



COLECCION HISTORICA

Informe CIAT 1983



Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Octubre 1983

El *Informe CIAT 1983* se publica en inglés y español para informar a donantes, colaboradores y el público interesado sobre los progresos de nuestro trabajo. Los resultados que aquí se describen son aquellos logrados durante el año 1982.

Se pueden solicitar informes anuales individuales (en inglés o español) para cada programa de investigación —Arroz, Frijol, Pastos Tropicales y Yuca— a la siguiente dirección:

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

ISSN 0120-3150

Octubre, 1983

3500 ejemplares en inglés; 4500 ejemplares en español.

Impreso en Estados Unidos

Cita bibliográfica:

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. *Informe CIAT 1983*. Cali, Colombia. 132 p.

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone igualmente de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, ambas en el Cauca. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus estaciones experimentales en Colombia. La subestación de 30 ha CIAT-Santa Rosa está ubicada en terrenos cedidos por la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ) cerca de Villavicencio. El CIAT también lleva a cabo investigaciones en varias sedes de instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIARI) financian los programas del CIAT.

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no necesariamente reflejan la posición de las entidades mencionadas.

Los lectores del *Informe CIAT 1983* encontrarán dos hilos entrelazados a través de toda la gruesa tela de sólido progreso técnico. La descentralización y la formación de redes que entrelazan a los programas del CIAT cada vez más firmemente con el gran lienzo de los sistemas nacionales de investigación han sido siempre componentes claves de la filosofía del CIAT. Su creciente importancia actual, sin embargo, es resultado de sustanciales progresos recientes. Los admirables logros tecnológicos que se resumen en este informe demuestran que en la sede principal se ha formado una sólida base científica, de tal manera que ahora es posible dirigirse hacia la descentralización. Esta no puede ponerse en práctica sin el fortalecimiento continuado de los programas correspondientes en los sistemas nacionales de investigación. Estos deben constituir una fuerte asociación para que las redes de actividades conjuntas puedan establecerse.

El ejemplo más patente de descentralización está en el campo del fitomejoramiento, en el cual los programas nacionales juegan un papel cada vez más importante en la selección avanzada de materiales segregantes para el desarrollo de nuevas variedades mejoradas adaptadas a sus condiciones específicas. A medida que se fortalece la participación de los programas nacionales en la generación de tecnología mejorada de producción, el papel de las redes se vuelve más importante en el sentido de que la tecnología desarrollada por varios de sus componentes es probada y compartida en un sistema de transferencia horizontal. Tales actividades de colaboración proporcionan también una vocería importante a los programas nacionales en el diseño y ejecución de viveros colaborativos internacionales de ensayo.

Otro aspecto de la descentralización, el cual se erige sobre la base de capacitación y cooperación previas, es la creciente proporción de los esfuerzos de capacitación del CIAT para

ayudar a los programas nacionales a conducir sus propios cursos en los países.

Los logros que se resumen en este informe fueron alcanzados durante un período de consolidación. En 1982, en preparación de un presupuesto reducido para 1983, fue necesario desfasar cierto número de actividades para así disminuir el número de científicos principales de 62 en 1982, a 54. El que los programas hayan seguido siendo tan productivos y los científicos tan entusiastas en su trabajo a pesar de estos dolorosos recortes, es un testimonio de la alta calidad y dedicación del personal del CIAT y del estímulo resultante de los progresos que se están logrando.



John L. Nickel
Director General

Donantes al CIAT en 1982:

Los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, España, Holanda, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y Suiza; el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); la Comunidad Económica Europea (EEC); el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA); el Fondo de la OPEP para el Desarrollo Internacional; la Fundación Ford y la Fundación Rockefeller. Además, varios proyectos especiales son financiados por algunas de tales entidades y por la Fundación W.K. Kellogg, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), y el Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (IFDC).

iv

Junta Directiva en 1982/83:

Armando Samper
Presidente Emérito de la Junta
Presidente, Centro de
Investigación de la Caña de
Azúcar (CENICAÑA)
Colombia

Reed Hertford
Presidente
Director, Programas Agrícolas y
Alimentarios Internacionales
Universidad de Rutgers, Cook
College,
Estados Unidos

Shiro Okabe
Vice-presidente
Director, Coordinación Regional
para la Investigación y el
Desarrollo de Cultivos de
Granos, Leguminosas, Raíces
y Tubérculos (Centro
ESCAP-CGPRT)
Indonesia

Eduardo Alvarez Luna
Secretaría de Agricultura y
Recursos Hidráulicos (SARH)
México

John L. Dillon
Jefe, Departamento de Economía
Agrícola y Administración
Empresarial
Universidad de New England
Australia

Fernando Gómez Moncayo
Gerente General, Instituto
Colombiano Agropecuario (ICA)
Colombia

Leobardo Jiménez Sánchez
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura
México

Roberto Junguito
Ministro de Agricultura
Colombia

Nohra de Junguito
Directora, Departamento de
Crédito y Fomento
Banco de la República
Colombia

John L. Nickel
Director General, Centro
Internacional de Agricultura
Tropical (CIAT)
Colombia

John A. Pino
Director de Agricultura,
Fundación Rockefeller
Estados Unidos

Martín Piñeiro
Centro de Investigación sobre el
Estado y la Administración
(CISEA)
Argentina

Erwin Reisch
Presidente, Centro Científico de
Agricultura en los Trópicos y
Subtrópicos
Universidad de Hohenheim
República Federal de Alemania

Fernando Sánchez Torres
Rector, Universidad Nacional
de Colombia
Colombia

Mariano Segura
Director, Instituto Interamericano
de Cooperación Agrícola (IICA)
Venezuela

John A. Spence
Funcionario Principal de Asuntos
Económicos (Ciencia y
Tecnología), Oficina de las
Naciones Unidas para el Caribe
Trinidad y Tobago

William Tossell
Decano de Investigación,
Universidad de Guelph
Canadá

Elmar Wagner
Director, Centro de Investigación
Agrícola de los Cerrados (CPAC)
Instituto Brasileño de
Investigación Agrícola
(EMBRAPA)
Brasil

Mandato del CIAT

El propósito y enfoque del CIAT—uno de los varios centros de investigación agrícola bajo la tutela del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR)—aparecen en la siguiente declaración de objetivos:

Generar y distribuir, en colaboración con instituciones nacionales y regionales, tecnología mejorada que contribuya al incremento de la producción, productividad y calidad de determinados productos agrícolas de los trópicos —principalmente en los países de América Latina y el Caribe— de tal manera que permita a los productores y consumidores de esos productos, especialmente aquellos con recursos limitados,

aumentar su poder adquisitivo y mejorar su nutrición.

La estrategia del CIAT para cumplir estos objetivos se resume en las siguientes declaraciones que se refieren al énfasis en recursos, productos agrícolas materia de investigación, papel institucional y alcance de sus actividades.

Énfasis en recursos. La estrategia del CIAT hace énfasis en incrementar la producción a través de una mayor productividad de los recursos en fincas donde éstos son limitados y en terrenos subaprovechados. Al contribuir al mejoramiento de la productividad en fincas

pequeñas y medianas, el Centro busca el incremento del ingreso y del empleo rural, precios de la comida estables y moderados, y mejores dietas, especialmente para las gentes de bajos ingresos del campo y la ciudad. La tecnología que contribuye a la expansión de la producción de cultivos apropiados en las tierras marginales menos fértiles hace posible que se liberen las tierras más fértiles y próximas a las ciudades para cultivos intensivos. Así se hace más eficiente la producción agropecuaria pues se aprovechan tanto las tierras fértiles como las infértiles para suplir la demanda del mercado.



Todas las actividades del CIAT se consideran complementarias de aquellas de otras organizaciones nacionales e internacionales.

Selección de los productos.

Los productos agrícolas materia del mandato del CIAT son predominantemente productos de primera necesidad.

Cada producto tiene uno o más de los siguientes atributos: Es una fuente relativamente barata de calorías; es una fuente relativamente barata de proteínas; es un componente relativamente importante de la canasta familiar de los consumidores de bajos ingresos en el área geográfica materia de énfasis. Los productos son seleccionados por su potencial de aumento en productividad y en ingresos de los agricultores con recursos limitados y/o su contribución al incremento de la producción en terrenos cultivados existentes o en las áreas de frontera agrícola.

Papel institucional. Una premisa básica de la estrategia del CIAT es que éste representa tan sólo un pequeño segmento de la matriz del desarrollo e investigación agrícolas. Todas las actividades del Centro, por lo tanto, son vistas como un complemento de aquellas de otras organizaciones. El enlace con otras actividades íntimamente relacionadas es esencial para el desarrollo de redes de investigación efectivas que aprovechan las economías de escala en la investigación de los productos elegidos. Tales

redes incluyen los siguientes grupos: sistemas nacionales de investigación y extensión, instituciones especializadas de investigación y programas internacionales relacionados.

El intercambio más importante ocurre con los sistemas nacionales de investigación. En asociación con estos sistemas, el CIAT se concentra en aquellas actividades para las cuales tiene ventajas comparativas y cuyos resultados sean susceptibles de transferencia internacional. Tales actividades incluyen la organización de bancos de germoplasma; preselección, cruzamiento y selección en gran escala; desarrollo de metodología y servicios de información. El CIAT procura fortalecer la colaboración y promover la transferencia horizontal de tecnología entre los programas nacionales a través de la ayuda al desarrollo y fortalecimiento de las redes de investigación.

