecto a otros problemas que puedan surgir ya que las especies forrajeras de *Arachis* se encuentran más diseminadas y las áreas sembradas son más grandes. También se deben adquirir y evaluar otras especies del género *Arachis* que tienen potencial forrajero y que permitan ampliar el rango de *Arachis* en diferentes ambientes. Es importante mejorar nuestros conocimientos sobre la variabilidad genética en especies potencialmente útiles, para desarrollar programas de conservación *ex situ* e *in situ*. Muchas de las áreas cubiertas con este género están actualmente expuestas al desarrollo agrícola.

Las especies silvestres de *Arachis* tienen un uso potencial generalizado en las pasturas de gramíneas y leguminosas, o como cultivos de cobertura, tanto en los trópicos húmedo y subhúmedo como en el subtrópico. Pueden desempeñar un papel estratégico en los sistemas de agricultura sostenible, como cobertura del suelo y como fijadoras de nitrógeno. Los estudios *ex-ante* indican una alta tasa interna de retorno social (95%). Los beneficiarios serían los agricultores en los principales ecosistemas de los trópicos subhúmedo y húmedo. La distribución de los acervos genéticos mejorados se haría por intermedio de los SNIA.

Objetivos

- Extender el rango de adaptación de las especies forrajeras de *Arachis*, expandiendo la base genética disponible mediante la recolección y la evaluación.
- Asegurar la conservación mediante estudios sobre la biología de la población donde se evalúa la resistencia a enfermedades e insectos.
- Mejorar la utilidad de esas especies mediante prácticas de establecimiento más rápidas y confiables.

Coordinadores del proyecto: P.C. Kerridge y E.A. Pizarro

Actividades principales

1. Adquisición de germoplasma de *Arachis*
2. Evaluación en un amplio rango de condiciones ambientales
3. Tolerancia a enfermedades e insectos
4. Condiciones de manejo para un establecimiento rápido y un alto rendimiento
5. Condiciones óptimas de producción y almacenamiento de semilla de alta calidad
6. Distribución de especies silvestres de *Arachis*
7. Comportamiento reproductivo y compatibilidad de especies

1. Adquisición de germoplasma de *Arachis*

Avances en 1994

Durante el año se hicieron varios viajes de recolección al Brasil, junto con CENARGEN, y se obtuvieron 16 accesiones de *A. pinto*, además de accesiones de otras especies (Cuadro 1). Como resultado de esta actividad de adquisición conjunta con CENARGEN/EMBRAPA, el número de accesiones disponibles se aproxima a 100. Estas accesiones se están multiplicando con fines de conservación, distribución y evaluación en los Cerrados. Las 64 accesiones enviadas al CIAT ya pasaron su cuarentena, y están disponibles para evaluación.

Los resultados de los estudios de caracterización y diversidad genética se presentan en la sección de Recursos Genéticos.

Actividades propuestas para 1995

- Realizar en febrero otro viaje de recolección de *A. pinto*, con énfasis en regiones con una época seca larga, y multiplicar el material recolectado. El CENARGEN enviará al CIAT el germoplasma recolectado en 1994.
- Formular una estrategia de recolección de otras especies de *Arachis* que tengan potencial forrajero.
- Desarrollar accesiones de especies que sean diferentes a *A. pinto*, y multiplicarlas para un ensayo multilocalizado.

2. Evaluación en un amplio rango de condiciones ambientales

Avances en 1994

En Brasil se evaluaron alrededor de 50 nuevas accesiones de *A. pinto*. Se presentaron grandes diferencias en la tasa de cobertura (30% a 100% en 12 semanas), en el desarrollo de raíces secundarias a finales del primer año (3 veces) y en la producción de semilla (0 a 4000 kg/ha).

Una nueva accesión (BRA-031143/CIAT 22160) ha persistido durante cuatro épocas secas en Planaltina, Brasil; retuvo el 15% de sus hojas verdes durante la estación seca y ha demostrado que se recupera rápidamente una vez que comienzan las lluvias.

Cuadro 1. Germoplasma de *Arachis* recolectado durante 1994 en Brasil por EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT.

Secciones/especies	Regiones								
	N	NE	CENTRAL			SE		S	
	A	BA	GO	MT	MS	MG	SP	PR	RS
ARACHIS									
<i>A. hypogaea</i>	-	-	-	-	8	-	-	-	2
<i>A. decora</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. kuhlmannii</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>A. valida</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-
CAULORRHIZAE									
<i>A. pintoii</i>	-	4	-	-	-	12	-	-	-
<i>A. repens</i>	-	-	-	-	-	8	-	(2)	-
ERECTOIDES									
<i>A. aracheri</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>A. benthamii</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>A. oteroi</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>A. paraguariensis</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>A. stenophylla</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
EXTRANERVOSAE									
<i>A. lutescens</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>A. macedoi</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. retusa</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
HETERANTHAE									
<i>A. dardanii</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. pusilla</i>	-	6	-	-	-	3	-	-	-
<i>A. sylvestris</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Arachis</i> sp. (Montalvania)	-	-	-	-	-	1	-	-	-
PROCUMBENTES									
<i>A. lignosa</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>A. vallsii</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
RHIZOMATOSAE									
<i>A. burkartii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>A. glabrata</i>	-	-	2	1	14	-	1	-	-
<i>A. pseudovillosa</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-
TRIERECTOIDES									
<i>A. guaranitica</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-
THRISEMINATAE									
<i>A. triseminata</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Total/Estado	6	13	4	1	41	25	1	2	1

En Costa Rica, el desempeño de las accesiones CIAT 18744 y CIAT 18748 ha sido superior al de CIAT 17434 (liberado como cultivar) en las pasturas en asociación con gramíneas y cuando se usa como cobertura.

En Colombia se sembraron 27 accesiones de *A. pinto* y 5 de *A. repens* en seis sitios del trópico húmedo, de las sabanas y de las laderas más secas para evaluar la interacción genotipo x ambiente.

Actividad propuesta para 1995

- Continuar con la evaluación de nuevas especies a medida que estén disponibles como resultado del proceso de recolección en Brasil o después de su cuarentena en Colombia. En la actualidad hay 35 nuevas accesiones disponibles en Colombia.

3. Tolerancia a enfermedades e insectos

Avances en 1994

Se observó una alta incidencia de antracnosis tanto en Carimagua como en Caquetá, Colombia, en aquel material que se propagó vegetativamente.

Actividades propuestas para 1995

- Iniciar un programa en el que se evaluará la resistencia a enfermedades de todas las accesiones de *Arachis*, después de determinar los protocolos apropiados de inoculación. Se hará énfasis en dos enfermedades: antracnosis y mancha foliar por *Cercospora*. Se establecerán contactos con los patólogos de ICRISAT.

4. Condiciones de manejo para un establecimiento rápido y para altos rendimientos

Avances en 1994

En un experimento de campo en Carimagua, se demostró nuevamente que el establecimiento es mucho más rápido con el uso adecuado de fertilizante fosforado, ya sea con pequeñas cantidades colocadas debajo de la semilla o con grandes cantidades aplicadas a voleo.

Parece ser ventajoso sembrar *Arachis* junto con otras leguminosas que tienen un establecimiento más rápido, como *Stylosanthes* o *Centrosema*.

Actividades propuestas para 1995

- Uno de los principales obstáculos para el uso de *Arachis* es el costo involucrado en su establecimiento debido al alto costo de la semilla (que es de aproximadamente US\$25/kg), y que hace que el establecimiento actual sea lento. Por tanto, se debe considerar el uso de maquinaria que coloque la semilla adecuadamente, reduciendo así los costos de establecimiento, o el uso de material vegetativo a partir de semilleros.

5. Condiciones óptimas de producción y de almacenamiento de semilla de alta calidad

Avances en 1994

El seguimiento de la semilla patrón en condiciones de almacenamiento a temperaturas frescas indica que hay una rápida disminución en la germinación después de 2 años. En algunas ocasiones, esto parece relacionarse con infecciones fúngicas.

En la actualidad, un estudiante de maestría de la Universidad Nacional de Colombia, Palmira, está a cargo del seguimiento del almacenamiento de semilla en condiciones diferentes.

Actividades propuestas para 1995

- Continuar con el seguimiento del experimento sobre semilla.
- Hacer un seguimiento de los efectos que con el tiempo tienen los patógenos en la calidad de la semilla.
- Establecer un experimento que muestre la diferencia en la producción de semilla entre las siembras hechas con material vegetativo y las hechas con semilla.

6. Distribución de especies silvestres de *Arachis*

Actividades propuestas para 1995

Las actividades dependerán de la financiación total de una propuesta de un proyecto conjunto entre CENARGEN, ICRISAT y CIAT.

7. Comportamiento reproductivo y compatibilidad de especies

Actividad propuesta para 1995

- Diseñar experimentos que se puedan realizar con la ayuda de estudiantes de pregrado provenientes de universidades locales.

6. Desarrollo de Cultivares de *Stylosanthes* que Sean Persistentes

Justificación

Stylosanthes guianensis es una leguminosa forrajera diferente, con una amplia distribución natural en toda América del Sur tropical y subtropical. La especie es una de las leguminosas forrajeras más importantes de Australia y de América del Sur.

Una de las principales limitaciones para su uso generalizado como especie forrajera tropical es la antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. En Colombia se han registrado pérdidas de materia seca en *S. guianensis* entre 64% y 100%. El patógeno presenta una considerable variación en morfología y en patogenicidad. En Australia se han descrito dos biotipos separados del patógeno, designados como A y B, como los causantes de los síntomas de antracnosis en las especies de *Stylosanthes* en ese país. El biotipo A infecta la mayoría de las especies del género *Stylosanthes*, pero el biotipo B infecta sólo a *S. guianensis*. Se han identificado cuatro razas fisiológicas del biotipo B en un conjunto de diferenciales que incluye cuatro cultivares de *S. guianensis*: Endeavour, Graham, Cook y CPI 18750. Este conjunto de diferenciales, sin embargo, no es de mucha utilidad para los aislamientos más complejos y variados de *C. gloeosporioides* de América del Sur. Muy poco se conoce acerca de la composición de las razas de la población de patógenos sudamericanos, principalmente porque faltan cultivares y/o accesiones diferenciales apropiadas. Para que los programas de mejoramiento sean efectivos, es esencial conocer la forma en que las razas de los aislamientos patogénicos se especialicen entre los diferenciales apropiados y se distribuyan geográficamente. De esta manera, se pueden usar estrategias de despliegue de genes precisas para desarrollar cultivares con una resistencia estable contra la antracnosis en condiciones de campo.

Las reacciones de varias accesiones y de líneas endogámicas de diferente morfología a los aislamientos del patógeno, recolectados en diversas regiones, se utilizaron para continuar la selección de genotipos hospedantes que muestren una capacidad diferencial. Sin embargo, todavía se desconoce la identidad (el número y las particularidades) del gene (o de los genes) que confiere la resistencia a la antracnosis en cada genotipo hospedante.

Además de la resistencia a la antracnosis, otros componentes que contribuyen a la persistencia de un cultivar en los sistemas de pastoreo son un alto rendimiento de semilla y un buen vigor de la plántula.

Objetivos

- (i) Determinar la variabilidad del patrón de virulencia de los aislamientos de *C. gloeosporioides* provenientes de América del Sur.
- (ii) Reunir un grupo de genotipos de *S. guianensis* que diferencien las razas fisiológicas del patógeno.
- (iii) Identificar las fuentes de resistencia a la antracnosis.
- (iv) Desarrollar germoplasma de *Stylosanthes* con alto rendimiento de semilla, buen vigor de la plántula y resistencia a la antracnosis.

Coordinadora del proyecto: S. Kelemu

Actividades principales

1. Evaluar los genotipos de *Stylosanthes*.
2. Establecer nuevos acervos génicos de *Stylosanthes*, con resistencia a la antracnosis y alta productividad.
3. Caracterizar los aislamientos representativos de *C. gloeosporioides*, con base en sus patrones de patogenicidad en los diferenciales y las líneas endogámicas existentes.
4. Caracterizar los aislamientos, con base en los marcadores moleculares y en el análisis bioquímico.
5. Realizar estudios epidemiológicos.
6. Estudiar el rendimiento de la semilla y la persistencia de las plantas.
7. Identificar un antibiótico que codifique la clonación de los genes y las transformaciones de las plantas.
8. Identificar nuevas enfermedades.

1. Evaluar los genotipos de *Stylosanthes*

Avances en 1994

Se están examinando 250 accesiones de *S. guianensis* por su resistencia a la antracnosis en Carimagua. Se ha hecho una selección de las seis accesiones más tolerantes para evaluaciones y caracterizaciones adicionales.

Actividades propuestas para 1995

- Continuar la selección de accesiones de germoplasma de la colección.
- Reunir un conjunto de las accesiones y los híbridos más promisorios para la evaluación a nivel regional.

2. Establecer nuevos acervos génicos de *Stylosanthes* con resistencia a la antracnosis y alta productividad

Avances en 1994

En Carimagua, seis nuevos materiales híbridos de *S. guianensis* mantienen una alta resistencia a la antracnosis; en el momento, éstos están en proceso de multiplicación para ensayos regionales.

Actividades propuestas para 1995

- Se evaluarán nuevos materiales híbridos en ensayos regionales, y se sembrarán acervos génicos representativos en cuatro sitios para estudiar la epidemiología de la antracnosis.