Sus dinámicos programas de capacitación y conferencias sirven para fortificar los sistemas nacionales de investigación, al igual que las redes.

Las instituciones básicas de investigación, tanto en los países desarrollados como en los aquellos en desarrollo, están en permanente contacto con el CIAT para aportar servicios especializados e insumos

científicos que complementen y refuercen la investigación del CIAT, más orientada hacia la solución de problemas.

El principio de complementariedad también se aplica a otras instituciones internacionales, especialmente a los centros que forman parte del CGIAR. A través de foros informales y acuerdos formales, la cooperación y la división del trabajo se definen para aprovechar al máximo las ventajas comparativas y reducir a un mínimo la duplicación de esfuerzos.

Alcance de las actividades.

Los esfuerzos del CIAT se enfocan principalmente a los trópicos americanos. Los productos que investiga se seleccionan por su importancia en la región. Sin embargo, debido a que dentro del sistema CGIAR el Centro ha recibido responsabilidades más amplias relativas a algunos productos, el CIAT hace una distinción entre responsabilidades funcionales con base en las categorías: (1) Principal; (2) Regional.

Principal. Para aquellos productos encomendados al CIAT a nivel principal, asume las siguientes responsabilidades:

1. Organizar, mantener y hacer asequible la colección mundial de germoplasma;



vii

2. Llevar a cabo investigaciones especializadas y estratégicas;
3. Generar componentes de tecnología de producción mejorada para sistemas nacionales de investigación y generar actividades cooperativas con ellos en todas las regiones en desarrollo donde los productos agrícolas sean importantes y otro centro del CGIAR no haya asumido responsabilidades regionales;
4. Proporcionar capacitación en servicio a profesionales de las áreas especializadas o estratégicas de investigación a un nivel global;
5. Proporcionar capacitación en servicio y orientada hacia la producción para profesionales de países donde ningún otro centro del CGIAR tenga responsabilidades regionales;

6. Recopilar, procesar y diseminar información sobre el producto agrícola a nivel global;
7. Apoyar las actividades, si las hay, de otras instituciones con responsabilidad regional por el producto agrícola.

Regional. Esta categoría se aplica cuando un centro del CGIAR tiene responsabilidad principal por un producto agrícola, y en estrecha cooperación con ese centro, CIAT asume ciertas responsabilidades, especialmente las número 3 y 5. Junto con los sistemas nacionales de investigación, identifica los principales problemas de la producción y, en colaboración con el centro responsable por el producto, busca facilitar las actividades que se requieran para solucionar aquellos problemas.

Mandato Actual

Para lograr los objetivos y aplicar la estrategia descrita anteriormente, y, teniendo en cuenta los resultados de estudios socio-económicos y los mandatos de otros centros, los programas del CIAT han evolucionado hasta involucrar en la actualidad las siguientes responsabilidades:

1. Responsabilidad principal por frijol (*Phaseolus vulgaris* y especies relacionadas) y yuca (*Manihot esculenta*);
2. Responsabilidad principal por pastos tropicales (responsabilidad específica a los suelos ácidos e infértiles de los trópicos americanos);
3. Responsabilidad regional por arroz (responsabilidad específica en los trópicos americanos).

	<i>Página</i>
Programa de Frijol	1
Resumen de los Logros	4
Base de Germoplasma para el Mejoramiento Genético	4
Identificación y Desarrollo de Características Deseables	8
Recombinación en Cultivares Comerciales Deseables para Localidades Específicas	13
Actividades de la Red Internacional	21
Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados	26
Programa de Yuca	27
Resumen de los Logros	29
Mejoramiento de Germoplasma para las Zonas Edafoclimáticas	31
Protección de las Plantas para Mejorar la Productividad del Cultivo	36
Efecto del Suelo y de la Nutrición de la Planta en el Crecimiento del Cultivo	43
Mejoramiento de la Utilización de la Yuca	46
Actividades de Cooperación Internacional	48
Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados	50
Programa de Arroz	51
Resumen de los Logros	55
Sistemas de Producción de Arroz de Riego	55
Sistemas de Producción de Arroz de Secano	61
Actividades de la Red Internacional	66
Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados	68
Programa de Pastos Tropicales	69
Resumen de los Logros	71
Base de Germoplasma para el Mejoramiento de Forrajes	73
Desarrollo de Tecnología para el Ecosistema de los Llanos	74
Desarrollo de Tecnología para el Ecosistema de los Cerrados	81
Investigación Asociada sobre Mejoramiento de Pasturas	85
Actividades Internacionales	89
Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados	91
Unidad de Semillas	93
Capacitación Científica y Comunicación	99
Capacitación Científica y Conferencias	100
Comunicación e Información	101
Estados Financieros	107
Personal Principal y Profesional	113
Información del CGIAR	120

A photograph showing two men working in a field. In the foreground, a man with a beard, wearing a yellow and green plaid shirt and light-colored trousers, is kneeling on the dark soil. He is holding a long, thin wooden pole vertically. In the background, another man wearing a light-colored short-sleeved shirt, blue trousers, and a wide-brimmed hat stands holding a hoe. The field is filled with rows of small green plants, and a line of trees is visible in the distance under a cloudy sky.

Se asigna primera prioridad al mejoramiento genético de características deseables y luego, a la combinación de éstas para satisfacer las necesidades específicas de cada localidad y las preferencias del consumidor.

2 **D**entro del marco del enfoque del CIAT con respecto al desarrollo agrícola, el objetivo del Programa de Frijol es desarrollar, en estrecha colaboración con las agencias nacionales de investigación y desarrollo agrícola, tecnología que aumente la producción y productividad del frijol.

La abundante información recopilada por el CIAT y sus colaboradores muestra que la gran mayoría de productores de frijol en el trópico y subtropico son pequeños agricultores con capital limitado y acceso restringido al crédito y a información técnica que eleve su productividad. Los rendimientos actuales son bajos: en los países de América Latina oscilan entre 350 y 1200 kg/ha, con un promedio de 550. La productividad en otras regiones principales productoras de frijol en África y el Medio Oriente también se encuentra dentro de este rango. Sin embargo, los agricultores han demostrado que se pueden obtener rendimientos potenciales de más de 3000 kg/ha.

Los principales factores responsables de estos bajos rendimientos son las enfermedades y las plagas; por ejemplo, se han identificado más de 200 enfermedades y especies de plagas que pueden causar daños económicos significativos a *Phaseolus vulgaris*. Otros problemas existentes incluyen las siembras tradicionales a baja densidad y la renuencia de los agricultores a usar fertilizantes para corregir los suelos pobres debido al riesgo de que las enfermedades o la sequía pudieran afectar el cultivo.

Como consecuencia, el Programa de Frijol del CIAT le asigna prioridad al mejoramiento del frijol en términos de su rendimiento a través del tiempo; esto se logra desarrollando variedades con resistencia múltiple a enfermedades y plagas y con niveles aceptables de tolerancia a la sequía. A un plazo más largo, el Programa de Frijol busca desarrollar plantas de frijol genéticamente tolerantes a suelos moderadamente ácidos y con una mejor capacidad de fijación simbiótica de N_2 . Igualmente, el Programa busca mejorar las prácticas de cultivo para favorecer aún más a las variedades. En todos sus

esfuerzos de desarrollo tecnológico, el Programa de Frijol se concentra en los problemas de producción que tiene el pequeño agricultor y hace énfasis en el concepto de insumos mínimos comprados, con el fin de asegurar que la tecnología esté al alcance del productor de frijol. Sin embargo, el Programa también colabora con productores grandes en países tales como Argentina, Brasil, México y Kenia.

Para que tengan una amplia aceptación, las nuevas variedades deben satisfacer las preferencias del consumidor en lo que respecta al tamaño y color de la semilla y deben ajustarse a los sistemas de cultivo de los agricultores, los cuales con frecuencia incluyen maíz en asociación directa o en relevo. Dichas necesidades a veces obstaculizan el uso de variedades que son las más resistentes a enfermedades y plagas y las más rendidoras, provenientes de los esfuerzos de mejoramiento del cultivo.

Dada la diversidad de sistemas de cultivo, zonas ecológicas y preferencias del consumidor es evidente que el éxito del mejoramiento solamente se puede lograr mediante un doble enfoque. En primer lugar, el Programa identifica y desarrolla material parental promisorio y otros elementos básicos de tecnología de producción; luego, con base en estos materiales, los programas nacionales colaboradores en frijol desarrollarán sus propias variedades mejoradas de frijol y prácticas culturales acompañantes que estén acordes con sus necesidades particulares. Dicha descentralización en la investigación exige un alto nivel técnico en los programas nacionales. Para lograr esto y fomentarlo, el Programa adelanta esfuerzos extensos y continuos en el desarrollo de recursos humanos para desarrollar una verdadera colaboración internacional.

En 1982, el décimo año de trabajo en frijol por el CIAT, el Programa de Frijol presentó secciones dedicadas al mejoramiento genético, patología, entomología, microbiología, calidad nutricional, agro-nomía, investigación a nivel de finca, economía, evaluación internacional y colección/sistematización de germoplasma. El desarrollo de tecnología se logra en tres fases generales. Primero se estudian los



La colaboración estrecha con el programa nacional colombiano de leguminosas del ICA permite la evaluación del germoplasma en ambientes contrastantes. En ICA-Obonuco a 2700 msnm, por ejemplo, se está experimentando con cultivos asociados de frijol y maíz.

factores limitantes de la producción y las prioridades de investigación; luego, éstos se manejan mediante el desarrollo genético sistemático de los máximos niveles de expresión de la característica deseada. Finalmente, las líneas resultantes con altos niveles de características específicas se utilizan, tanto en el CIAT como a nivel nacional, para obtener recombinaciones de factores múltiples en cultivares de frijol comercialmente aceptables.

Las líneas recién desarrolladas entran en un esquema de viveros para evaluación uniforme, conformado por tres etapas:

1. VEF *Vivero del Equipo de Frijol. Evaluación de la adaptación ecológica y resistencia a enfermedades.*
2. EP *Ensayo Preliminar de Rendimiento. Conformación de las resistencias a enfermedades y evaluación del rendimiento potencial y calidad de la semilla.*
3. IBYAN *Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol. Evaluación internacional en varias áreas agroecológicas.*

Los tres viveros se adelantan con base en el año calendario. Los programas nacionales también incluyen a sus mejores líneas híbridas dentro de este esquema de evaluación para ayudar a que los materiales superiores estén libremente disponibles a

cualquiera que desee recibir los viveros completos o selecciones de ellos. En el CIAT hay informes anuales separados que incluyen los resultados de estos viveros.

Dentro de la red internacional también se evalúa ante un complejo de razas de patógenos una serie de viveros para identificar fuentes de alta resistencia a enfermedades y plagas y la adaptación parental a áreas específicas. También se organizan viveros internacionales para sequía, fijación de nitrógeno (cepas de *Rhizobium* como también líneas de frijol) y enfermedades y plagas seleccionadas que no se presentan en Colombia.

Las agencias nacionales colaboradoras ya tienen una mayor capacidad para desarrollar líneas de frijol exclusivamente aptas para los diversos limitantes y sistemas de la producción y preferencias del consumidor. Esto le permite al Programa dedicarle más atención al desarrollo de poblaciones segregantes y progenies en generaciones tempranas para regiones específicas productoras de frijol, para su posterior evaluación y selección por los programas nacionales colaboradores. Por consiguiente, el Programa de Frijol está rápidamente alcanzando la etapa en la cual la ya firmemente establecida red internacional de investigación de frijol se convierte en un programa internacional de investigación de factores interdependientes.

Resumen de los Logros

Hasta el momento, el Programa de Frijol ha identificado materiales parentales mejorados para ayudar a superar los principales factores limitantes de la producción. Durante los últimos 2 años, se ha incorporado en todas las líneas que salen del CIAT resistencia al virus del mosaico común, una de las principales enfermedades. El mejoramiento genético por resistencia a la mancha foliar angular y a la mancha foliar por *Ascochyta*, al virus del mosaico dorado del frijol, al añublo bacteriano común y a la roya, entre otras, ya ha resultado en variedades de frijol resistentes a estas enfermedades. Se han logrado progresos similares en el mejoramiento genético por resistencia a plagas como el picudo de la vaina, las moscas blancas, los gorgojos y los saltahojas (lorito verde). Se han desarrollado nuevos tipos de planta con arquitectura mejorada; se han mejorado líneas de frijol con una mayor capacidad para fijar nitrógeno atmosférico; y se han identificado líneas con un comportamiento superior en condiciones de deficiencia de fósforo.

Un gran número de líneas mejoradas que combinan hasta cinco características deseadas han avanzado exitosamente por toda la serie de ensayos de

evaluación del Programa de Frijol. Hay líneas mejoradas comercialmente aceptables que ya están disponibles para casi todas las principales áreas productoras de frijol en América Latina y el Caribe y se están probando extensivamente en África.

Para finales de 1982, siete países colaboradores ya habían lanzado un total de 13 variedades comerciales con base en materiales recibidos del CIAT. Otras 12 líneas habían sido identificadas por ocho países como variedades para su lanzamiento en corto tiempo y se encontraban en la etapa de multiplicación de semillas. Adicionalmente, 24 líneas promisorias se encontraban en evaluaciones avanzadas en 10 países. Los tres principales países productores de frijol en América Latina, Argentina, Brasil y México, ya han lanzado líneas mejoradas del CIAT en la forma de nuevas variedades. En Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras y México hay variedades mejoradas que ya han llegado a nivel del agricultor en donde están comenzando a tener un impacto en la producción total. En África, en Burundi y la República de Sur África, se acaban de lanzar las primeras líneas de frijol.

Base de Germoplasma para el Mejoramiento Genético

El frijol *Phaseolus* está distribuido en todo el mundo: se cultiva en el trópico, subtropico y en las zonas templadas y en muchas regiones se considera alimento básico. Aunque se han descrito más de 30 especies de *Phaseolus*, solamente se cultivan cuatro de los cuales el frijol común, *P. vulgaris*, es el que cubre un área cultivable más extensa. Las tres especies cultivadas restantes incluyen *P. coccineus*, *P. acutifolius* y *P. lunatus*.

Dentro del sistema de centros internacionales, el CIAT tiene la responsabilidad por la colección y preservación del género *Phaseolus*. A finales de

1982, seis años después de asumir formalmente esta responsabilidad, el banco de germoplasma del CIAT presentó más de 32,000 accesiones que abarcan las cuatro especies cultivadas, sus ancestros silvestres y las especies no cultivadas (Cuadro 1). Este germoplasma ha sido obtenido mediante donaciones de bancos nacionales de germoplasma y expediciones de colección realizadas a centros de origen y dispersión. En el banco también están incluidas las progenies más promisorias resultantes de los esfuerzos de hibridación del CIAT.

Además de la tarea obvia de coleccionar cuanto sea

En un ensayo regional en Colombia, pequeños agricultores en el pueblo de Pescador desgranaban frijol de pequeñas parcelas de evaluación para medir la respuesta a la fertilización con roca fosfórica.



5

posible de la diversidad existente en frijol *Phaseolus*, con el fin de evitar la pérdida de la variabilidad genética, un reto fundamental es medir o cuantificar la variabilidad del germoplasma, especialmente para el frijol común. Otro de los retos es hacer un uso efectivo de las especies relacionadas (bancos terciarios de genes), como un medio no solamente para mejorar el frijol común sino también para explorar la posibilidad de cultivar aquellas especies en ambientes en donde *P. vulgaris* no se puede adaptar o presenta muchas limitaciones. Una mejor comprensión de la variabilidad real y de las relaciones filogenéticas constituirá una herramienta poderosa para los mejoradores de frijol en el uso más eficiente de germoplasma disponible.

Origen y Representación en la Colección del CIAT

La distribución de *P. vulgaris* como cultivo va desde los 0 hasta los 3000 msnm y desde 0 a 42° de latitud N y S, requiriendo una amplia variabilidad genética.

Los descubrimientos arqueológicos en Mesoamérica y la disponibilidad de un gran número de formas silvestres ancestrales y no cultivadas en este género indican que el área de México/Guatemala es el centro del origen del frijol común. Sin embargo, desde las expediciones de Colón, el frijol común se encontraba geográficamente disperso y, por lo tanto, se ha adaptado a muchas áreas nuevas fuera de las Américas. Esto ha resultado en varios centros secundarios de dispersión que, en muchos casos, tienen 400 años de edad. Cerca del 70% de las 29,000 accesiones de *P. vulgaris* en el banco de germoplasma del CIAT tienen su origen en las Américas, pero casi 9000 accesiones han sido obtenidas de Europa, África y Asia/Oceanía (Cuadro 2). Dichos materiales también son fuentes para adaptación local en los programas de mejoramiento. Los esfuerzos activos de colección de *P. vulgaris* continúan teniendo alta prioridad en el CIAT en colaboración estrecha con el Consejo Internacional de Recursos

Cuadro 1. Colección de frijol *Phaseolus* existente en el CIAT (diciembre 1982).

Especies	Accesión (no.)
Especies cultivadas y sus antecesores silvestres	
<i>P. vulgaris</i>	28,874
<i>P. lunatus</i>	2,344
<i>P. coccineus</i>	1,082
<i>P. acutifolius</i>	148
Especies silvestres no cultivadas (10 especies)	84
Total	32,532

Cuadro 2. Origen geográfico del germoplasma de *Phaseolus vulgaris* mantenido en el CIAT.