3. Caracterización de aislamientos representativos de *C. gloeosporioides* con base en los patrones de patogenicidad

Avances en 1994

Se seleccionó un conjunto de genotipos diferenciales de *Stylosanthes*, con base en la capacidad diferenciadora en sus interacciones con 45 aislamientos de *C. gloeosporioides*, que se recolectaron de diversas localidades y de diferentes genotipos hospedantes. Los 45 aislamientos se agruparon en 32 patotipos en esos diferenciales, en comparación con 9 grupos en los 4 diferenciales australianos que se usan en la actualidad (Cuadro 1).

Noventa aislamientos se "tipificaron por raza" en genotipos hospedantes diferenciales que se reunieron recientemente.

Los resultados muestran que los aislamientos sudamericanos son más complejos y diversos en su patogenicidad que los aislamientos australianos.

Actividades propuestas para 1995

- Recolectar aislamientos más representativos de los diversos ecosistemas y regiones geográficas, y analizarlos respecto a su patogenicidad en los diferenciales.

4. Caracterización de aislamientos con base en los marcadores moleculares y en el análisis bioquímico

Avances en 1994

Se recolectaron, se recuperaron y se mantuvieron en buenas condiciones aislamientos puros representativos de *C. gloeosporioides* para estudios bioquímicos y moleculares, así como para pruebas de patogenicidad.

Se sometieron 130 aislamientos de *C. gloeosporioides* a análisis RAPD para medir la diversidad genética y la posible correlación con el espectro de virulencia.

Se iniciaron los protocolos para el análisis bioquímico (por ejemplo, los ensayos enzimáticos de degradación de la pared celular).

Actividades propuestas para 1995

- Realizar análisis RFLP y RAPD en un mayor número de aislamientos.
- Analizar aislamientos respecto a la producción extracelular de enzimas.

5. Estudios epidemiológicos

Avances en 1994

Se instalaron sensores de seguimiento en cuatro sitios en el campo (dos en Colombia, dos en Brasil) donde se sembraron poblaciones de mejoramiento avanzado y genotipos seleccionados de *Stylosanthes*. Se hizo un seguimiento del avance de la enfermedad en los diferentes genotipos hospedantes, y se llevó un registro de datos climáticos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Reacción de los cultivares diferenciales existentes de *Stylosanthes guianensis* a los aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* de América del Sur^a.

Número de aislamiento																																															
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	6	6	6	6	6	6	6	3	6	6	3	1	2	0	4	6	6	3			
	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	0	1	1	1	1	3	0	1	3	3	6	6	1	0	2	3			
	3	1	3	1	3	1	9	6	2	9	9	4	4	8	2	4	0	7	4	4	6	1	2	7	3	2	3	8	3	9	7	3	7	9	7	6	1	6	7	2	4	0	6	0	9		
	5	4	4	9	2	3	4	6	5	2	7	5	0	2	4	6	9	6	1	7	2	8	8	9	1	2	2	1	3	3	3	7	2	1	3	4	2	6	2	2	3	1	5	2	3		
	b												b												b						b																
Diferencial																																															
Endeavour	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R			
Graham	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Cook	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	
CPI 18750	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

a. Reacción de las plántulas: R = reacción resistente, incompatible, sin síntomas visibles de antracnosis o con un área foliar infectada de menos de o igual a 1%; S = reacción susceptible, compatible, con un área foliar infectada de más del 1%.

Cuadro 2. Datos sobre la severidad de la antracnosis¹ en plantas de *S. guianensis* cerca de la estación meteorológica (CPAC/1994)².

Accesiones	Meses									
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
cv. Mineirão	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5	0.6	0.4	0.5	0.3
cv. Bandeirante	1.0	0.6	0.5	0.8	0.3	0.8	1.2	2.0	2.0	1.5
BRA 038625	1.1	1.1	1.0	1.9	2.0	2.0	2.2	2.8	2.8	3.2
BRA 036455	4.2	4.7	2.0	1.6	1.2	1.0	0.5	2.0	1.6	1.8
BRA 037907	2.8	6.0	5.5	6.2	3.9	4.0	3.7	4.0	3.7	4.2
BRA 038041	5.8	6.4	4.6	2.4	5.4	4.1	3.7	3.8	seco	seco

1. Con base en una escala de clasificación de la enfermedad foliar de 0 a 9.
2. Con la colaboración del Dr. María José Charchar, CPAC/EMBRAPA.

Actividad propuesta para 1995

- Continuar con el seguimiento del avance de la enfermedad, junto con la recolección de los datos climáticos en los cuatro sitios.

6. Estudiar el rendimiento de la semilla y la persistencia de las plantas

Avances en 1994

Se han desarrollado poblaciones avanzadas de *S. guianensis* de alto rendimiento de semilla a través de varios ciclos de selección (Cuadro 3). Sin embargo, no hay información sobre el rendimiento de semilla bajo pastoreo y, especialmente, sobre la semilla que esta especie acumula como reserva en el suelo.

La baja persistencia puede deberse a la corta vida de las plantas de primera generación, a la falta de producción de semilla bajo pastoreo y/o a la incapacidad de *Stylosanthes* de restablecerse, en pasturas de gramíneas maduras, a partir de las reservas de semilla en el suelo debido al bajo vigor de las plántulas.

En 1994 se iniciaron dos experimentos para estudiar aspectos de la persistencia bajo pastoreo. En uno de ellos, se sembró la semilla de varias líneas de *Stylosanthes* y de otras leguminosas en pasturas viejas de diferentes especies de gramíneas sometidas a pastoreo continuo. Cada mes se midieron el establecimiento y la supervivencia de las plantas. La germinación fue muy variable entre los sitios sembrados de gramíneas, pero hubo una alta supervivencia de las plántulas durante los seis meses de la época húmeda, excepto en *B. decumbens*.

El segundo experimento estudió el efecto de la gramínea asociada y los nutrimentos en la persistencia de *S. capitata* y de otras tres leguminosas en un suelo arenoso, donde antes, todas

las leguminosas con *B. dictyoneura* habían presentado una persistencia pobre, pero donde la persistencia de *S. capitata* con *B. decumbens* fue buena. En ese experimento se están colocando etiquetas a las plantas y se está midiendo la producción de semilla bajo pastoreo.

Cuadro 3. Rendimiento de la semilla de los genotipos de *Stylosanthes guianensis* en un ensayo de parcela en surcos.

Introducción (ID)	Rendimiento media de semilla limpia (g/parcela)	N
FM-103	0.23 (0.09)*	4
FM-104	0.26 (0.13)	4
FM0186/06	1.03 (0.16)	4
FM9205/04	9.36 (0.76)	4
FM-23	9.54 (0.00)	1
FM9205/05	13.63 (1.40)	4
FM9205/06	18.55 (2.31)	3
LINEA 41	19.43 (2.12)	4
FM-20	22.93 (3.20)	4
LINEA 44	23.57 (3.16)	3
FM9205/03	34.95 (6.02)	4
FM9205/02	37.98 (4.19)	4

* Los números entre paréntesis corresponden al error estándar.

Cuadro 4. Supervivencia de las plántulas de especies de *Stylosanthes* sembradas en diferentes gramíneas (plantas/m²).

Especies	<i>B. dictyoneura</i>		<i>B. decumbens</i>		<i>A. gayanus</i>	
	Julio	Dic.	Julio	Dic.	Julio	Dic.
<i>S. guianensis</i> L1	140	45	26	3	65	27
<i>S. guianensis</i> L2	148	93	22	9	67	25
<i>S. capitata</i>	75	24	18	3	46	31

Actividad propuesta para 1995

- Continuar los experimentos establecidos en 1994.

7. Antibiótico que codifique la clonación de los genes y protocolos de transformación de las plantas

Avances en 1994

Se ha clonado un fragmento de ADN del tamaño de 6 Kb, con actividad antifúngica/antibacteriana, en un vector 'pBluecript' de una bacteria aislada de semillas de *Stylosanthes*.

Se establecieron los protocolos de regeneración de la planta para *Stylosanthes* y otras leguminosas forrajeras tropicales importantes.

Actividades propuestas para 1995

- Desarrollar plantas transgénicas, utilizando un gene extraño —o varios— incluyendo una proteína que inactiva el ribosoma (RIP) de cebada.

8. Identificar nuevas enfermedades

Avances en 1994

En Brasil y en Colombia se ha observado frecuentemente una enfermedad problemática sobre la cual se conoce poco: la muerte descendente. Esta arrasa las plantas de *Stylosanthes*. Se completó el postulado de Koch para relacionar la causa de esta desconocida y severa enfermedad en *Stylosanthes* con un hongo en cultivo puro.

Actividad propuesta para 1995

- Investigar la identidad exacta del hongo.

7. Desarrollo de Acervos de Genes de *Centrosema* que sean Resistentes al Añublo Foliar

Justificación

Centrosema contiene varias especies de alto valor forrajero, que tienen capacidad para desarrollarse bien en asociación con gramíneas tropicales. A veces, su persistencia es baja porque es deficiente el desarrollo de la semilla bajo pastoreo. Una de estas especies, *C. brasilianum*, tiene alta producción de semilla, pero es severamente afectada por el añublo foliar causado por *Rhizoctonia solani*, que también es una enfermedad importante de otras especies de *Centrosema*. Se ha encontrado resistencia en otras especies compatibles, y hace poco se desarrolló un método de inoculación artificial reproducible. Esta había sido una de las limitaciones a la selección por resistencia al añublo foliar. Por tanto, ahora es factible desarrollar acervos de genes de *Centrosema* que tengan alto rendimiento de semilla y que sean resistentes al añublo foliar. Es necesario identificar fuentes de resistencia en el hospedante antes de desarrollar acervos de genes de *Centrosema* que tengan resistencia al añublo foliar. El desarrollo exitoso de líneas de *C. brasilianum* con alto rendimiento de semilla y resistentes al añublo foliar sería un preludio no sólo para un mayor rendimiento de semilla sino para una mayor resistencia a enfermedades en otras especies de *Centrosema* que tienen alto potencial agronómico.

Objetivo

Desarrollar líneas de *C. brasilianum* resistentes al añublo foliar, mientras se mantienen el rendimiento alto de semilla y otras características agronómicas deseables.

Coordinador del proyecto: J.W. Miles

Actividades principales

1. Desarrollo de un método mejorado de inoculación para evaluar la resistencia al añublo foliar.
 2. Identificación de fuentes de resistencia en el germoplasma de *Centrosema*.
 3. Incorporación de resistencia con otros rasgos agronómicos deseables.
-
1. **Desarrollo de un método mejorado de inoculación para evaluar la resistencia al añublo foliar**

Avances en 1994

Se desarrolló un procedimiento confiable de inoculación para *Rhizoctonia*.

2. **Identificación de fuentes de resistencia en el germoplasma de *Centrosema***

Actividades propuestas para 1995

- Determinar el grado de resistencia factible mediante la evaluación del material proveniente de cruzamientos entre *C. brasilianum* y *C. tetragonolobum*. Se discontinuará este proyecto como tal, pero el trabajo continuará bajo el Proyecto de *Stylosanthes*.

8. Especies Forrajeras con Alto Valor Nutritivo

Justificación

Las plantas forrajeras tienen usos múltiples (i.e., como fuente de alimento, para mejorar el suelo, para controlar la erosión) en los sistemas de producción agropecuaria del trópico. Sin embargo, la adopción de nuevas especies forrajeras por los productores está determinada, en gran medida, por su efecto benéfico en la producción animal (i.e., ganancia de peso, producción de leche). Como consecuencia, es necesario caracterizar las nuevas especies forrajeras según los factores de calidad y anti-calidad (i.e., taninos) que posean.

Algunas leguminosas herbáceas y arbustivas tienen altos niveles de taninos condensados, pero no se ha definido claramente el efecto de éstos en la nutrición animal respecto a las especies tropicales. Para desarrollar métodos de selección por la presencia de taninos en leguminosas tropicales, es necesario conocer mejor su efecto en el consumo, la digestibilidad y la utilización de la proteína por los rumiantes. Se debe evaluar también el efecto que tienen los factores ambientales en la calidad del forraje cuando se evalúen nuevas especies forrajeras.

Los resultados de este proyecto ayudarán a definir "nichos" ecológicos así como la contribución potencial de nuevas especies forrajeras en diversos sistemas de producción animal del trópico.

Objetivo

Determinar el valor nutritivo y el potencial forrajero de nuevas especies de gramíneas y leguminosas seleccionadas para suelos ácidos en zonas subhúmedas y húmedas del trópico.

Coordinador del proyecto: C. E. Lascano

Actividades principales

1. Métodos de selección de leguminosas forrajeras por presencia de taninos y de otros polifenoles.
2. Conocimiento sobre el efecto del ambiente en el valor nutritivo de especies forrajeras seleccionadas.
3. Ecotipos de especies forrajeras con alto potencial para aumentar la producción animal.

1. Métodos de selección por presencia de taninos y otros polifenoles

Avances en 1994

La caracterización de un gran número de accesiones de diferentes especies de leguminosas arbustivas mostró grandes diferencias, tanto entre las especies como dentro de ellas, en el contenido de proteína, digestibilidad in vitro y nivel de taninos condensados. Accesiones de *Desmodium velutinum* y *Cratylia argentea* mostraron niveles aceptables de digestibilidad, que se relacionaron con la ausencia de taninos. Otras especies de leguminosas arbustivas (*Codariocalyx gyroides*, *Dendrodolobium* spp., *Flemingia macrophylla* y *Tadehagi* spp.) presentaron una baja digestibilidad, que se asoció parcialmente ($r = -0.4$ a -0.8) con el nivel de taninos condensados. Por tanto, la baja digestibilidad de algunas leguminosas arbustivas no sólo se debe a la presencia de taninos condensados, sino posiblemente a otros polifenoles no astringentes que se encuentran asociados con la pared celular.

En la caracterización del valor nutritivo de algunas leguminosas arbustivas se encontró que la actividad biológica de los taninos (i.e., su capacidad de reaccionar con proteínas) se correlacionó más con el tipo de taninos (i.e., peso molecular) que con el nivel de los mismos. Se encontró también que el método de procesamiento de las muestras afectó la distribución de los taninos en la planta (i.e., solubles o ligados a proteína y fibra). La liofilización de las muestras de forraje fue el mejor método de secado.

Se estudió el efecto de diferentes niveles de taninos en el consumo y la utilización del nitrógeno en rumiantes —en este caso, ovinos— alimentados con *Desmodium ovalifolium* que se había tratado con diferentes niveles de polietileno-glicol (PEG), el cual liga taninos solubles. Cuando el nivel de taninos en la MS de la leguminosa se redujo de 5% a 2%, el consumo voluntario aumentó (21%), los niveles de amonio ruminal se incrementaron, y la eficiencia de utilización de la proteína consumida fue mayor. Sin embargo, un efecto benéfico de los taninos fue disminuir la degradación de las proteínas en el rumen, lo cual resultó en proteína sobrepasante al intestino delgado. Este efecto se confirmó en estudios posteriores en los cuales se suministró a ovinos leguminosas con taninos (*F. macrophylla*) y sin taninos (*C. argentea*), solas y en mezcla. La mezcla de leguminosas (2% de taninos en la dieta) incrementó el flujo de nitrógeno al duodeno en 20% en comparación con la leguminosa sola (sin taninos), aunque la digestibilidad disminuyó con la mezcla de leguminosas. Parece ser que bajos niveles (1%-2%) de taninos en leguminosas tropicales ayudarían a proteger la proteína ruminal sin afectar el nivel de consumo voluntario de forraje. El suministro de mezclas de leguminosas tropicales es una manera práctica de diluir los taninos, pero se debe prestar atención a los niveles de digestibilidad de las leguminosas que se utilicen en la mezcla.

En general, los resultados obtenidos hasta la fecha indican que en el desarrollo de métodos de selección de leguminosas tropicales con taninos se deben tener en cuenta los siguientes factores: 1) método de secado, 2) nivel y tipo de taninos presentes, y 3) polifenoles no astringentes asociados con la degradabilidad de la pared celular.

Actividades propuestas para 1995

- Resumir e interpretar los resultados de un ensayo diseñado para medir el efecto del nivel de taninos de leguminosas contrastantes (*D. ovalifolium* y *F. macrophylla*) en el consumo voluntario y en la eficiencia de uso del nitrógeno por ovinos (tesis de maestría).
- Ajustar un método de laboratorio para separar el efecto de los taninos en la degradación de proteína de su efecto en la digestibilidad de fibra, en leguminosas tropicales.
- Dar seguimiento a un proyecto sometido a consideración de ODA, para estudiar, junto con científicos del Reino Unido (IGER), la estructura química de los taninos y las características y la degradación de la pared celular en *D. ovalifolium*.

2. Conocimiento del efecto del ambiente en la calidad nutritiva de especies forrajeras seleccionadas

Avances en 1994

En colaboración con el fitomejorador del Programa de Forrajes Tropicales, se evaluó la digestibilidad in vitro de 20 genotipos de *Brachiaria* spp. sembrados en tres sitios de Colombia, de suelos y climas que contrastaban entre sí (Palmira, Quilichao y Carimagua). Los resultados mostraron que la varianza en digestibilidad debida al genotipo de *Brachiaria* fue cuatro veces mayor que la varianza asociada con la interacción genotipo x ambiente. La estabilidad de la digestibilidad a través de los ambientes, junto con la alta variabilidad de este atributo entre accesiones de una misma especie, sugieren que factible seleccionar genotipos de *B. decumbens* y *B. brizantha* por mayor calidad nutritiva.

Estudios con leguminosas de clima templado han demostrado que el nivel de taninos aumenta cuando hay deficiencias de nutrientes en el suelo, pero disminuye en condiciones de estrés hídrico. Estos efectos ambientales en los taninos no han sido debidamente cuantificados en las leguminosas tropicales. Por lo tanto, en 1994 se diseñó un experimento multilocacional (en zonas de ladera del Cauca, en la región cafetera, en Florencia y en los Llanos Orientales) para medir el efecto de la interacción genotipo x ambiente en la productividad, la calidad y la aceptabilidad de *D. ovalifolium* por el ganado. Para el experimento se seleccionaron 20 ecotipos de *D. ovalifolium* tomando como criterios su origen y algunos atributos agronómicos; estos ecotipos se incluyeron en un programa de multiplicación de semilla. El ensayo, financiado por BMZ-Alemania, se iniciará en 1995 y formará parte de una tesis de doctorado (estudiante alemán) y de una tesis de maestría (estudiante colombiano).

Actividades propuestas para 1995

- Establecer ensayo multilocacional con genotipos de *D. ovalifolium* e iniciar mediciones.
 - Medir la calidad nutritiva de genotipos de *Arachis pinto* sembrados en diferentes ambientes de Colombia (Florencia, Llanos Orientales, Cauca).
- 3. Ecotipos de especies forrajeras de valor nutritivo y potencial para la producción animal altos**

Avances en 1994

En la estación de CIAT-Quilichao se está midiendo la producción de leche en pasturas de gramínea (*B. dictyoneura*) sola y asociada con un híbrido de *Stylosanthes guianensis* que fue seleccionado por su resistencia a la antracnosis y por mayor producción de semilla. En el ensayo se incluyó también una asociación de la gramínea con *C. macrocarpum* (CIAT 5713) como testigo positivo. La producción de leche en los primeros ciclos de pastoreo (ver cuadro) aumentó significativamente cuando las vacas pastaron pasturas asociadas, particularmente con *S. guianensis*. Sin embargo, la respuesta en producción de leche fue mayor en vacas de mediano potencial de producción de leche (sangre Holstein) en comparación con vacas cruzadas de menor potencial de producción de leche. Estos resultados confirman hallazgos anteriores y sugieren que el aumento en la producción de leche en pasturas comerciales a base de leguminosas estará determinado, en alguna medida, por el potencial genético de las vacas.

Producción de leche de vacas en pasturas de gramínea pura y asociada con leguminosas (datos inéditos).

Pasturas*	Producción de leche (kg/UA por día)	
	Vacas cruzadas*	Vacas Holstein*
<i>B. dictyoneura</i>	4.8	4.9
<i>B. dictyoneura</i> + <i>C. macrocarpum</i>	5.5	7.0
<i>B. dictyoneura</i> + <i>S. guianensis</i> (híbrido)	6.1	7.9
Diferencia (%)	14-27	43-61
DMS (P<0.05)		0.8
ESM (N=3)		0.2

* Interacción pastura x vaca (P < 0.05)

En CIAT-Quilichao se establecieron dos ecotipos de *P. maximum* solos y en asociación con leguminosas, para medir la producción de leche. Estos ecotipos habían sido seleccionados en Carimagua por su adaptación a suelos ácidos y se incluyeron además en un ensayo de pastoreo colaborativo con CORPOICA en Carimagua en el que se va a medir la ganancia de peso. El establecimiento de *P. maximum* fue exitoso en Quilichao, pero no en Carimagua, por razones que no se han esclarecido plenamente.

En la estación CIAT-Quilichao, vacas que pastoreaban *B. dictyoneura* recibieron como suplemento la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea*, en las épocas lluviosa y seca. La producción de leche aumentó ligeramente en ambas estaciones (8% y 13%, respectivamente). La suplementación con *C. argentea* podría tener mayor efecto en la producción de leche en pasturas con menor cantidad y calidad de forraje en comparación con las pasturas que se utilizaron en nuestros estudios.

Actividades propuestas para 1995

- Iniciar la evaluación de *P. maximum* seleccionado para suelos ácidos, solo y en asociación con leguminosas, empleando vacas lecheras (Quilichao).
- Resembrar ecotipos de *P. maximum* en un ensayo de pastoreo en Carimagua.
- Medir el efecto de la suplementación con *C. argentea* en la producción de leche de vacas en pasturas con diferente disponibilidad de forraje.
- Colaborar en un ensayo de pastoreo en la estación de IVITA, en Pucallpa, Perú, para evaluar el efecto de *A. pintoii* en producción de leche.
- Evaluar el efecto de mezclas de leguminosas con y sin taninos y con digestibilidad contrastante en el consumo de gramíneas de baja calidad por ovinos.
- Evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación de *C. argentea* en el consumo y la digestibilidad de ovinos alimentados con una gramínea de baja calidad (tesis de pre-grado).

9. Atributos de Adaptación de Especies Forrajeras a Suelos Infértiles

Justificación

El uso de especies forrajeras adaptadas a suelos de baja fertilidad es una de las formas más efectivas de manejar estos suelos. El avance ininterrumpido en la selección y el mejoramiento genético de especies forrajeras dependerá del desarrollo de técnicas rápidas y confiables que faciliten la selección de grandes números de genotipos por su tolerancia a los suelos ácidos de baja fertilidad. El escaso suministro de nutrimentos es una de las principales limitaciones de la adaptación y producción de especies forrajeras en los suelos ácidos del trópico. Las plantas adaptadas tienen atributos que están ligados a las formas de adquirir esos nutrimentos en un ambiente de pH bajo y de Al alto. Es esencial conocer esas formas para desarrollar procedimientos de selección más eficientes.

El uso de germoplasma forrajero adaptado reduce la cantidad requerida de fertilizante, pero no elimina la necesidad de aplicar fertilizantes. Estudios anteriores indicaron que en suelo infértil las leguminosas forrajeras adaptadas absorben mayor cantidad de P y de Ca, por unidad de longitud de la raíz, que las gramíneas. Estas últimas tienen mayor capacidad de utilizar el N, el P y el Ca adquiridos por la planta, en términos de materia seca producida por unidad de nutrimento absorbido. Se debe estudiar el grado de variación entre las especies y dentro de ellas en relación con la satisfacción de los requerimientos de nutrimentos minerales de los rumiantes. Si se conoce no sólo esa variación en la calidad del forraje de las gramíneas, en condiciones de baja disponibilidad de nutrimentos, sino la relación de los parámetros de nutrición vegetal a los parámetros de nutrición animal, se facilitará la selección por calidad de forraje en el programa de mejoramiento de *Brachiaria*.

El crecimiento y la renovación de las raíces son dos componentes clave en los estudios sobre el reciclaje de nutrimentos en las pasturas y la captación y acumulación de carbono en el suelo profundo. Además de la absorción y el reciclaje de nutrimentos, los sistemas de raíces profundas pueden contribuir también a la captación y acumulación de carbono en el suelo. ¿Serán éstas las principales funciones de los extensos sistemas de raíces que poseen muchas de las gramíneas (*Brachiaria* spp.) y leguminosas (*Arachis* spp.) tropicales introducidas? Muchas de las leguminosas que se adaptan bien a los factores de estrés edáfico, climático y biótico no persisten en asociación con gramíneas vigorosas. Es necesario definir mejor los atributos de la persistencia. Se da considerable importancia al aporte de N de las leguminosas a la producción animal sostenible en asociaciones estables de gramíneas y leguminosas. Aunque gran parte del N fijado se puede relacionar con el crecimiento de la leguminosa, las condiciones ambientales y algunos macronutrimentos (por ejemplo, el Ca) y micronutrimentos (por ejemplo, el Mo) pueden afectar esa fijación.

Objetivos

- (i) Identificar los atributos de la planta que confieren tolerancia a suelos de baja fertilidad y que contribuyan a una absorción y utilización eficientes de los nutrimentos para así desarrollar procedimientos confiables de selección.
- (ii) Investigar el papel que desempeñan las raíces en el reciclaje de nutrimentos y en la captación de carbono.
- (iii) Identificar las condiciones que conducen a asociaciones estables de gramíneas y leguminosas.

Coordinador del proyecto: I.M. Rao

Actividades principales

1. Atributos de adaptación de las gramíneas y leguminosas a los suelos ácidos.
2. Adquisición y utilización de los nutrimentos por las gramíneas y las leguminosas.
3. Procedimientos de selección para identificar genotipos que se adapten a suelos ácidos y que tengan un uso más eficiente de los nutrimentos.
4. Suministro de nutrimentos a las plantas y calidad del forraje.
5. Papel que desempeñan las raíces en el reciclaje de nutrimentos y en la captación de carbono.
6. Asociaciones estables de gramíneas y leguminosas.

1. **Atributos de adaptación** (I.M. Rao, J. Mayer y P. Wenzl)

Avances en 1994

Se identificaron diferencias intergenéricas e interespecíficas entre gramíneas y leguminosas respecto a los atributos de los brotes y las raíces —por ejemplo, relación raíz:brote, relación hoja:tallo, y área foliar específica— cuando éstas crecen en suelos de textura contrastante, con la aplicación de niveles altos y bajos de fertilización.