Región	Accesiones (no.)
América del Norte	9568
América Central	5217
El Caribe	84
América del Sur, zona Andina	3692
América del Sur, zona no Andina	1361
Europa	6463
África	2065
Asia/Oceanía	424
Total	28,874

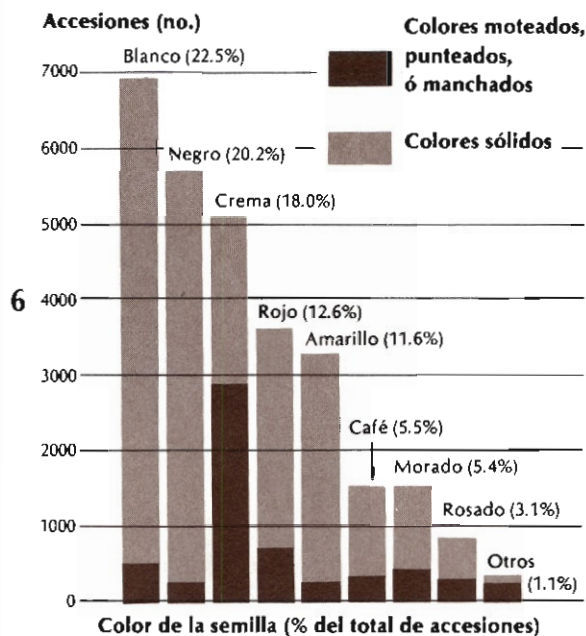


Figura 1. Distribución del color de la semilla de las accesiones del banco de germoplasma de *P. vulgaris*.

Fitogenéticos (CIRF)¹, con énfasis especial en áreas con un avanzado estado de erosión genética y con una alta probabilidad de encontrar ecotipos y formas silvestres del cultivar.

Procesamiento de las Nuevas Accesiones

En el CIAT se reciben y multiplican muestras pequeñas de semilla de nuevas accesiones en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el cual tiene la responsabilidad nacional de los controles fitosanitarios. Como la calidad de la semilla es de primordial importancia, la primera multiplicación es lenta y laboriosa y se procesan alrededor de 700 accesiones en cada uno de los cuatro ciclos anuales. La semilla resultante se lleva a un campo aislado en una área seca donde la incidencia de bacterias y hongos es baja. Después de una

segunda multiplicación, se les suministra a los fitomejoradores las muestras de semilla para la identificación de los progenitores potenciales. La semilla restante se almacena y parte de ella se utiliza para la caracterización morfoagronómica. Hasta la fecha, aproximadamente 15,500 accesiones — más del 50% de la colección actual de germoplasma — han pasado por la etapa de multiplicación de semilla.

Caracterización Morfoagronómica del Banco Primario de Genes

En el proceso de caracterización morfoagronómica, cada accesión se describe en términos de 27 variables, incluyendo información sobre su colección, identificación taxonómica y características heredables fácilmente observables. Hasta la fecha, más de 12,000 accesiones han sido caracterizadas y la información se mantiene en archivos de computador.

Para producir líneas de frijol mejoradas y comercialmente viables, la descripción del tamaño, la forma, el color y el brillo de la semilla son variables importantes para el mejorador de frijol. La Figura 1 resume la distribución del color de la semilla de todas las accesiones de frijol común actualmente disponibles en el banco de germoplasma. Los datos sobre la caracterización se están utilizando para agrupar las accesiones de germoplasma de acuerdo con valores similares para varios parámetros. Esto le ayudará a los mejoradores en la selección de progenitores con una base genética ampliamente diferente.

Evaluación de la Utilidad Potencial de los Bancos Secundarios y Terciarios de Genes

Aunque el banco de genes primarios (i.e., cultivares y ecotipos existentes) de *P. vulgaris* contiene una variabilidad genética considerable, se podría aprovechar un amplio grado de variabilidad adicional del banco de genes secundarios (i.e., materiales relacionados o ancestros silvestres) de la especie o

¹ Muchas de las expediciones de colección organizadas por el CIAT son copatrocinadas por el CIRF, desde 1978, dichos viajes de colección copatrocinados incluyeron expediciones a México, la Península Ibérica, Perú, Brasil y varios países africanos. En 1982, el CIRF ha ampliado considerablemente su capacidad para contribuir a la colección de varias especies de cultivo en América Latina —incluyendo el frijol común— con la asignación de un funcionario regional de CIRF ubicado en el CIAT. Las colecciones futuras se concentrarán en México y en las tierras altas Andinas.

La respuesta del CIAT al reto de aumentar la producción agrícola es modificar la composición genética de la planta como alternativa que requiere insumos de bajo costo.

7

incluso del banco de genes terciarios (i.e., otras especies que pueden intercambiar genes con el cultivar a pesar de algunas barreras genéticas).

El banco de genes secundarios de *P. vulgaris* ya ha probado ser de mucha importancia como fuente de resistencia a los insectos del grano almacenado (véase el Informe CIAT 1982). Para explorar la posibilidad de tener acceso al banco de genes terciarios, el CIAT y la Universidad de Gembloux (Bélgica) están colaborando en un proyecto que tiene el objetivo de aumentar la variabilidad del frijol común mediante la hibridación interespecífica con otras especies del género, especialmente *P. coccineus*.

Distribución de Semilla

En su operación de manejo del germoplasma, el Programa de Frijol del CIAT le suministra semilla y servicios de información relacionados con semillas a investigadores de frijol que lo soliciten. En el período 1977-1982, se procesó un total de 262 solicitudes provenientes de todas partes del mundo, para casi 22,000 muestras de frijol. Además, el banco despachó a la Red de Frijol del CIAT más de 45,000 muestras para su selección preliminar en viveros de plagas y enfermedades.

El Proyecto de Frijol para América Central sirve de enlace entre los programas nacionales y el CIAT en el desarrollo y lanzamiento de variedades mejoradas para producción a nivel comercial (izquierda). Estos cultivares, los cuales conllevan un paquete de características deseables, son el resultado de los continuos y prolongados esfuerzos de mejoramiento de los institutos nacionales e internacionales, como son los llevados a cabo en el CIAT por la Universidad de Gembloux, Bélgica (derecha).



Identificación y Desarrollo de Características Deseables

Una gran proporción del diferencial entre los rendimientos potenciales y los reales se debe a los numerosos factores bióticos y edáficos que limitan severamente la producción de frijol en América Latina y África.

Una manera de confrontar dichos factores negativos que influyen en la producción es por intermedio del control mejorado del ambiente, utilizando insecticidas, fungicidas, riego, drenaje, fertilización y similares. Sin embargo, el agricultor promedio de América Latina —un pequeño agricultor— no puede absorber los altos costos de los insumos externos que exige este enfoque.

Un enfoque más realista y enfatizado por el Programa de Frijol, es manejar estos factores mediante la modificación de la composición genética de la planta, permitiéndole a la planta que los resista en forma natural. Esto implica la incorporación en la planta de frijol, de características deseables tales como resistencias a enfermedades, a la sequía y otras. Esta es la respuesta del CIAT al reto de aumentar la producción agrícola. Claramente, es una alternativa de bajos insumos externos; ofrece rendimientos moderadamente altos y estables; es bondadosa con el ambiente; implica un bajo riesgo para el productor, y es aplicable por el agricultor de escasos recursos. Aún no ha sido posible encontrar niveles de resistencia o tolerancia suficientes para resolver genéticamente todos los principales factores limitantes.

El proceso de mejoramiento genético utilizado por el Programa de Frijol sigue dos fases distintas y consecutivas: *mejoramiento de características* —el desarrollo de un alto nivel de expresión estable de características individuales en las líneas de frijol, sin considerar el color y los tamaños de la semilla (esta sección); y *recombinación de características* —el desarrollo de cultivares que incorporan una combinación de características mejoradas y satisfacen los requerimientos agronómicos y del consumidor espe-

cíficos para la región productora en referencia (siguiente sección).

El proceso de asignación de prioridades a las características para su posterior mejoramiento va más allá de la mera consideración de los beneficios económicos (rendimientos) que han de ser cose-

Cultivares resistentes ó con resistencia intermedia (%)

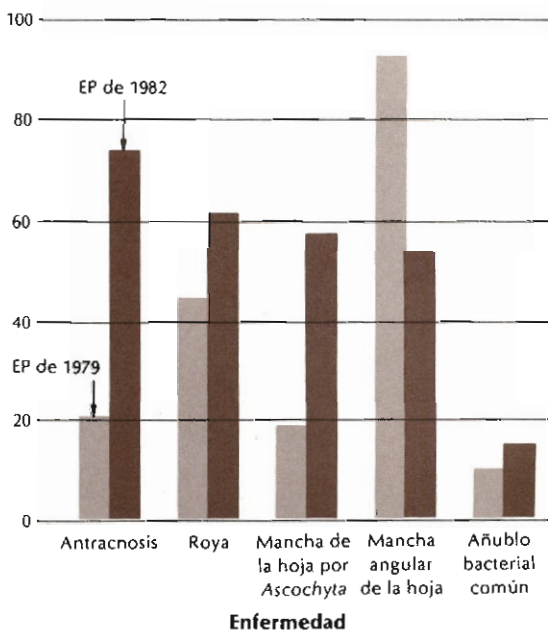


Figura 2. Comparación entre el porcentaje de cultivares resistentes y de resistencia intermedia a varias enfermedades en el EP de 1979 (total de 180 cultivares) y en el EP de 1982 (total de 304 cultivares). La técnica usada para identificar la mancha angular de la hoja se estableció en propiedad después de 1979. Por lo tanto, el 53.6% reportado en 1982 es una cifra más precisa.