En 1994 se realizó un ensayo de invernadero para determinar las diferencias ecotípicas en los atributos de los brotes y las raíces de 15 ecotipos de cinco especies de *Brachiaria*, cultivadas en un Oxisol francoarenoso con diferentes niveles de aplicación de fertilizantes. Se encontraron diferencias ecotípicas significativas en la biomasa de los brotes y en la producción de área foliar (Cuadro 1). Con niveles bajos de adición de fertilizantes, el rango de producción de la biomasa de los brotes varió de 5 a 10 g por maceta, mientras que la producción del área foliar varió de 100 a 450 cm² por maceta.

Actividades propuestas para 1995

- Realizar un ensayo de invernadero para determinar las diferencias ecotípicas en los atributos de los brotes y las raíces de 24 ecotipos de las especies *Arachis*, *Stylosanthes* y *Centrosema*, cultivadas en un Oxisol francoarcilloso con diferentes niveles de fertilización.
- Continuar el trabajo de tesis de posgrado sobre los mecanismos bioquímicos y moleculares de tolerancia al estrés por aluminio y a la baja disponibilidad de nutrimentos en especies de *Brachiaria* (P. Wenzl).

Cuadro 1. Diferencias ecotípicas en la tolerancia a la baja fertilidad del suelo de cinco especies de *Brachiaria* (15 ecotipos), cultivadas en un suelo francoarenoso de Carimagua.

Especies	Producción de biomasa en los brotes (g/maceta)	Producción de área foliar (cm ² /maceta)
<i>B. decumbens</i>	4.8-8.7	187-362
<i>B. brizantha</i>	7.9-10.5	208-452
<i>B. ruziziensis</i>	6.5-8.4	250-334
<i>B. humidicola</i>	7.3-10.5	136-220
<i>B. dictyoneura</i>	7.1-8.3	99-234

2. Absorción y utilización de nutrimentos (I. Rao, H. Marschner y K. Häussler)

Avances en 1994

Se observaron las diferencias intergenéricas e interespecíficas entre gramíneas y leguminosas en la absorción y utilización de N, P y Ca, cuando éstas crecieron en dos Oxisoles de textura contrastante, con niveles altos y bajos de aplicación de fertilizantes. Todavía no se ha determinado la variación ecotípica dentro de cada especie.

Se realizó un ensayo de invernadero para evaluar las diferencias ecotípicas en la adquisición y utilización de N en 18 ecotipos de seis especies de *Brachiaria*, cultivadas en un Oxisol francoarenoso con cuatro niveles diferentes de suministro de N en el suelo.

En otro estudio de invernadero, se determinaron las diferencias ecotípicas en la adquisición y utilización de P por 24 ecotipos de las especies *Arachis*, *Stylosanthes* y *Centrosema*, cuando éstas crecieron en un Oxisol francoarcilloso con cuatro niveles de fertilización con P.

Utilizando la técnica mini-rizotrón, se demostró que las diferencias interespecíficas en la absorción de Ca de las especies de *Brachiaria* se deben a diferencias en la ramificación de las raíces y no a la longitud de la raíz (Foto 1). La adquisición de Ca fue mucho mayor en *B. ruziziensis* que en *B. dictyoneura* (K. Häussler).

En la Universidad de Hohenheim, Alemania, se están estudiando las diferencias en la exudación radical de ácidos orgánicos por la raíz de las leguminosas cuando éstas se cultivan con un bajo suministro de P (K. Häussler).



Foto 1. A. Crecimiento y desarrollo de las raíces de dos especies de *Brachiaria*, *B. ruziziensis* (a la derecha) y *B. dictyoneura* (a la izquierda), cultivadas en un Oxisol en Carimagua.

B. Sistema radical de *B. ruziziensis* que presenta una ramificación extensa y mayor número de ápices radicales.

Actividades propuestas para 1995

- Realizar un ensayo de invernadero para determinar las diferencias ecotípicas en la adquisición y utilización de P en 18 ecotipos de seis especies de *Brachiaria*, cultivados en un Oxisol francoarcilloso, suministrando cuatro niveles de P al suelo.
- Identificar las diferencias ecotípicas en la adquisición y utilización de N en especies de *Brachiaria*.
- Determinar las diferencias ecotípicas en la adquisición y utilización de N, P, y Ca en *Arachis pintoi* en un experimento de campo que se estableció en Carimagua en 1994.

3. Procedimientos de selección (I. Rao y J. Miles)

Avances en 1994

Se evaluó la utilidad de varios atributos de la planta, como la proteína soluble en las hojas, el N foliar específico (el N foliar por unidad de área foliar) y la producción de área foliar, como índices de selección para evaluar la adaptación edáfica de recombinantes genéticos de *Brachiaria*. Partiendo de dos atributos de la planta —el N

foliar específico y la producción de área foliar— se han identificado varios recombinantes genéticos que son superiores a sus progenitores en términos de adquisición de N (Cuadro 2).

Actividades propuestas para 1995

- Determinar la utilidad de varios caracteres putativos (como área foliar específica, N foliar específico, absorción total de N en las hojas, producción de área foliar y fluorescencia de la clorofila foliar) en la evaluación de la adaptación a suelos ácidos de los recombinantes genéticos de *Brachiaria* y de ecotipos de especies de *Arachis*, en condiciones de campo en Carimagua.

4. Suministro de nutrientes a las plantas y calidad del forraje (I. Rao y C. Lascano)

Avances en 1994

En 1994 se realizó un ensayo de invernadero para estudiar la relación entre el suministro de los nutrientes del suelo y la calidad del forraje en 15 ecotipos de cinco especies de *Brachiaria*. Cuando el suministro de nutrientes es bajo, la

Cuadro 2. Diferencias en la producción de área foliar y en el N foliar específico entre los progenitores y los recombinantes genéticos de *Brachiaria* que crecen en un suelo francoarenoso de Carimagua.

Progenitores o recombinantes	Área foliar (cm ² /maceta)	N foliar específico (mg/m ²)
Progenitores		
<i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	327	427
<i>B. brizantha</i> cv. Marandú	226	383
<i>B. brizantha</i> cv. La Libertad	174	764
<i>B. ruziziensis</i> cv. común	152	1013
Recombinantes genéticos		
FM9302/1874	358	658
FM9302/1375	352	698
FM9302/1375	84	1045
FM9302/2547	254	979
FM9302/1375	242	601
Media (57 genotipos)*		

* 53 recombinantes genéticos y 4 progenitores.

variación ecotípica para la digestibilidad in vitro de la materia seca varió de 62% a 78% en las hojas y de 46% a 60% en las raíces.

En 1994 se realizó otro ensayo de invernadero para estudiar la relación entre el suministro de N del suelo y la calidad del forraje en 18 ecotipos de seis especies de *Brachiaria*. Cuando no se aplicó N, la variación ecotípica para la digestibilidad in vitro de la materia seca varió de 57% a 78% en las hojas y de 46% a 68% en las raíces.

Actividades propuestas para 1995

- Establecer un ensayo de campo en un Oxisol francoarenoso en Carimagua, con niveles altas y bajas de aplicación de fertilizantes, para determinar las diferencias genotípicas en la calidad del forraje y en los atributos nutricionales de la planta de ecotipos y de recombinantes genéticos de *Brachiaria*.
- Evaluar las relaciones entre el estado nutricional de la planta y los parámetros de calidad del forraje.

5. Papel que desempeña la raíz en el reciclaje de nutrientes y en la captación de carbono atmosférico (I. Rao y M. Fisher)

Avances en 1994

En la estación de investigación en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, se estimó durante tres años (tres veces durante la época de cultivo) la producción de biomasa de las raíces en las pasturas mejoradas de una gramínea sola (*Brachiaria dictyoneura*) y de una pastura de gramínea y leguminosa (*Brachiaria dictyoneura* y *Centrosema acutifolium*) bajo pastoreo, en comparación con la sabana nativa. La producción promedio de biomasa de las raíces de las pasturas de gramínea sola fue cerca de 6.2 t/ha, en comparación con 3.9 t/ha en las pasturas de gramínea y leguminosa. A diferencia de las pasturas mejoradas, la producción promedio de biomasa de las raíces de la sabana nativa fue de sólo 1.8 t/ha.

En colaboración con el Programa de Trópico Bajo, se estimó en Carimagua la captación y acumulación de carbono en el suelo a profundidades de 0 a 80 cm por las pasturas mejoradas, en comparación con la sabana nativa (Figura 1). Las pasturas de larga duración (9 años de edad) de *Brachiaria humidicola* sola, con buen manejo, captaron 25 t/ha de carbono más que las pasturas vecinas de sabana nativa. La inclusión de un componente de leguminosa (*Arachis pintoï*) durante cinco años aumentó notablemente la cantidad de carbono captado en el suelo, casi triplicando la cantidad (75 t/ha más que la sabana nativa). Estos resultados indican que la pastura introducida de gramíneas y leguminosas no sólo contribuye a mejorar la producción animal sino también a moderar el incremento de dióxido de carbono atmosférico, reduciendo así el calentamiento de la tierra.

Actividades propuestas para 1995

- Determinar la renovación de las raíces en las pasturas mejoradas, y compararla con la renovación en la sabana nativa en Carimagua.

6. Asociaciones estables de gramíneas y leguminosas (P. Kerridge, R. Thomas, I. Rao y Y. Saito)

Avances en 1994

Se estableció un experimento de campo en Carimagua para estudiar el efecto de los nutrimentos y de las gramíneas asociadas en la persistencia de cuatro leguminosas forrajeras. Aún no hay datos disponibles.

La determinación de la absorción de nutrimentos por los brotes (N, P, K y Ca), en asociaciones estables de gramínea y leguminosa de *Brachiaria decumbens*/*Pueraria phaseoloides* (13 años de pastoreo) y de *Brachiaria humidicola*/*Arachis pintoii* (6 años de pastoreo), indicó que la introducción de las leguminosas no sólo mejora el suministro de N mediante la fijación biológica de N, sino que contribuye también a una mayor absorción de Ca en los suelos ácidos de baja fertilidad (Cuadro 3).

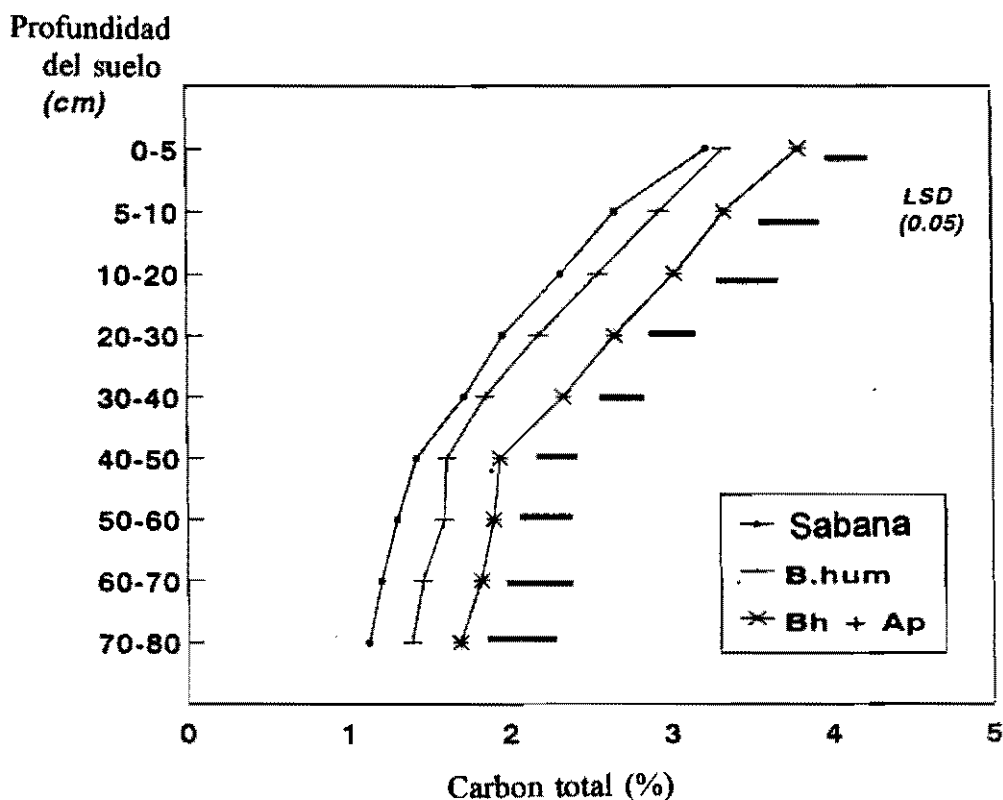


Figura 1. Distribución del carbono orgánico en el suelo, según la profundidad, en pasturas mejoradas de gramínea sola (*Brachiaria humidicola*, Bh) y de Bh y *Arachis pintoii*, en comparación con la sabana nativa, en un Oxisol francoarcilloso de Carimagua.

Cuadro 3. Diferencias en la absorción de nutrientes por los brotes en asociaciones estables de gramíneas y leguminosas en un Oxisol francoarcilloso en Carimagua.

Pastura	Nutrientes (kg/ha)			
	N	P	K	Ca
<i>B. decumbens</i> (Bd)	23	2.2	27	6
Bd/ <i>P. phaseoloides</i>	40	2.5	18	16
<i>B. humidicola</i> (Bh)	33	6.2	58	6
<i>A. pintoi</i> /Bh	76	7.0	69	14

La fijación de N se midió durante tres años consecutivos en condiciones de campo (Carimagua) en las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi*, *Centrosema acutifolium* y *Stylosanthes capitata*, cultivadas en asociación con *Brachiaria dictyoneura*. Se aplicaron dos niveles de fertilización inicial en dos tipos de suelo contrastantes (francoarcilloso y francoarenoso). Los resultados indicaron que la fertilidad afectó principalmente la población de la leguminosa, y no la fijación de N por unidad de biomasa. Por tanto, se puede estimar la cantidad de N fijado por las leguminosas forrajeras tropicales a partir de una medición de la biomasa de la leguminosa en la pastura (R. Thomas).

Actividades propuestas para 1995

- Continuar los experimentos de campo para evaluar la persistencia de las leguminosas en las pasturas.
- Establecer un experimento de campo con asociaciones de gramíneas y leguminosas que contrasten entre sí para evaluar los atributos de la raíz y de los brotes que contribuyan a una mayor adquisición de nutrientes y a una mejor persistencia de la leguminosa en los suelos ácidos de baja fertilidad.

10. Componentes Forrajeros de Reconocido Desempeño en Sistemas de Producción Agropecuaria

Justificación

Las especies forrajeras se utilizan en diversos sistemas de producción agrícola. Por tanto, para desarrollar nuevas especies forrajeras, es necesario medir su desempeño en los sistemas de producción que se quieran intervenir, utilizando métodos participativos.

Para aumentar la adopción de nuevos cultivares de especies forrajeras, se deben desarrollar tanto la multiplicación como los sistemas de distribución de semilla. Las nuevas especies forrajeras deben también producir un impacto económico en los campos de los agricultores.

Los resultados de este proyecto contribuirán a la liberación de nuevos componentes de germoplasma forrajero que se usarán en diferentes sistemas agrícolas del trópico.

Objetivos

Evaluar el impacto de componentes forrajeros en la productividad, el ambiente y factores socioeconómicos de diferentes sistemas de producción agropecuaria en el trópico.

Coordinadores del proyecto: C.E. Lascano (CIAT-Palmira) y W. Stur (Sudeste Asiático)

Actividades principales

1. Leguminosas arbustivas para suelos ácidos infértiles
2. Leguminosas para el mejoramiento de rastrojos
3. Asociaciones de gramíneas y leguminosas para tierras bajas
4. Asociaciones de gramíneas y leguminosa para sistemas agropastoriles
5. Especies forrajeras para cobertura del suelo y control de la erosión y de las malezas
6. Especies forrajeras para sistemas de pequeños productores en el sudeste asiático
7. Sistemas de suministro de semillas para cultivares comerciales
8. Estudios socioeconómicos sobre la adopción de nuevas especies forrajeras por los agricultores

1. Leguminosas arbustivas para suelos ácidos

Hay varias especies de leguminosas arbustivas bien conocidas (por ejemplo, *Leucaena* y *Gliricidia*) que no se adaptan a suelos ácidos infértiles. El Programa de Forrajes Tropicales (PFT) emprendió la tarea de seleccionar leguminosas arbustivas para suelos ácidos. Las especies que han sido seleccionadas para evaluación a nivel de la finca son *Cratylia argentea*, *Flemingia macrophylla* y *Desmodium velutinum*.

Avances en 1994

La leguminosa arbustiva *C. argentea* se estableció en dos sitios, a 1200 y 1400 m.s.n.m., en zonas de ladera de Cauca, Colombia, para suplementar vacas lecheras. El establecimiento en ambos sitios ha sido lento, probablemente a causa de la combinación de temperatura baja y sequía.

Con CORPOICA se preparó una propuesta de proyecto colaborativo sobre sistemas agroforestales para el piedemonte amazónico en Caquetá, Colombia. El proyecto se presentó al Fondo Nacional del Ganado e incluye introducción y evaluación en pasturas degradadas a nivel de finca de leguminosas arbustivas (CIAT) y árboles nativos de uso múltiple (CORPOICA).

Actividades propuestas para 1995

- Iniciar la suplementación, a nivel de finca, de ganado de leche con *C. argentea* en zonas de ladera del Cauca.
- Seleccionar fincas en zonas de ladera de América Central para establecer bancos de proteína de *C. argentea* y *D. velutinum* en con el fin de suplementar ganado de leche durante la época seca.
- Evaluar la calidad forrajera de leguminosas arbóreas menos conocidas (por ejemplo, *Senna*) pero adaptadas a suelos ácidos.
- Dar seguimiento al proyecto colaborativo con CORPOICA sobre agroforestería para el piedemonte amazónico colombiano.

2. Leguminosas para el mejoramiento del rastrojos

En las laderas existe una alta proporción de tierra en descanso y con regeneración de vegetación natural (rastrojos). La introducción de leguminosas en estos rastrojos podría tener un gran impacto en la productividad de la finca mediante el mejoramiento del suelo y el suministro de un alimento de calidad para el ganado.

Avances en 1994

Se estableció un experimento en zonas de ladera en el Cauca, Colombia, para determinar el efecto de la introducción en rastrojos de leguminosas en el rendimiento de un cultivo subsiguiente de maíz. Se utilizaron la leguminosa *Centrosema macrocarpum* y una mezcla de caupí y guandul. El caupí se estableció rápidamente mientras que las otras leguminosas fueron lentas y susceptibles a la competencia con las malezas. Ya se hizo la primera siembra de maíz y se puede apreciar un gran efecto de *C. macrocarpum* en el crecimiento inicial de ese cultivo.

Actividades propuestas para 1995

- Continuar el experimento de mejoramiento del suelo en rastrojos a nivel de la finca, en zonas de ladera del Cauca.
- Establecer un experimento a nivel de finca en rastrojos en laderas del Cauca, utilizando mezclas de leguminosas para reducir al mínimo la competencia de las malezas.
- Establecer un experimento a nivel de finca en laderas del Cauca para introducir leguminosas en el cultivo final de yuca, y reducir así las necesidades de mano de obra para establecer leguminosas en rastrojo.

3. Asociaciones de gramíneas y leguminosas para tierras bajas

Las asociaciones de gramíneas y leguminosas que hayan sido seleccionadas en experimentos controlados de pastoreo deben ser evaluadas con métodos participativos en fincas con el fin de promover la adopción de nuevas especies forrajeras por los agricultores y para proporcionar retro-alimentación al grupo de desarrollo de germoplasma del PFT.

Avances en 1994

En las márgenes de bosque de Pucallpa, Perú los agricultores están empezando a renovar las pasturas degradadas de *B. decumbens*. El PFT suministró semilla de *Arachis pintoii* al coordinador del proyecto de INIA en Pucallpa, para introducir esta leguminosa en algunas pasturas que están siendo renovadas por los agricultores. Los investigadores del INIA harán un seguimiento a las pasturas de gramíneas y leguminosas en términos de composición botánica y rendimiento de leche.

Nestlé de Colombia dió apoyo financiero a un proyecto colaborativo CIAT, CORPOICA, U. de la Amazonía, a nivel de finca en el cual evaluará el desempeño de vacas lecheras en pasturas de *Brachiaria* spp. asociado con *A. pintoii*, en el piedemonte amazónico colombiano, Caquetá. Además, el proyecto contempla validación de prototipos de establecimiento de pasturas, actividades de capacitación de técnicos de la zona y eventos de promoción de la nueva tecnología de pasturas entre productores.

Actividades propuestas para 1995

- Dar seguimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas sembradas en fincas en Pucallpa, Perú.
- Iniciar los trabajos de recuperación de áreas degradadas a nivel de finca en el piedemonte caqueteño.

- Seleccionar fincas y productores
- Establecer asociaciones de gramíneas y leguminosas
- Ajustar métodos de establecimiento de pasturas en topografías y vegetación contrastantes.

4. Asociaciones de gramíneas y leguminosas para sistemas agropastoriles

En sistemas agropastoriles, el nivel de fertilización aplicado es considerablemente mayor que el que se emplea en sistemas de pasturas permanentes. Por tanto, es necesario evaluar el desempeño de especies forrajeras en condiciones de mayor fertilidad del suelo que se presentan como resultado de la fertilización del cultivo asociado.

Avances en 1994

En Carimagua, Llanos de Colombia, se sembraron seis leguminosas y una gramínea común, *Panicum maximum*, en un cultivo de maíz donde el suelo, el año anterior, había sido fertilizado y enmendado con cal para cultivar maíz. La gramínea y las leguminosas presentaron un buen establecimiento siendo la gramínea muy vigorosa por la alta fertilización asociada con el cultivo del maíz. La estabilidad de las diferentes asociaciones se evaluará, bajo pastoreo, durante los próximos tres años.

Se sembraron varios híbridos nuevos de *Stylosanthes guianensis* junto con *Brachiaria* spp. y en asociación con cultivos en Puerto López, en los llanos colombianos. Todos los híbridos se establecieron bien, y su desarrollo se evaluará durante los próximos tres años en colaboración con el Programa de Tierras Bajas Tropicales.

Actividades propuestas para 1995

- Establecer un experimento en Carimagua para evaluar competencia de especies contrastantes de gramíneas y leguminosas con maíz.
- Hacer un seguimiento a las asociaciones de gramíneas y leguminosas establecidas con cultivos en los llanos colombianos y en los cerrados de Brasil, en colaboración con el Programa de Tierras Bajas Tropicales.

5. Especies forrajeras para cobertura del suelo y control de la erosión y de las malezas

Se acepta que las especies forrajeras no sólo sirven como fuente de alimento para rumiantes, sino también pueden contribuir a la conservación de recursos naturales, a través de reducción de pérdidas de suelo y menor uso de herbicidas para el control de malezas.

Avances en 1994

Se establecieron ensayos en colaboración con cultivadores de banano (CORBANA) en la Costa Atlántica de Costa Rica para evaluar la contribución de *Arachis pinto* como cultivo de cobertura en plantaciones comerciales de banano. Dos nuevas accesiones de *A. pinto* (CIAT 18744 y CIAT 18748) demostraron una capacidad de cobertura superior a la del cultivar comercial (CIAT 17434).

En Pucallpa, Perú (márgenes de bosque), una empresa cervecera está evaluando *A. pinto* comercial (CIAT 17434) y *Centrosema acutifolium* (CIAT 5568) como cobertura en plantaciones (por ejemplo, pejivalle, camu-camu). Se seleccionó *C. acutifolium* en vez de *A. pinto* para plantaciones nuevas ya que ejerce un mejor control de malezas en comparación con el cultivar comercial de *A. pinto*.

En Colombia, el PFT colabora con el Programa de Yuca del CIAT en la evaluación de especies forrajeras como cobertura del suelo y como barreras contra la erosión en zonas de ladera.

Actividades propuestas para 1995

- Hacer un seguimiento de la evaluación que están realizando los programas del CIAT, los SNIA y diferentes grupos de agricultores del germoplasma de leguminosas del PFT como cobertura en diferentes sistemas de plantación.
- Suministrar germoplasma de leguminosas seleccionadas a los programas del CIAT, a los SNIA y a diversos grupos de agricultores para que lo evalúen como cultivo de cobertura, abono verde o para controlar la erosión.
- Establecer siembras de leguminosa en pasturas degradadas de las zonas de ladera del Cauca para evaluar mejoramiento del suelo y suministro de forraje al ganado durante la época seca.

6. Especies forrajeras para sistemas de pequeños productores en el sudeste asiático

Los sistemas agrícolas en el sudeste asiático son intensivos y con poca área disponible para pastoreo abierto. Sin embargo, la población animal es alta y la demanda de productos pecuarios está creciendo muy rápidamente. Por lo tanto, es necesario desarrollar sistemas de producción ganadera sostenibles en zonas rurales de ladera donde se origina el agua para la agricultura y las poblaciones de las zonas bajas. Un proyecto especial financiado por el ACIAR de Australia trabajará con los agricultores mediante métodos de investigación participativa para integrar especies forrajeras bien adaptadas a los sistemas agrícolas.

Avances en 1994

Un grupo de pequeños agricultores multiplicó especies forrajeras seleccionadas para hacer una evaluación más amplia en Indonesia, Malaysia, Filipinas y Tailandia. Las especies forrajeras que fueron seleccionadas por los agricultores son las leguminosas *Arachis pintoi*, *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184) y accesiones de las gramíneas *A. gayanus*, *B. brizantha* y *P. atratum*. Estas especies forrajeras se evaluarán en sistemas de producción silvopastoril (coco), en sistemas de cultivo migratorio y en sistemas agrícolas permanentes.

Actividades propuestas para 1995

- Expandir las actividades selección y evaluación de especies forrajeras a Laos y Vietnam.
- Capacitar a técnicos colaboradores en métodos de investigación participativa.

7. Sistemas de suministro de semilla para cultivares comerciales

La transferencia de nueva tecnología de forrajes depende del suministro de semilla confiable y de bajo costo. En países en desarrollo la industria semillista de especies forrajeras no está bien establecida, a excepción de Brasil en el caso de las gramíneas. Por tanto, es necesario desarrollar canales de suministro de semilla dentro de los sistemas agrícolas en que se utilizan nuevas especies de gramíneas y leguminosas.

Avances en 1994

En un taller internacional se revisaron los resultados de muchos años de esfuerzo en el desarrollo de sistemas nacionales de semilla de especies forrajeras con participación de los SNIA de América tropical. Las memorias de ese taller fueron publicados por el CIAT.