Antes de pasar a la fase de recombinación genética, se evalúa cuidadosamente el germoplasma para identificar características deseables, tales como la resistencia a plagas y enfermedades.

chados de las variedades mejoradas. Para asegurarse la búsqueda de la protección contra dichas plagas que son ampliamente distribuidas y devastadoras como la antracnosis y los saltahoja —que pueden destruir completamente un cultivo de frijol— se ha movido a la parte superior de la lista de prioridades, la búsqueda de resistencia genética a estos problemas. Sin embargo, un problema menos disperso —el añublo bacteriano— tiene igual importancia ya que es virtualmente imposible controlarlo por cualquier otro medio. Aunque el virus del mosaico común del frijol (BCMV), enfermedad transmitida por semilla, causa pérdidas de rendimiento menos severas que otras enfermedades, la resistencia genética contra ella tiene una alta prioridad ya que elimina una de las barreras fitosanitarias más importantes para el libre movimiento internacional de semilla de frijol.

Otro criterio para la asignación de prioridades es el representado en el caso de la mustia hilachosa, una enfermedad devastadora en los trópicos húmedos más bajos, la cual limita efectivamente la producción de frijol en estas regiones. Hasta el momento solo se han identificado bajos niveles de resistencia en el germoplasma; y falta una metodología confiable de selección por resistencia a la enfermedad. Estas razones y el hecho de que no ha sido estudiada en otras partes, lo cual proporcionaría información como punto de partida hizo que el CIAT tradicionalmente relegara la mustia hilachosa a una prioridad secundaria. Sin embargo, recientemente, después de que se han obtenido progresos alentadores con resistencias a enfermedades de alta prioridad, el Programa de Frijol ha logrado prestarle mayor atención a la mustia hilachosa.

Estas variadas consideraciones le ayudan al Programa a ponerle algún orden al amplio espectro de enfermedades y plagas que atacan al frijol en el trópico donde no ocurren inviernos fuertes que reduzcan las incidencias de las plagas, y en donde con frecuencia existen patógenos aislados más virulentos que en las zonas más frías. Con tantos factores bióticos compitiendo por recibir atención, fácil-



mente se puede observar por qué primero es necesario hacer énfasis en la resistencia a enfermedades heredadas en forma sencilla, lo cual resulta en soluciones rápidas que pueden ser de duración relativamente corta pero, sin embargo, proporcionan la oportunidad para atacar simultáneamente una serie de problemas bióticos y ganar tiempo para desarrollar tipos de resistencia más estables favorecidos por métodos de control integrado que reduzcan la dependencia en los altos niveles de resistencia. Además, las resistencias a las plagas no son las únicas características que requieren atención: factores igualmente importantes están relacionados con el uso de los nutrientes disponibles, la tolerancia a la sequía, la capacidad de fijación de nitrógeno y las características de arquitectura.

En la Figura 2 se muestra el progreso continuado en el mejoramiento de características, comparando los porcentajes de las respectivas entradas que eran ó resistentes, ó moderadamente resistentes a la mancha foliar angular, la antracnosis, la mancha foliar por *Ascochyta*, añublo bacteriano y roya en el primer EP realizado en 1979 y en el de 1982.

Ya hay un alto porcentaje de las líneas nuevas de frijol producidas en el CIAT que son resistentes a las enfermedades de alta prioridad. Con la disponibilidad de un banco considerable de líneas —que representan una diversidad de tipos comerciales de frijol resistentes a cualesquiera de las enfermedades prioritarias— el Programa de Frijol ha alcanzado la etapa en que muchas de las bases para el desarrollo de las líneas comerciales, que satisfacen los requie-

rimientos agronómicos y del consumidor para la mayoría de las regiones productoras de frijol, están en su lugar.

A continuación sigue un resumen del estado del mejoramiento de características en el Programa de Frijol, con énfasis especial en los logros obtenidos en 1982.

Mancha foliar angular. La evaluación extensiva en Argentina y Brasil de un gran número de nuevas líneas de frijol con diferentes fuentes de resistencia, ha permitido diferenciar razas del hongo causal de la mancha foliar angular, *Isariopsis griseola*, en Argentina, Brasil y Colombia. Aunque las líneas del CIAT A 160, A 210 y BAT 332 son resistentes en Colombia, en Brasil son susceptibles; lo contrario ocurre para las líneas A 339 y A 340. Las líneas A 140 y A 154, entre otras, son resistentes en ambos países.

Antracnosis. En Europa, América del Norte y algunas regiones de América Latina se han cultivado extensiva y exitosamente cultivares de frijol resistentes a la antracnosis. Muchos de éstos, especialmente Cornell 49-242, han sido utilizados como fuentes de resistencia a esta enfermedad. Sin embargo, la resistencia conferida por estas fuentes en muchas regiones de América Latina y África, es efectiva solamente por períodos cortos o no es efectiva. Los datos obtenidos muestran que la variación patogénica presente en América Latina es mucho mayor que la que ocurre en regiones templadas. Por consiguiente, algunos cultivares con resistencia a todas las razas conocidas en Europa y en los Estados Unidos (BAT 841, BAT 44, Amapola del Camino) son susceptibles a varios aislados mejicanos del patógeno *Colletotrichum lindemuthianum*, tanto en condiciones de campo como de invernadero.

Para identificar fuentes de resistencia nuevas y ampliamente aplicables, desde 1978 se han evaluado 15,500 líneas de frijol. Varias de éstas, incluyendo las líneas G 2338, G 3991, G 4032, G 5653, G 6975, G 7199, G 8519 y G 1106, también son resistentes a la mancha foliar angular. Después de una serie

de ensayos, estas fuentes recién identificadas han mantenido su resistencia en condiciones de campo en varias localidades de América Latina; en condiciones de invernadero, han mantenido su resistencia contra aislados de diferentes partes del mundo. Estas fuentes de resistencia representan un rango de colores de grano, hábitos de crecimiento y orígenes geográficos y, actualmente se están utilizando en los bloques de cruzamientos. Las líneas que ya han sido desarrolladas combinan hasta cuatro fuentes diferentes de resistencia a la antracnosis.

El Programa también está investigando los niveles intermedios de resistencia y la resistencia relacionada con ciertas etapas del desarrollo de la planta de frijol. En la investigación de este último tópico, las plántulas de ICA-Llanogrande (E 1056), una variedad resistente en condiciones de campo en áreas endémicas en antracnosis, mostraron una notable reacción susceptible cuando se inocularon en condiciones de invernadero. Sin embargo, las plantas de más de 3 semanas de edad solamente presentaron una susceptibilidad ligera o no fueron afectadas por antracnosis en condiciones de invernadero, lo cual sugiere alguna forma de resistencia de las plantas adultas. Los trabajos en este aspecto siguen en desarrollo.

Virus del mosaico común del frijol (BCMV).

En 1982, el Programa de Frijol confirmó la disponibilidad de líneas resistentes al BCMV con semillas de color rojo, rompiendo exitosamente el ligamento negativo existente entre la susceptibilidad al BCMV (gene I) y el color rojo de la cubierta de la semilla. Con esto, Canario sigue siendo el único tipo importante de grano para el cual no se ha logrado identificar resistencia al BCMV. Debido a la importancia de las cepas necróticas del BCMV en áreas seleccionadas productoras de frijol como Chile y África Oriental, el Programa ha intensificado el desarrollo de líneas adaptadas al trópico que contengan la resistencia al BCMV conferida por el gene I, en combinación con los genes recesivos, una combinación que confiere más resistencia estable.

Figura 3. Se han encontrado líneas seleccionadas en el CIAT con resistencia a la roya a través de muchas localidades. Algunas, (arriba), se caracterizan por pequeñas pústulas (300 micrones). Los datos preliminares recolectados indican que aún bajo una presión fuerte por roya, el rendimiento de estas líneas no se afecta, mientras, el rendimiento de líneas susceptibles, caracterizadas por pústulas grandes (500 micrones ó más) se reduce considerablemente.

Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).

El mejoramiento por resistencia al BGMV se inició en 1975 con la evaluación de accesiones de germoplasma en América Central y Brasil. En un programa colaborativo con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en Guatemala, se seleccionaron híbridos con semilla negra opaca y alta tolerancia al BGMV. Estos materiales se identificaron a finales de la década de los 70 y dieron origen a varias variedades (por ejemplo, ICTA-Quetzal, ICTA-Jutiapan etc.), las cuales ya han pasado a manos de cultivadores de frijol en varios países. Otra progenie de estas selecciones, la línea D-145, fue lanzada en México en 1982 con el nombre de Negro Huasteco 81.

El progreso de variedades con grano rojo y pequeño ha sido más lento para El Salvador, y con variedades determinadas y de semilla intermedia roja moteada para República Dominicana. Sin embargo, con los viveros internacionales del BGMV realizados en 1979 y 1980 en Brasil, se identificaron fuentes no negras de resistencia a partir de híbridos producidos en el CIAT. A partir de cruces interespecíficos, también se identificaron líneas resistentes en Guatemala. Se hicieron cruces adicionales y actualmente se evalúan selecciones promisorias de semilla roja en los ensayos preliminares de rendimiento.