La investigación sobre producción y calidad de la semilla de *A. pintoi* y *B. dictyoneura* ha continuado mediante el trabajo de tesis de varios estudiantes. Sin embargo, la investigación sobre semillas de especies forrajeras en el PFT sufrió un duro golpe al eliminarse la posición de Biología de la Semilla a causa de recortes presupuestales en el CIAT.

Actividades propuestas para 1995

- Establecer una Unidad de Semillas interna en el PFT que permita realizar actividades de multiplicación de semilla (por ejemplo, semilla experimental) para evaluaciones de germoplasma a nivel regional y para la selección de nuevos componentes forrajeros con el Programa de Recursos Naturales del CIAT y con los SNIA.

- Buscar fondos externos para continuar las actividades de investigación en semillas y desarrollo de sistemas de suministro de semilla.

8. Estudios socioeconómicos sobre la adopción de especies forrajeras nuevas por los agricultores

En el desarrollo de componentes forrajeros, se requieren estudios socioeconómicos relacionados con las actitudes de los agricultores, la motivación hacia la adopción de tecnología nueva y el posible impacto económico de la tecnología en las fincas. Además, es necesario mantenerse informado de las tendencias globales del sector pecuario en América Latina.

Avances en 1994

El PFT no tiene una posición de científico principal con recursos asignados para emprender por sí solo estudios socioeconómicos sobre la adopción de especies forrajeras. Sin embargo, un economista asociado inició estudios sobre la adopción temprana de *A. pinto* en la zona cafetera de Colombia. Un análisis preliminar de la información recopilada indicó que los primeros agricultores que adoptaron a *A. pinto* la están sembrando para multiplicar semilla y no para mejorar pasturas. Además, *A. pinto* está siendo promovida principalmente por la industria semillista del sector privado y por algunas asociaciones de ganaderos. Sin embargo, los agricultores se quejan de los altos costos de la semilla (US\$30.00/kg). La industria semillista de especies forrajeras de Brasil ha comenzado a multiplicar semilla de *A. pinto* y esto indudablemente hará que el precio se reduzca en un futuro cercano.

Se realizaron estudios de impacto ex-ante sobre los principales componentes forrajeros que desarrolla el PFT en la actualidad. Se continuó con el seguimiento de los precios del ganado y de los inventarios ganaderos de América tropical.

Actividades propuestas para 1995

- Terminar el estudio sobre la adopción de *A. pinto* en la zona cafetera de Colombia.
- Buscar fondos para la posición de científico principal de tiempo completo en socioeconomía.

11. Apoyo Institucional y Adquisición de Habilidades para la Entrega de Sistemas a Base de Especies Forrajeras

Justificación

El Programa de Forrajes Tropicales (PFT) se propone desarrollar tecnologías que tengan una amplia aplicación. Esto incluye la identificación de nuevas especies y accesiones forrajeras, la producción de acervos génicos de gramíneas y leguminosas comerciales que hayan sido mejoradas genéticamente, y el desarrollo de componentes forrajeros con potencial para ser utilizados en diferentes sistemas agrícolas. Algunos aspectos del desarrollo de esta tecnología y, sin duda, su transferencia se realizarán en colaboración con los SNIA en las diferentes regiones. Esto significa que se debe mantener un estrecho contacto con los SNIA y trabajar con ellos en el desarrollo de sus habilidades técnicas.

La manera más eficiente de mantener ese contacto es a través de las redes de investigación y desarrollo (I&D), que abarcan a todos los que participan en las actividades de I&D en especies forrajeras. El personal del PFT facilitará, en la medida que sea posible, el desarrollo de redes nacionales que puedan servir, como canales de flujo de información a nivel interno, al gobierno y a los sectores no gubernamentales. Se promoverán las redes regionales para difundir información, nuevo germoplasma forrajero y nuevas tecnologías de especies forrajeras, además de capacitar al personal nacional. Lo ideal es que estas redes regionales sean constituidas y manejadas por los representantes nacionales de la región; el CIAT u otro personal contratado actuaría como facilitador. Las redes regionales servirían para atraer y administrar proyectos regionales de desarrollo. El PFT siempre ha apoyado las redes de especies forrajeras, pero ahora se presenta la oportunidad de integrar esas redes de especies forrajeras con otras que tienen un campo de actividad mucho mayor. Un ejemplo es la red agropastoril en la cual participa el Programa del Trópico Bajo. Como el ILRI ha extendido su radio de acción a América Latina y el Caribe, posiblemente se puede crear una red pecuaria. En el sudeste asiático se está estudiando la posibilidad de integrarse a las actividades que realizan tanto la FAO como el ILRI en la región. Además, la RIEPT puede formar también asociaciones con consorcios regionales de investigación.

El CIAT patrocina la única revista técnica internacional que divulga los resultados de investigación sobre especies forrajeras en América Latina: Pasturas Tropicales. Para los científicos en muchos países, esta revista es el único medio para publicar los resultados de sus investigaciones. El PFT se esforzará para impulsar la revista y lograr que se autofinancie y sea administrada por los científicos de la región.

Objetivo

Facilitar la interacción entre las organizaciones nacionales que participen en I&D en especies forrajeras en una región dada; desarrollar canales reconocidos de difusión de la información relacionada con nuevas especies forrajeras y tecnologías de especies forrajeras; y organizar o proporcionar capacitación no formal.

Coordinadores del proyecto: P.C. Kerridge y P.J. Argel

Actividades principales

1. Red de I&D en especies forrajeras en México, América Central y el Caribe (RIEPT-MCAC)
2. Una red, o varias, de I&D en especies forrajeras para América del Sur tropical (RIEPT-América del Sur)
3. Red de Investigación y Desarrollo en Especies Forrajeras del Sudeste Asiático (SEAFRAD)
4. Capacitación
5. Divulgación de los resultados de investigación

RIEPT

Históricamente, el CIAT mantuvo una red bien establecida en América Latina, la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), con recursos financieros complementarios para apoyar actividades de comunicación, talleres, actividades de un Comité Asesor, y cierta investigación a nivel regional. En 1989, la RIEPT se dividió nominalmente en cuatro sub-RIEPT: MCAC, trópico húmedo, los Llanos y los Cerrados. Ninguna de éstas funcionó eficazmente, excepto RIEPT-MCAC, donde el CIAT asignó uno de sus científicos. Cuando se descontinuaron los recursos financieros complementarios en 1992, el Comité Asesor dejó de funcionar sobre una base auto-financiada. Por tanto, la nueva política ha sido mantener un científico en América Central para apoyar las necesidades de los países pequeños en esa región a través del RIEPT-MCAC, y atender a la RIEPT, para el resto de América Latina, desde CIAT-Palmira y Brasil. Se mantiene contacto mediante la distribución regular de un boletín informativo, "Pasturas Tropicales", de informes bienales de las actividades de investigación, y mediante la realización de talleres y de visitas a los países. Se distribuye nuevo germoplasma forrajero a solicitud. En América del Sur, las actividades futuras se centrarán, como se hace actualmente en el MCAC, en el desarrollo de redes nacionales eficientes donde éstas no existen, en vez de sólo promover una red internacional.

1. Red de I&D en especies forrajeras en MCAC (RIEPT-MCAC)

Las actividades de esta red son:

- facilitar la comunicación y el establecimiento de redes dentro de los países
- producir y distribuir regularmente un boletín informativo regional
- facilitar las reuniones regionales del RIEPT-MCAC
- facilitar el nuevo germoplasma forrajero y las nuevas tecnologías de componentes forrajeros
- apoyar las bases de datos para una red de evaluación
- capacitar a los agricultores en investigación participativa y en el desarrollo de sistemas de semilla
- buscar la financiación de proyectos especiales para las actividades regionales
- desarrollar una red de especies forrajeras que sea sostenible

Los países de esta región son pequeños, con recursos limitados para la I&D agrícolas. La colaboración regional es esencial, pero los países tienen recursos limitados para apoyar este esfuerzo. Por tanto, el CIAT utiliza fondos de su presupuesto básico para patrocinar a un agrónomo especializado en especies forrajeras, con sede en el IICA en San José, Costa Rica. Se ha establecido un estrecho contacto con las organizaciones que participan activamente en I&D. El intento de crear redes nacionales ha tenido un éxito variable, en parte debido a la inestabilidad política que se presenta en el área, y en parte por la continua reorganización de los servicios gubernamentales. Respecto a la investigación agrícola, generalmente las universidades son una base de investigación más estable que los departamentos del gobierno nacional. Respecto al desarrollo, las ONG son muy activas y abiertas a los nuevos adelantos tecnológicos.

Avances en 1994

El Dr. Pedro Argel, un agrónomo del CIAT especializado en especies forrajeras, distribuyó regularmente un boletín informativo a 250 colaboradores. Se visitaron cinco países, se discutieron los programas de I&D en especies forrajeras, y se realizaron talleres informales. Las visitas del agrónomo regional o de otro personal se aprovecharon para reunir a los científicos nacionales y discutir las necesidades generales del área.

Se multiplicó la semilla de nuevas accesiones de especies forrajeras, y se distribuyó a solicitud.

Cuatro científicos visitantes recibieron capacitación en el trabajo en CIAT.

Varios de los nueve delegados de país que asistieron a un taller regional de capacitación a nivel de la finca y de desarrollo de proyectos, realizado en 1993, utilizaron el proyecto desarrollado en ese taller para captar fondos para sus actividades.

Actividades propuestas para 1995

- Continuar con las actividades de rutina de comunicación y de distribución de semilla.
 - Realizar, en julio de 1995, un taller regional sobre "Establecimiento de Asociaciones de *Arachis*-Gramíneas y de Cultivos de Coberturas con *Arachis*".
 - Desarrollar proyectos de investigación colaborativa en Costa Rica, Honduras y Nicaragua, con la ayuda del personal de CIAT-Palmira.
 - Desarrollar investigación colaborativa con el Programa de Laderas del CIAT, en Honduras y Nicaragua.
 - Renovar los contactos con el CARDI.
- 2. Red de I&D en especies forrajeras para América del Sur tropical (RIEPT-América del Sur)**

Las actividades de esta red son:

- facilitar la comunicación y el establecimiento de redes dentro de los países

- apoyar las investigaciones de los científicos nacionales cuando éstos así lo requieran
- producir y distribuir regularmente un boletín informativo
- facilitar nuevo germoplasma forrajero y tecnología de componentes forrajeros
- apoyar las bases de datos para la red de evaluación
- determinar la forma en que la red pueda operar más eficientemente

La estrategia de esta red se basa en la suposición de que las necesidades varían significativamente entre los países. Brasil tiene sus propias redes establecidas mediante programas nacionales de investigación y conferencias nacionales. El CIAT desarrollará una co-participación colaborativa, y apoyará la idea de que Brasil mismo establezca las redes con otros países. En Colombia, la investigación se ha organizado por regiones autónomas. El CIAT ayuda actualmente a formar redes regionales de recursos forrajeros, y desarrollará un vínculo separado con cada región mediante proyectos de investigación colaborativa. En Perú, se renovaron los vínculos con un consorcio regional/nacional que se está desarrollando para la región amazónica. En Venezuela, la investigación se difunde ampliamente a través de las universidades y las organizaciones del sector oficial y privado; falta determinar cuál sería la mejor forma de vincularse a estas actividades. Probablemente se nombrará un científico en Venezuela, quien serviría como enlace tanto a nivel nacional como con el CIAT. En Ecuador, se buscaría también a un científico de enlace, nombrado en ese país, para que identifique las áreas de investigación de colaboración mutua. En Bolivia, aún está por determinarse la mejor forma de establecer un vínculo activo. Se mantendrá el contacto con las regiones tropicales de Paraguay y Argentina mediante boletines informativos y contacto personal.

Avances en 1994

El Dr. Esteban Pizarro, científico del CIAT, distribuyó regularmente un boletín informativo (RIEPT-Sabanas) a los científicos que trabajan en las áreas de sabana. La responsabilidad primaria del Dr. Pizarro fue realizar actividades de recolección y evaluación de especies forrajeras en Brasil, junto con CENARGEN/CPAC y el Programa del Trópico Bajo.

Desde CIAT-Palmira se distribuyeron el Informe Bienal y la revista "Pasturas Tropicales".

Se invitaron a representantes de todos los países a un taller sobre *Brachiaria*. Esto les dio la oportunidad de compartir sus experiencias con los científicos del CIAT y obtener información sobre nuevo germoplasma forrajero.

Se hicieron visitas a Perú, Ecuador y Venezuela.

Continúan proyectos de investigación colaborativa con tres grupos regionales de CORPOICA en Colombia.

Actividades propuestas para 1995

- Ampliar el boletín informativo de la RIEPT-Sabanas para que incluya información orientada hacia el área de márgenes forestales.
- Realizar visitas a Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela para discutir inquietudes con los científicos nacionales.
- Continuar con el desarrollo de proyectos de investigación colaborativa en Colombia, Ecuador y Perú.

3. Red de I&D en Especies Forrajeras del Sudeste Asiático (SEAFRAD)

Las actividades de esta red son:

- facilitar la comunicación y el establecimiento de redes dentro de los países
- facilitar nuevo germoplasma forrajero y tecnología de componentes forrajeros
- desarrollar actividades de I&D colaborativas con científicos nacionales en áreas tropicales de China, Indonesia, Laos, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam
- producir y distribuir un boletín informativo regional con la ayuda de los coordinadores nacionales
- realizar una reunión regional
- capacitar en tecnologías de especies forrajeras y en la transferencia de tecnología

Las actividades de SEAFRAD se realizan conjuntamente con la División de Cultivos y Pasturas Tropicales del CSIRO, con financiación del Gobierno Australiano, bajo un proyecto especial titulado "Especies Forrajeras para Pequeños Productores en el Sudeste Asiático". En 1992 se iniciaron actividades en cuatro países —Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia— y en 1995 éstas se extenderán a China, Laos y Vietnam. El ILRI desarrolla sus propias actividades de investigación pecuaria en el sudeste asiático; por tanto, el CIAT espera integrar sus actividades con las del ILRI mediante un programa pecuario a nivel de todo el sistema GCIAL. Igualmente, se colabora con la FAO que también tiene un programa regional.

Avances en 1994

Una reunión regional fue auspiciada por el Gobierno Indonesio en Samarinda, Indonesia, para evaluar los primeros tres años de operación del proyecto "Especies Forrajeras para Pequeños Productores en el Sudeste Asiático", y planear una segunda fase que tendrá una duración de cinco años.

Se hicieron visitas a todos los países para evaluar la naturaleza de las operaciones, ampliar actividades y presentar una nueva propuesta de proyecto.

El AIDAB aprobó la financiación para el período 1995-1999.

Actividades propuestas para 1995

- Publicar y distribuir las memorias del Taller Regional de 1994.
- Distribuir un folleto sobre especies forrajeras recomendadas para el trópico húmedo.
- Comenzar la publicación y distribución de un boletín informativo regional.
- Realizar un curso de capacitación sobre metodología de investigación participativa.
- Continuar con la eficiente investigación colaborativa en Indonesia y Filipinas, y comenzar actividades de investigación colaborativa en Laos y Vietnam.

4. Capacitación

La capacitación fue un aspecto importante de las actividades del CIAT, pero se vio severamente restringida por las reducciones presupuestales. La Unidad de Capacitación continúa recibiendo y subsidiando a científicos visitantes y a estudiantes individuales para capacitación en el CIAT. La Unidad también participa activamente en la búsqueda de recursos financieros adicionales para realizar cursos en grupos. Es necesario revisar las necesidades de capacitación de los diferentes países. Las oportunidades de capacitación en el CIAT se darán a conocer más ampliamente a las secciones bilaterales de las agencias de desarrollo.

Avances en 1994

Se capacitaron a ocho científicos de diversos países sudamericanos en su mismo sitio de trabajo. También recibieron capacitación ocho estudiantes de pregrado y cuatro estudiantes de maestría de Colombia y un estudiante de maestría de Honduras.

Cuatro estudiantes de doctorado, de Europa, recibieron capacitación en el CIAT financiados por sus gobiernos.

Actividades propuestas para 1995

- Colaborar con la Unidad de Capacitación del CIAT para realizar cursos de capacitación en Nicaragua y Colombia.
- Continuar la cooperación con las universidades locales y otras en la capacitación de estudiantes.

5. Divulgación de los resultados de investigación

La distribución de libros, bibliografías y el boletín informativo siempre ha caracterizado al CIAT y al PFT; sin embargo, en los últimos años esa distribución se ha restringido debido a recortes financieros. Aunque se ha esforzado en lograr una mayor recuperación de los costos, nuestra evaluación actual es que esto ha sido contraproducente, en términos tanto de imagen como de distribución amplia de la información. Por tanto, el Programa tratará de reanudar una distribución amplia, pero a una lista más restringida y frecuentemente actualizada de investigadores activos en especies forrajeras y de personal de agencias de desarrollo que participen en el desarrollo agrícola.

Avances en 1994

- Publicación de "Pasturas Tropicales".
- Reanudación de la publicación de una bibliografía sobre especies forrajeras tropicales por la Unidad de Comunicaciones
- Publicación de las memorias del taller "Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de *Arachis* " (en inglés).

Actividades propuestas para 1995

- Establecer un Comité Editorial Asesor para el boletín "Pasturas Tropicales".
- Publicar las memorias del taller de "Biología, Agronomía y Mejoramiento de *Brachiaria*".
- Establecer un proceso mejorado de distribución de los libros científicos producidos por el CIAT.

12. Publicaciones

Trabajos publicados en revistas

- Cano, R.; Carulla, J.; y Lascano, C. E. 1994. Efecto de conservación de muestras de forrajes de leguminosas tropicales y su efecto en el nivel y actividad biológica de los taninos. *Pasturas Tropicales* 16(1):2-7.
- Fassler, O. M. y Lascano, C. E. s.f. The effect of mixtures of sun-dried tropical shrub legumes on intake and nitrogen balance by sheep. *Tropical Grasslands*. (En impresión.)
- Fisher, M. J.; Rao, I. M.; Ayarza, M. A.; Lascano, C. E.; Sanz, J. I.; Thomas, R. J.; y Vera, R. R. 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature* 371:236-238.
- He, C.; Masel, A. M.; Irwin, J. A. G.; Kelemu, S.; y Manners, J. M. s.f.. Distribution and relationship of chromosome-specific dispensable DNA sequences in diverse isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Mycological Research*. (En impresión.)
- Jones, R. M.; Kerridge, P. C.; y McLean, R. W. 1993. Population dynamics of Siratro and shrubby stylo in South-East Queensland as affected by phosphorus, soil type, stocking rate and rainfall. *Tropical Grasslands* 27:65-74.
- Kelemu, S. y Badel, J. 1994. *In vitro* inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and other phytopathogenic fungi by an Amazonian isolate of *Bacillus subtilis* and its cell-free culture filtrate. *Australasian Plant Pathology* 23:41-45.
- Maass, B. L. y Ocampo, C. H. s.f. Isozyme polymorphism provides fingerprints for germplasm of *Arachis glabrata* Benth. *Genetic Resources and Crop Evolution*. (En impresión.)
- Maass, B. L. y Schultze-Kraft, R. 1994. Domestizierung einer tropischen Leguminose am Beispiel von *Arachis pintoi*. *Angewandte Botanik Berichte/Applied Botany Reports* 5(1-3):11-14.
- Raaflaub, M. y Lascano, C. E. s.f. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of the shrub legume *Cratylia argentea*. *Tropical Grasslands*. (En impresión.)

- Rao, I. M.; Ayarza, M. A.; y Thomas, R. J. 1994. The use of carbon isotope ratios to evaluate legume contribution to soil enhancement in tropical pastures. *Plant and Soil* 162:177-182.
- Rao, I. M. y Terry, N. 1994. Leaf phosphate status and photosynthesis *in vivo*: Changes in sugar phosphates, adenylates and nicotinamide nucleotides during photosynthetic induction in sugar beet. *Photosynthetica* 30:243-254.
- Rao, I. M. y Terry, N. s.f. Leaf phosphate status, photosynthesis, and carbon partitioning in sugar beet. IV. Changes with time following increased supply of phosphate to low phosphate plants. *Plant Physiology*. (En impresión.)

Trabajos presentados en conferencias

- Argel, P. J.; Valerio, A.; y Martínez, R. 1994. Floración y rendimiento de semilla de *A. pintoi* en Guápiles, Costa Rica (cartelera). XXXVII PCCMCA Reunión Anual, San José, Costa Rica.
- Argel, P. J., Valerio, A.; y Montoya, M. 1994. Adaptación y rendimiento de materia seca de *Leucaena* spp. en Atenas, Costa Rica (cartelera). XXXVII PCCMCA Reunión Anual, San José, Costa Rica.
- Cameron, D. F.; Miller, C. P.; Edye, L. A.; y Miles, J. W. 1994. Advances in research and development with *Stylosanthes* and other tropical pasture legumes. XVII International Grasslands Congress, Nueva Zelanda.
- Hernández, M.; Argel, P. K.; y Valerio, A. 1994. Ganancias de peso, selectividad y disponibilidad forrajera de *B. brizantha* cv. Diamantes 1 sola y asociada con *A. pintoi* en Guápiles, Costa Rica (cartelera). XXXVII PCCMCA Reunión Anual, San José, Costa Rica.
- Fisher, M. J.; Rao, I. M.; Thomas, R. J.; Ayarza, M. A.; Lascano, C. E.; Sanz, J. I.; y Vera, R. 1994. The sequestration of carbon by introduced pastures in the neotropical savannas. Cartelera presentada en el Congreso Mundial de Ciencias del Suelo, 15o., Acapulco, México.
- Lascano, C. y Pezo, D. A. 1994. Agroforestry systems in the humid forest margins of tropical America from a livestock perspective. Trabajo presentado en el Séptimo Congreso AAAP de Ciencias Pecuarias, Bali, Indonesia. 21 p.
- Maass, B. L.; Belalcázar, J.; y Torres, A. M. 1994. La diversidad en leguminosas tropicales es un recurso importante de Colombia para el desarrollo agropecuario sostenible. Trabajo presentado en el Congreso Nacional sobre Biodiversidad, Cali, Colombia.

- Moreno, C. X. y Kelemu, S. 1994. Propiedades antifúngicas y antibacterianas de cepas de *Bradyrhizobium* aislados de leguminosas forrajeras tropicales (Resumen). XV Congreso Ascolfi 1994, Santafé de Bogotá, D.C.
- Miles, J. W. y do Valle, C. B. 1994. Germoplasma y mejoramiento genético de plantas forrajeras tropicales. Reunión anual de la Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR, Brasil.
- Plazas, J. J.; Roca, W.; y Kelemu, S. 1994. Regeneración de plantas a partir de explantes de hoja de leguminosas forrajeras tropicales (Resumen). XV Congreso Ascolfi 1994, Santafé de Bogotá, D.C.
- Schmidt, A.; Maass, B. L. y Schultze-Kraft, R. 1994. Untersuchungen zur Amphikarpie der tropischen Weideleguminose *Centrosema rotundifolium* Mart. ex. Benth. in den Llanos Orientales, Kolumbien. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (Alemania) 7:399-401.
- Rao, I. M.; Borrero, V.; Ayarza, M. A.; y García, R. s.f. Adaptation of tropical forage species to acid soils: The influence of varying phosphorus supply and soil type on plant growth. En: Date, R. A.; Grundon, N. J.; Rayment, G. E.; y Probert, M. E. (eds.). Plant-soil interactions at low pH: Principles and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Países Bajos. (En impresión.)
- Rao, I. M.; Borrero, V.; y García, R. 1994. Phosphorus acquisition from different sources of phosphate in acid soils by a tropical forage legume, *Arachis pintoii*. Cartelera presentada en la conferencia internacional sobre "Genética y biología molecular en la nutrición vegetal" en Davis, CA, E.U.
- Stur, W. W.; Reynolds, S. G.; y Macfarlane, D. C. 1994. Cattle production under coconuts. VII Congreso AAAP de Ciencias Pecuarias, Bali, Indonesia.
- Thomas, R. J.; Rao, I. M.; Ayarza, M. A.; Sanz, J. I.; Decaens, T.; Rippstein, G.; Gijsman, A. J.; y Laval, P. 1994. Forage legumes—the means to reverse tropical soil degradation with low inputs? Transactions of the 15th World Congress of Soil Science Vol. 5b:79-80.
- Torres, A. M.; Belalcázar, J.; Andrade, M.; y Ortiz, A. 1994. Caracterización morfológica de una colección de germoplasma de *Chamaecrista*. Trabajo presentado en el Congreso Nacional sobre Biodiversidad, Cali, Colombia.
- Valle, C. B. do y Miles, J. W. 1994. Melhoramento de gramíneas do genero *Brachiaria*. XI Simposio sobre manejo da pastagem, Memórias. ESALQ/USP, Piracicaba.

Zeigler, R. S.; Pandey, S.; Miles, J. W.; Gourley, L.; y Sarkarung, S. s.f. Advances in the selection and breeding of acid-tolerant plants: Rice, maize, sorghum, and tropical forages. En: Date, R. A.; Grundon, N. J.; Rayment, G. E.; y Probert, M. E. (eds.). Plant-soil interactions at low pH: Principles and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Países Bajos. (En impresión.)

Trabajos presentados en talleres, libros y capítulos de libros

Argel, P. J. y Maass, B. L. 1994. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical—una revisión. Trabajo presentado en el taller "Arboles y arbustos fijadores de nitrógeno para suelos ácidos", CATIE, Turrialba, Costa Rica, 3-8 julio, 1994.

Argel, P. J. y Keller-Grein, G. s.f. Regional experience with *Brachiaria*: Tropical America-humid tropics. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

Boddey, R. M.; Rao, I. M.; y Thomas, R. J. s.f. Nutrient cycling and environmental impact of *Brachiaria* pastures. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

Collmer, A.; Kelemu, S.; and Bauer, D. 1994. Molecular biology of pathogenicity in *Erwinia chrysanthemi* EC16. En: Proceedings of the Fourth International Symposium on Biotechnology and Plant Protection: Bacterial Pathogenesis & Disease Resistance, World Scientific Publishing Co., Singapur.

Ferguson, J. E. 1994. Semilla de especies forrajeras tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 370 p.

Hopkinson, J. M.; Souza, F. H. D. de; Diulgheroff, S.; Ortiz, A.; y Sánchez, M. s.f. Reproductive physiology, seed production, and seed quality of *Brachiaria*. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

Kelemu, S.; Lapointe, S.; y Morales, F. 1994. Diseases and pests of wild *Arachis* species. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 95-101.