Virus del moteado clorótico del frijol (BCIMV).

La resistencia al BCIMV tiene particular importancia para regiones seleccionadas productoras de frijol en el Cono Sur (Argentina y Chile) y América Latina. Por ejemplo, en 1981 Argentina perdió más de 50,000 ha de frijol debido a este virus. La mayoría de las variedades resistentes al virus BGMV desarrolladas por el CIAT también han probado ser resistentes al BCIMV que, al igual que el virus del BGMV, es transmitido por la mosca blanca. Después de las evaluaciones extensivas, la línea DOR 41, lanzada como ICTA-Quetzal en Guatemala, se registró en Argentina en 1982 y rápidamente está reemplazando a la variedad local, Negro Común.

Roya. Los datos provenientes del Vivero Interna-



cional de Roya de Frijol (IBRN) desde 1974 muestran que los mejores cultivares son resistentes a la roya causada por *Uromyces phaseoli* en la mayoría de las localidades. Sin embargo, muchos de los cultivares que inicialmente eran resistentes en una localidad determinada, después se volvieron susceptibles a la roya en la misma localidad. Este fenómeno es cierto para muchos cultivares nacionales comerciales que son resistentes a sólo unas pocas razas del patógeno de la roya o son resistentes en una área limitada y, con frecuencia, apenas por un corto tiempo. Sin embargo, el IBRN ha identificado una serie de cultivares nacionales (Redland Pioneer, Redland Greenleaf B, Redland Greenleaf C, Cuilapa 72, Cocacho, México 309, México 235) y líneas mejoradas por el CIAT (BAT 66, 67, 93, 256, 261, 308, 429, 447 y 520) con resistencia a roya y con una considerable estabilidad geográfica y temporal. Estos cultivares ampliamente resistentes están siendo utilizados ahora en cruzamientos con el fin de obtener resistencia más estable a uno de los patógenos de frijol más variable que se conoce.

En esta búsqueda por resistencia durable se están evaluando diferentes mecanismos de resistencia a



Figura 4. No se ha encontrado resistencia a los insectos de granos almacenados en las variedades comerciales de frijol de semilla grande (roja). En cultivares silvestres de semilla pequeña (crema), sin embargo, recientemente se han determinado niveles altos de resistencia a *Acanthoscelides obtectus*.

la enfermedad y estrategias de mejoramiento genético. Algunas características de la planta de frijol que se pueden asociar con la resistencia durable incluyen el tipo de pústula pequeña (Figura 3), un período de latencia prolongado y una baja receptividad a la roya. Algunas estrategias del mejoramiento genético se enfocan hacia la obtención de resistencia durable; por ejemplo, la acumulación piramidal de diferentes genes de resistencia o fuentes de resistencia en tipos de grano comercial.

Insectos del grano almacenado. Se han confirmado buenos niveles de resistencia a las plagas del frijol almacenado (*Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus*), como se informó en 1982.

Las paredes de las vainas de las accesiones resistentes a *Acanthoscelides* no fueron preferidas para la penetración tanto por adultos como por larvas de la plaga (Figura 4). En un ensayo, el número de huevos depositados en las vainas de la variedad susceptible Calima, fue de 136.4, en tanto que en la línea resistente G 12949 solamente se depositaron 36.8. Actualmente, se están evaluando progenies que han resultado de cruzamientos entre accesiones resistentes de semilla pequeña y variedades comerciales de semilla grande que son susceptibles. Se han obtenido resultados similares con *Zabrotes*.

Sequía. En 1982 las condiciones climáticas permitieron la evaluación casi ideal por sequía. Los materiales de frijol del Tipo I generalmente fueron

más susceptibles a la sequía que los de los Tipos II, III y IV. Aún así, la línea CIAT A 195 (Tipo I, determinado) dio rendimiento de 1060 kg/ha cercano a los 1253 kg/ha obtenidos con el testigo tolerante G 5059. Los mayores rendimientos se obtuvieron con los materiales del Tipo IV (trepadores); el mejor de ellos, V 8024, produjo 1757 kg/ha. Se asume que tanto el porte alto de la planta como el vigor de las líneas del Tipo IV se asocian con los altos niveles de tolerancia a la sequía. Otra línea sobresaliente fue EMP 105 (Tipo II), la única línea de semilla roja que, en otro ensayo dio un rendimiento de 2265 kg/ha. Con estos avances, el mejoramiento de estas características está logrando progresos significativos para encontrar altos niveles de tolerancia a la sequía en un rango de tipos de grano.

Habichuela. Recientemente, el Programa de Frijol ha iniciado un esfuerzo modesto para mejoramiento de habichuela. Para finales de 1982, se habían evaluado 400 accesiones y se inició un programa de cruzamientos. Blue Lake, la variedad comercial líder de habichuela, fue superada en rendimiento por varias accesiones. Por ejemplo, Haricota-Rame dio 1519 kg/ha a los 48 días (versus 1010 para Blue Lake) y 2575 kg/ha en la segunda y última cosecha (versus 1788 para Blue Lake). Estos primeros datos sugieren que se pueden lograr rápidos progresos dentro del mejoramiento de habichuela.

Fijación de nitrógeno. En 1978, el Programa de Frijol inició un programa de cruzamientos y selección para mejorar la capacidad genética de la planta para fijar nitrógeno. En 1982 se completó el quinto ciclo de selección recurrente y cruzamiento. Se codificaron 17 líneas con buena capacidad para fijar N_2 : algunas de colores diferentes del negro o crema y otras con una resistencia mejorada a la antracnosis.

Arquitectura de la planta. Entre las variedades arbustivas de frijol se presentan algunas diferencias morfológicas generales, como la altura de la planta y el erguimiento del tallo, el patrón de ramificación y tipo de hoja, número de nudos y su distribución y la

En las Américas, África y Asia se cultiva hoy día una gran variedad de frijoles; cada región presenta diferentes necesidades en materia de mejoramiento genético.

13

longitud de la vaina. Desde mediados de 1977, estas características se han utilizado para mejorar la prevención de enfermedades, la calidad del grano, la resistencia al volcamiento y el rendimiento. Una variación genética útil para cada una de estas características fue encontrada primordialmente en variedades agronómicamente no aceptables que fueron mejoradas posteriormente.

Como resultado, se desarrollaron las siguientes líneas: A 55 y A 56 con ramificación suprimida (monotallo); A 57, A 124, A 126 y A 155 con ramas erectas; A 132, A 154 y A 156 con entrenudos cortos, alto número de nudos y tallo erecto; A 207 con vainas pequeñas; y A 209 con hoja lanceolada. En ensayos preliminares de rendimiento ninguna de estas líneas rindió más que los cultivares testigo de mayor rendimiento, ICA Pijao y Carioca, lo cual indicó que la selección de cualquiera de estas características por sí sola se debe descartar al mejorar por alto rendimiento. Sin embargo, en Nebraska, la línea A 55 pareció presentar un alto nivel de prevención/tolerancia al moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), una enfermedad para la cual aún falta encontrar un alto nivel de resistencia genética.

Con base en los ensayos de rendimiento, también fue evidente que las variedades arbustivas determinadas del Tipo I responden de manera diferente que las indeterminadas de los Tipos II y III a mayores densidades de población y a distintos ambientes. El grado de indeterminación, ramas laterales y nudos/m² parecen estar consistentemente asociados con un alto número de vainas y, por lo tanto, con el rendimiento en los cultivares de frijol arbustivo de semilla pequeña. La alta correlación negativa

del número de vainas y nudos/m² con el número de semillas/vaina y el tamaño de la semilla o peso podría explicar, en parte, la diferencia aparente en la capacidad de rendimiento de las variedades arbustivas de semilla pequeña y grande y la dificultad en el desarrollo de tipos de semilla grande con el potencial de rendimiento de los cultivares de semilla pequeña de alto rendimiento. Esto enfatiza aún más la necesidad de intensificar los estudios sobre las variedades de frijol de semilla grande y la selección con criterios altamente heredables para el mejoramiento de su rendimiento.

En el segundo ciclo del mejoramiento se están combinando dos o más características de la arquitectura y se están transfiriendo a cultivares de alto rendimiento. Algunas progenies F₃ y F₄ de hábito de crecimiento de los Tipos I y II con tallos fuertes y erectos y resistencia al volcamiento parecen presentar una mayor carga de vainas que los progenitores. Esto se evaluará en ensayos de rendimiento junto con otras variedades testigo, incluyendo los tipos postrados, con tendencia a un rendimiento superior al de las variedades erectas.

La línea A 207 y su fuente parental original, con las vainas más pequeñas (aprox. 3 cm de longitud), en *Phaseolus vulgaris* cultivado, presentó las semillas más pequeñas (aprox. 15 g/100 semillas). Se han seleccionado algunas progenies F₃ con una longitud de vainas esencialmente similar y con semillas de por lo menos el doble del tamaño. Sin embargo, mejorar sus características agronómicas y utilidad generales tomará ciclos adicionales de mejoramiento.