Keller-Grein, G.; Maass, B. L.; y Hanson, J. s.f. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

- Lascano, C. E.; Maass, B. L.; y Keller-Grein, G. 1994. Feeding value of shrub legumes for ruminants. Trabajo presentado en el taller "Arboles y arbustos fijadores de nitrógeno para suelos ácidos", CATIE, Turrialba, Costa Rica, 3-8 julio, 1994.
- Lascano, C. E. y Euclides, V. P. B. s.f. *Brachiaria* spp.: Nutritional quality and animal production. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)
- Lascano, C. E.; Maass, B. L.; López, E. V.; y Argel, P. J. 1994. Potential for development and priorities for research into *Leucaena* in Central and South America. Trabajo presentado en el Taller LEUCNET, Bogor, Indonesia.
- Lascano, C. E.; Maass, B.; y Keller-Grein, G. 1994. Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. International Expert Workshop on Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils. Turrialba, Costa Rica, 3-8 julio, 1994.
- Miles, J. W.; Thomas, R. J.; Lascano, C.; Fisher, M. J.; Vera, R.; y Sanz, J. I. 1994. Evaluation of *Stylosanthes* for selected farming systems of tropical America. Workshop on "Stylosanthes as a forage and fallow crop", Memorias. ILCA, Addis Ababa.
- Pizarro, E. A. P.; Valle, C. B. do; Keller-Grein, G.; Schultze-Kraft, R.; y Zimmer, A. H. s.f. Regional experiences in tropical America—savannas. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)
- Rao, I. M. y Kerridge, P. C. 1994. Mineral nutrition of forage *Arachis*. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 71-83.
- Rao, I. M.; Kerridge, P. C.; y Macedo, M. s.f. Adaptation to low fertility acid soils and nutritional requirements of *Brachiaria*. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)
- Rivas, L. 1994. Perspectivas técnicas y productivas de la ganadería en América Latina. En: Memorias del seminario "La ganadería, una industria rentable hacia el siglo XXI, CICADEP-Banco Ganadero, Río Negro, Antioquia, Colombia, agosto 10-12.
- Simpson, C. E.; Valls, J. F. M.; y Miles, J. W. 1994. Reproductive biology and the potential for genetic recombination in *Arachis*. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 43-52.

Stur, W. W.; Hopkinson, J.; y Chen, C. P. s.f. Regional experiences: Asian and the Pacific and Australia. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

Valério, J. R.; Lapointe, S. L.; Kelemu, S.; Fernández, C.; y Morales, F. s.f. Pests and diseases of *Brachiaria*. En: The biology, agronomy and improvement of *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. (En impresión.)

Otras

Argel, P. J. s.f. Maní forrajero para ganaderos y agricultores. Revista Ganadero Salvadoreño. 4 p. (para ser publicado en enero de 1995).

Carulla, J. 1994. Forage intake and N utilization by sheep as affected by condensed tannins. PhD dissertation. Universidad de Nebraska, Lincoln, NB, E.U. 97 p.

Kerridge, P. C. 1994. Tropical forages for Australia's North. En: A profit in our own country. Memorias de un taller organizado por la Fundación Crawford para la Investigación Agrícola Internacional.

Maass, B. L.; Hanson, J.; Hacker, J. B.; y Coradin, L. (eds.). 1995. Report of a Working group on tropical and subtropical forage genetic resources (Segunda reunión). Working Document no. 245. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 23 p.

13. Lista de personal

Científicos principales

PETER C. KERRIDGE, Ph.D., Agrónomo especializado en forrajes, Líder del Programa

PEDRO ARGEL, Ph.D., Agrónomo especializado en forrajes, Agronomía: México, América Central y el Caribe (Con sede en San José, Costa Rica)

JOHN E. FERGUSON, Ph.D., Agrónomo especializado en forrajes, Biología de la Semilla

SEGENET KELEMU, Ph.D., Fitopatóloga, Fitopatología

CARLOS E. LASCANO, Ph.D., Nutricionista especializado en rumiantes, Calidad del Forraje/Nutrición de Rumiantes

BRIGITTE L. MAASS, Dr. sc. agr., Especialista en germoplasma, Investigación en Recursos Genéticos

JOHN W. MILES, Ph.D., Genetista, Genética

ESTEBAN A. PIZARRO, Ph.D., Agrónomo especializado en forrajes, Agronomía: Cerrados, Brasil (Con sede en Planaltina, Brasil)

IDUPULAPATI RAO, Ph.D., Nutricionista especializado en plantas/Fisiólogo, Nutrición Vegetal

WERNER STÜR, Ph.D., Agrónomo especializado en forrajes, Proyecto Regional de Semillas de Especies Forrajeras para el Sudeste Asiático (Con sede en Los Baños, Filipinas, a partir de diciembre de 1993)

Senior Research Fellows

GERHARD KELLER-GREIN, Dr. sc. agr., Agrónomo

YOSHIMITSU SAITO, Fisiólogo, Nutrición Vegetal

Asociados de investigación

LIBARDO RIVAS, Economista, Oficina de Evaluación de Impacto

Asistentes de investigación

LUIS HORACIO FRANCO, Agrónomo, Oficina del Líder

GERARDO RAMIREZ, Estadístico, Oficina del Líder

CARLOS GUILLERMO MELENDEZ, Agrónomo, Germoplasma

JORGE LUIS BADEL, Bioquímico, Fitopatología

CLAUDIA XIMENA MORENO, Bioquímica, Fitopatología

MARTHA ESCANDON, Agrónoma, Genética

EDGAR CARDENAS, Zootecnista, Germoplasma

GUILLERMO SOTELO, Biólogo, Entomología

NELMY NARVAEZ, Zootecnista, Calidad del Forraje/Nutrición de Rumiantes

PATRICIA AVILA, Zootecnista, Calidad del Forraje/Nutrición de Rumiantes

CAMILO PLAZAS, Zootecnista, Calidad del Forraje/Nutrición de Rumiantes/Germoplasma/Genética

AIRES C. MARCELO, Agrónomo (Cerrados, Brasil)

ALFREDO VALERIO, Agrónomo, Selección de Germoplasma (América Central, Costa Rica)

JAUMER RICAURTE, Agrónomo, Nutrición Vegetal

JUAN CARLOS GRANOBLES, Agrónomo, Carimagua

Secretarias

BLANCA NHORA AGUIRRE

JULIA GOMEZ

MAGDA LAMBERT (Brasilia, Brasil)

ANA VEGA (San José, Costa Rica)

ROSAMARY MARIN

14. Colaboración

El Programa de Forrajes Tropicales desarrolla actividades colaborativas con institutos de investigación avanzados (IIA) en países tanto desarrollados como en desarrollo, con otros centros internacionales de investigación agrícola (IARC), con universidades y organizaciones nacionales gubernamentales y no gubernamentales (SNIA) en países en desarrollo, y con otros Programas y Unidades del CIAT.

Esta colaboración se presenta en actividades de investigación y desarrollo, en el desarrollo de nuevas metodologías y en la capacitación de estudiantes.

Aunque la siguiente lista está incompleta, da una idea del grado de colaboración que se presenta.

Proyecto: Recursos Genéticos de Especies Forrajeras Tropicales

IIAs

- Kew Gardens (U.K.), la Universidad de Missouri (E.U.) y otros taxónomos: Colaboración en la revisión taxonómica de los géneros de especies forrajeras tropicales y en la conservación de especies silvestres.
- Universidad de Reading (Reino Unido): En 1995 se iniciarán actividades de investigación colaborativa en la conservación de especies silvestres.
- Proyecto de la Universidad de Hohenheim y la GTZ sobre "Interacción genotipo x ambiente en la leguminosa tropical, *Desmodium ovalifolium*", en el cual se capacitan un estudiante de doctorado de Alemania y estudiantes de maestría de Alemania y Colombia.
- Otros centros de recursos genéticos de especies forrajeras, en especial CENARGEN/EMBRAPA, CSIRO (Centro Australiano de Recursos Genéticos de Especies Forrajeras Tropicales) y OFI (Oxford Forestry Institute). Hay actividades de colaboración en la adquisición de germoplasma nuevo, en el desarrollo de metodología para la conservación de recursos genéticos forrajeros y en la publicación de los resultados de caracterización de las especies forrajeras tropicales.

IARCs

Colaboración con ILRI, ICRISAT, IITA, y ICRAF en el intercambio de germoplasma.

SNIAs

Adquisición e intercambio de germoplasma. Los planes incluyen el desarrollo de investigación colaborativa y de actividades de conservación.

CIAT

Colaboración con GRU, BRU y VRU.

Proyecto: Mejoramiento de *Brachiaria*

IIAs

- La Red de Apomixis, que permite el intercambio con todos los IIAs que trabajen en el área de apomixis.
- CPNGC/EMBRAPA, investigación colaborativa con un genetista respecto a los rasgos de heredabilidad en *Brachiaria*.

IARCs

Se colabora con ILRI en la adquisición de nuevas accesiones.

SNIAs

Con diversos sistemas en la evaluación de germoplasma.

CIAT

BRU y VRU, y con los programas de Trópico Bajo y Laderas en la evaluación de germoplasma.

Proyecto: Genotipos Mejorados de *Arachis*

IIAs

Se propone actividades colaborativas con ICRISAT, CENARGEN y la Universidad de Georgia, bajo un nuevo proyecto "Preservación de especies silvestres de *Arachis*".

IARCs

ICRISAT

SNIAs

Con CENARGEN, en la adquisición de germoplasma; y con otras instituciones, en evaluación.

CIAT

GRU, BRU, VRU, SIG, y los programas de Trópico Bajo y Laderas, en evaluación.

Proyecto: Mejoramiento de *Stylosanthes*

IIAs

- Estudios colaborativos con la Universidad de Queensland y CSIRO (Australia) y con CPAC y CNPGC/EMBRAPA (Brasil) sobre la diversidad de patógenos que permitirán desarrollar cultivares de *Stylosanthes* con resistencia duradera a enfermedades; éstos se realizan con la financiación del ACIAR.
- Universidad de Cornell, E.U. Interacción informal e intercambio de materiales y métodos de investigación.

- Universidad del Estado de Kansas, E.U. Intercambio de información y de consultas.
- Universidad del Estado de Montana, E.U. Interacción para desarrollar un proyecto colaborativo que se presentará a USAID para financiación.
- National Grassland Institute, Japón. Ya se inició trabajo colaborativo sobre el papel de los hongos endofíticos en las gramíneas tropicales, y se continuará mediante un proyecto colaborativo que fue aprobado, en principio, por el Gobierno del Japón.

IARCs

Con ILRI, en evaluación

SNIAs

Con diversos institutos, en evaluación y producción de semilla

CIAT

GRU, BRU y VRU, y con los programas de Trópico Bajo y Laderas, en evaluación

Proyecto: Calidad del Forraje

IIAs

- Natural Resources Institute, Reino Unido. Investigación colaborativa sobre el valor forrajero de leguminosas arbustivas seleccionadas para suelos ácidos mediante:
 - ensayo de alimentación colaborativa (Quilichao)
 - caracterización de la pared celular de leguminosas arbustivas seleccionadas.
- IGER, Reino Unido. Trabajo colaborativo planeado mediante un proyecto conjunto que se presentó a ODA para estudio:
 - Factores antinutricionales en *Cratylia argentea*
 - Polisacáridos no amiláceos y características de fermentación de *D. ovalifolium* cultivado en diferentes ambientes
 - Taninasas de plantas y microbios
- Universidad Massey, Nueva Zelanda. Intercambio de metodología relevante al análisis de taninos en plantas forrajeras
- Universidades en los Estados Unidos (Nebraska y Kansas) y Europa (Suiza) en la capacitación de estudiantes de posgrado en el CIAT

IARCs

ILRI

SNIAs

Universidad Nacional, Bogotá, Colombia
Universidad San Marcos, Perú

CIAT

Con BRU, en metodología

Proyecto: Atributos de adaptación de especies forrajeras tropicales

IIAs

- Universidad de Hohenheim, Alemania. Proyecto de la GTZ sobre "La dinámica del fósforo en la rizosfera", para capacitar a un estudiante de doctorado e interactuar con una institución de investigación importante sobre la nutrición mineral en plantas.
- JIRCAS, Japón. Asignación de un Ecólogo especializado en plantas al PFT para estudiar la competencia entre gramíneas y leguminosas.

IARCs

Se propone investigación colaborativa con CIMMYT e ICRISAT.

SNIAs

- CORPOICA, en la persistencia de leguminosas
- EMBRAPA, en investigación sobre la fijación asociada de nitrógeno

CIAT

BRU, Unidad de Suelos, Trópico Bajo

Proyecto: Desarrollo de Componentes Forrajeros

IARCs

- ILRI, mediante la Iniciativa y el Programa Pecuario a nivel del Sistema GCIAI
- IRRI, uso de especies forrajeras en sistemas de arroz de secano

SNIAs

Hay numerosos proyectos de investigación colaborativa

CIAT

Programas de Trópico Bajo y de Laderas

Proyecto: Desarrollo Institucional

IIAs

CSIRO, colaboración en la red SEAFRAD

IARCs

ILRI, colaboración en la evaluación de especies en África Occidental

SNIAs

Con diversas entidades

CIAT

Unidad de Capacitación, Unidad de Comunicaciones