Recombinación en Cultivares Comerciales Deseables para Localidades Específicas

Hasta mediados de la década de los 30, el mejoramiento genético del frijol en el trópico, incluyendo las Américas tropicales, se limitaba a las presiones

naturales de selección y a las preferencias de los agricultores. La colección, evaluación y selección sistemática del germoplasma por los programas

Cuadro 3. Regiones de producción, tipos de frijol, sistemas de cultivo, problemas de producción y año en que se inició el mejoramiento en el CIAT.

Región de producción	Tipos de Frijol		Sistema de cultivo	Problemas de producción ^a	Año de iniciación del Mejoramiento
	Color y tamaño	Hábito de crecimiento			
América Central Tierras bajas	Rojo y negro ^b , pequeños	Arbustivo y semitrepador	Asociación	BCMV, BGMV, roya, CBB, mustia hilachosa, etc.	1974
	Negro, pequeños	Trepador	Asociación	Antracnosis, ALS, Ascochyta, roya	1978
Tierras altas (Panamá, Belice, El Caribe) y África Oriental	Rojo, rosado, morado crema sólido y moteado, medianos y grandes	Arbustivo y trepador	Monocultivo y asociación	BCMV, roya, CBB, ALS, antracnosis, sequía, deficiencia de P, Ascochyta, roña del frijol, mosca del frijol	1978
Argentina, África del Norte, y el Medio Oriente	Blanco, grandes	Arbustivo	Monocultivo	BCMV, BYMV, BCMV, roya, CBB, antracnosis, ALS, sequía, deficiencia de P, mosca del frijol	1980
Brasil	Crema, café, rosado y beige, pequeños	Arbustivo y semitrepador	Monocultivo y asociación	BCMV, BGMV, roya, CBB, ALS, antracnosis, Empoasca, sequía, deficiencia de P, pudrición radicular	1974
Chile, Ecuador, costa de Perú, y México	Blanco, crema y amarillo, medianos, y blanco, pequeños	Arbustivo	Monocultivo y asociación	BCMV, BGMV, roya, sequía, pudrición radicular	1979
Tierras altas mexicanas	Crema, rosado, sólidos, rayados y pintados, medianos	Semitrepador y trepador	Monocultivo y asociación	Sequía, antracnosis, ALS, roya, Apion, Epilachna, CBB	1979

a. ALS = mancha angular; CBB = añublo bacterial común; BCMV = virus del mosaico común del frijol; BCMV = moteado clorótico del frijol; BGMV = virus del mosaico dorado del frijol; BYMV = virus del mosaico amarillo.

b. También cultivados en Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México costanero, y Venezuela.



agrícolas nacionales sólo se inició en el segundo cuarto del presente siglo. Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú se encontraban entre los primeros países que establecieron programas de mejoramiento de frijol para satisfacer sus necesidades. En el CIAT, el primer grupo de cruces se hizo en la parte final de 1974 para el mejoramiento de frijol arbustivo de semilla pequeña —principalmente de color negro, crema y rojo— para las costas bajas tropicales de Brasil, América Central y México. Para 1982, el CIAT estaba trabajando con 25 países en tres continentes, recomblando características mejoradas para satisfacer sus necesidades agro-nómicas y de consumo específicas.

En general, los frijoles se caracterizan por su tamaño y color de semilla, hábito de crecimiento y adaptación a regiones climáticas específicas. Entre las expresiones extremas de cualquiera de estas características, la variación genética es casi continua, y amplia especialmente en América subtropical y tropical. Como resultado, tanto las tribus indias nativas como los colonos en cada uno de los principales nichos ecológicos, disponían de una diversidad de tipos de frijol para escoger. Hoy día, una amplia variedad de frijoles continúa siendo cultivada en las Américas, África y otras regiones productoras de frijol en el mundo (Cuadro 3).

Para el mejoramiento del frijol, cada región ecológica tiene una serie de problemas diferentes de producción, y diferentes tipos de frijol comercial. Los frijoles de diferentes tamaños y semilla, hábitos de crecimiento y madurez presentan potenciales de rendimiento significativamente distintos, necesitan ser evaluados en diferentes sistemas de cultivo, difieren en su aceptación por los consumidores y se encuentran en diferentes etapas del mejoramiento de variedades. Por estas razones, cada tipo básico de frijol presenta una serie única de requerimientos para el mejoramiento genético, una situación que ha hecho que el Programa considere a cada tipo principal como un cultivo en esencia diferente. Esto complica en gran medida el proceso de mejoramiento genético y demanda un uso eficiente de los

En todo su trabajo, el Programa de Frijol del CIAT da alta prioridad a las preferencias del consumidor en cuanto a tamaño y color de los granos.

recursos disponibles y un programa descentralizado.

En una escala global, el Programa de Frijol busca hacer un gran impacto en tres áreas distintas productoras de frijol: América Latina y El Caribe, África Oriental y, en el futuro, África Occidental/Africa del Norte, que producen el 53% del frijol de la franja tropical y subtropical. En 1981, América Latina y El Caribe produjeron alrededor de 4,813,000 toneladas métricas de frijol, seguidas por África Oriental con 1,361,000 tons y Asia Occidental/Norte de África con 316,000 tons.

En la Figura 5 se presentan estimativos de los rendimientos potenciales más altos en el CIAT para diferentes tipos de frijol en monocultivo. En términos generales, las variedades determinadas rinden menos que las indeterminadas. Igualmente, las variedades de semilla pequeña superan en rendimiento a las de semilla intermedia y grande. En monocultivo, el rendimiento de todos los tipos de frijol es mayor que en cultivos asociados.

Las evidencias indican que hasta el momento no hay asociación entre el color de la semilla y el rendimiento. Por consiguiente, en una región tradicional productora de frijol como Huila, Colombia, donde se cultivan variedades de semilla de tamaño intermedio y grande de color rojo y rojo moteado del tipo de hábito I determinado, en asociación con maíz, los rendimientos de grano se podrían aumentar fácilmente en un 75 a 100% cambiando a variedades indeterminadas de semilla pequeña cultivadas en monocultivo. Sin embargo, esto último es difícil porque el frijol frecuentemente es un cultivo de subsistencia y el maíz es una parte importante de la

dieta diaria. Además, las preferencias por el tamaño y el color del grano están tan fuertemente arraigadas —no solamente en dicha región sino en toda América Latina y África— que el cambio de variedad no ha sido posible hasta el momento y no parece factible que ocurra.

El rendimiento experimental más alto registrado por los frijoles arbustivos indeterminados es de aproximadamente 5 toneladas/ha para la línea A 83 (Tipo I) en Chile (un resultado obtenido en IBYAN de 1981); para el frijol trepador, el registro es de 5.4 toneladas/ha (Tipo IV) con soporte artificial en el CIAT. En el primer caso, el rendimiento record obtenido probablemente se debió a una combinación de una variedad genéticamente mejorada, condiciones óptimas para el crecimiento, noches

frescas y la ausencia relativa de enfermedades y plagas. En el caso de los frijoles trepadores, un buen manejo agronómico, altos insumos y un ciclo prolongado de crecimiento favorecieron su desempeño. Estos rendimientos contrastan con los rendimientos promedio comerciales de aproximadamente 500–600 kg/ha y rendimientos ocasionales en sitios específicos de alrededor de 2000 kg/ha.

Como se muestra en el Cuadro 3, el mejoramiento de diferentes tipos principales de frijol se inició en el CIAT en distintos años. El énfasis primordial ha sido en la estabilización y recuperación del potencial real de rendimiento de cultivares comúnmente producidos en lugar del máximo rendimiento potencial en sí mismo. A continuación sigue un breve recuento del progreso alcanzado hasta la fecha en este campo.

América Central. Las tierras bajas y altas de América Central son dos regiones de producción distintas, cada una con sus propios problemas. El mejoramiento varietal para las tierras bajas de América Central fue de los primeros esfuerzos que realizó el CIAT y ha recibido alta atención desde entonces. Con frecuencia son agricultores los que siembran frijoles rojos o negros en sistemas de cultivos asociados. Las variedades cultivadas por ellos son muy susceptibles al BCMV. Tradicionalmente, los frijoles de rendimientos más altos y más estables han sido las variedades de semilla negra tales como Porrillo Sintético, ICA Pijao, Jamapa, Rico 23, Iguaçu y Río Tibagi.

Desde su iniciación en 1975, el mejoramiento genético en el CIAT ha producido un gran número de líneas experimentales de frijoles arbustivos y trepadores con potencial para estas áreas y nuevas variedades para producción comercial: Revolución 79 (BAT 41) y 81 (A 40) en Nicaragua y Acacia 4 en Honduras, se cultivan ahora por ejemplo, en más de 10,000 ha cada una. Se lograron mejoramientos adicionales en el color de la semilla y otros factores y estas líneas estuvieron disponibles a finales de 1982 para su evaluación.

Rendimiento potencial
de grano (t/ha)

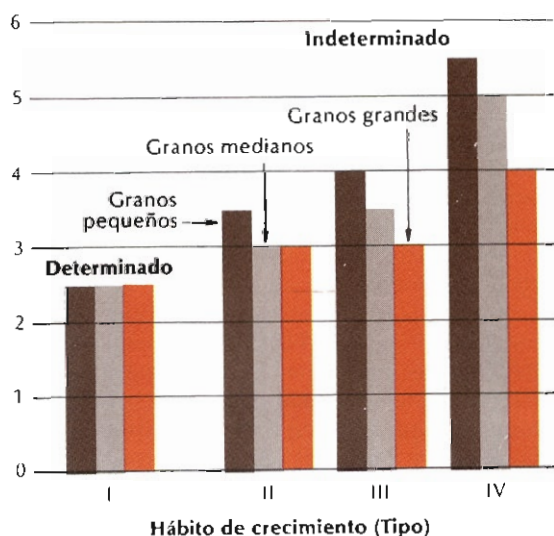
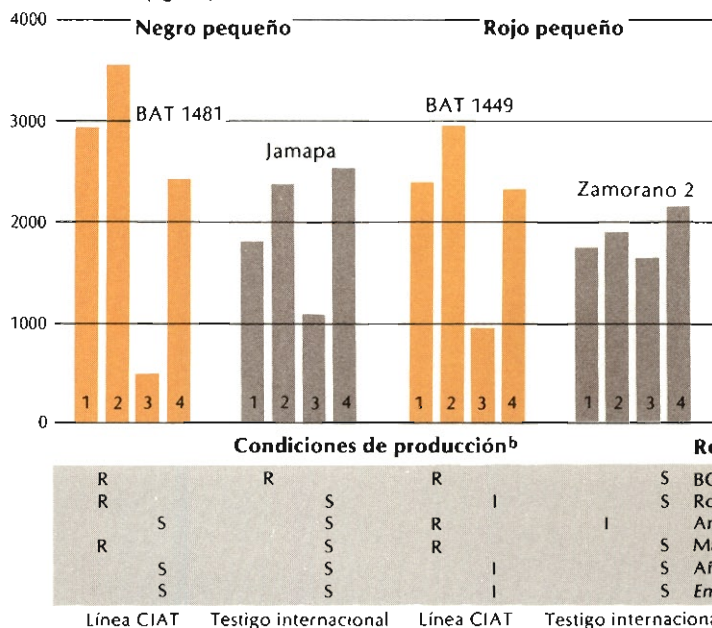


Figura 5. El rendimiento se puede duplicar si se selecciona frijol de Tipo IV en lugar del de Tipo I. Asimismo se pierde rendimiento al seleccionar frijol de grano grande en lugar del pequeño.

América Central

Rendimiento (kg/ha)



- a. También cultivado en Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México costanero, y Venezuela.
 b. 1 y 2 = ensayos realizados en Palmira con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente, 3 y 4 = ensayos realizados en Popayán con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente.
 c. R = resistente, I = con resistencia intermedia, S = susceptible

Figura 6. El CIAT y los programas nacionales han mejorado un gran número de variedades de cada uno de los diferentes tipos de frijol, adaptadas a las tierras bajas de América Central. Estas variedades igualan los altos niveles de rendimiento de los testigos internacionales y son resistentes a la mayoría de las plagas y enfermedades que atacan la producción de frijol (datos del EP 1982).

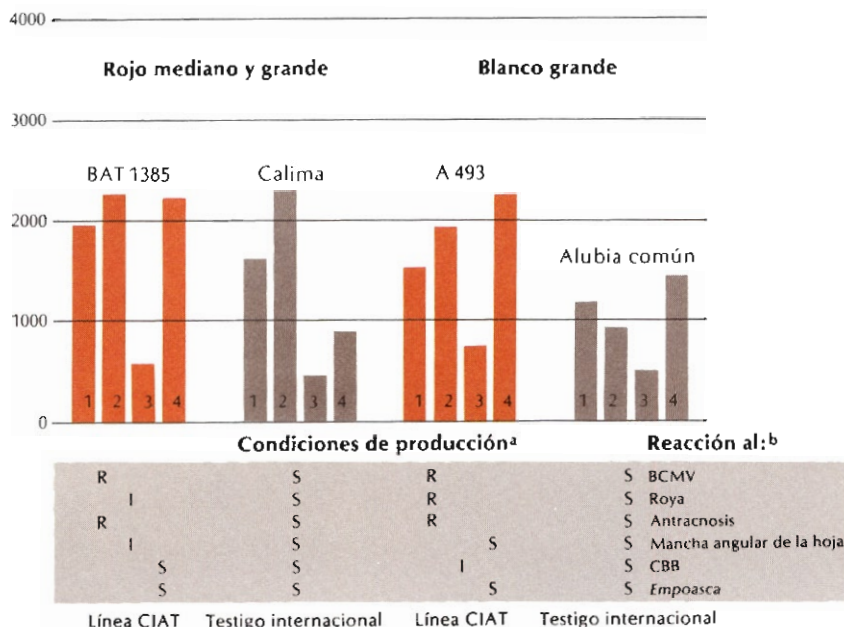
Como se esperaba, fue en América Central que el primer grupo de líneas mejoradas por el CIAT de frijoles rojos y negros, demostró su superioridad sobre los cultivares locales. Esto fue seguido por la liberación de variedades en prácticamente todos los países de la región en donde se prefieren estos dos tipos de grano. La ventaja principal de las nuevas variedades de semilla roja era su resistencia al BCMV. Las nuevas variedades de semilla negra eran de rendimiento estable y poseían ya sea precocidad (BAT 304) o tolerancia al BGMV (ICTA Quetzal, ICTA Jutiapan e ICTA Tamazulapa). Algunas variedades de semilla negra mejoradas para esta área también fueron lanzadas, en Argentina, Brasil y México. Es interesante anotar que ninguna de estas líneas lanzadas se había ubicado entre las líneas de rendimientos más altos en las condiciones de Colombia en los sitios experimentales del CIAT, lo cual indica el gran valor y la necesidad de la evaluación en la

región para su adaptación local. Las líneas experimentales recientemente desarrolladas para ambos colores son ahora portadoras de resistencia, en varias combinaciones al añublo bacteriano común, a la roya, antracnosis, mancha foliar angular y otras enfermedades prioritarias y dan rendimientos significativamente mayores (Figura 6).

Aunque en años pasados las líneas de semilla roja presentaban relativa deficiencia en su color de grano, las nuevas líneas están libres de estas deficiencias. Las líneas experimentales recientemente desarrolladas para granos de colores no negros son iguales o aún mejores en su capacidad de rendimiento que las variedades negras tradicionales.

Tierras Altas Andinas, Panamá, BÉLICE, El Caribe y África Oriental. En estas áreas se prefiere el frijol de grano rojo sólido y rojizo y crema moteado, y de tamaño mediano y grande. En condiciones

Rendimiento (kg/ha)



- a. 1 y 2 = ensayos realizados en Palmira con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente; 3 y 4 = ensayos realizados en Popayán con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente.
- b. R = resistente, I = con resistencia intermedia, S = susceptible.

Figura 7. El desempeño de los tipos de frijol del EP de 1982 (rojos medianos y grandes, y blancos grandes) seleccionados para Argentina y las tierras altas de los Andes, arrojó altos rendimientos sostenidos y creciente resistencia a la mayoría de las plagas y enfermedades.

cálidas se cultivan frijoles arbustivos determinados y en condiciones más frescas, trepadores. En conjunto la mayoría de los cultivares son susceptibles al BCMV; en las áreas más frescas, la producción sufre severamente por la mancha foliar angular, la antracnosis, la mancha foliar por *Ascochyta*, el mildew polvoso, la roya y otras enfermedades. En los países del Caribe, el frijol también sufre por el BGMV.

El ICA en Colombia ha desarrollado variedades muy exitosas de frijoles arbustivos para estas áreas (por ejemplo, Andino, Calima, Nimal), las cuales se han venido cultivando por más de 15 años. Las líneas experimentales de frijoles trepadores provenientes de ICA-Tibaitatá han estado disponibles por un período de aproximadamente 8 años y ahora han entrado al programa internacional de evaluación.

Debido a su prolongada estación de crecimiento (5-10 meses) y a problemas de adaptación específica solamente a las tierras altas (por encima de 1800

msnm), los frijoles trepadores se han mejorado más lentamente. Con base en sus altos rendimientos y madurez temprana, se lanzó en Colombia en 1982 con el nombre de ICA Llanogrande, una introducción proveniente del Ecuador, E 1056.

Actualmente, se han corregido las deficiencias en calidad del grano y resistencia al BCMV de los primeros ciclos de mejoramiento de frijol arbustivo y ya hay disponibles líneas con resistencia a la antracnosis, BCMV y roya y con buena capacidad de rendimiento (Figura 7).

La extensión reciente de las actividades del Programa de Frijol a África Central y Oriental ha adicionado algunos nuevos problemas (baja fertilidad del suelo, mosca del frijol, cepas necróticas del BCMV, entre otros) a la lista de mejoramiento de estos frijoles. Sin embargo, el germoplasma desarrollado en América Latina ha mostrado un comportamiento sorprendente en África. La variedad Diacol Calima por ejemplo, fue desarrollada por el ICA y actual-

Los pequeños agricultores del trópico cosecharán los beneficios de la tecnología desarrollada por el Programa de Frijol en colaboración con las organizaciones nacionales de investigación.

mente se está cultivando comercialmente en Burundi.

Argentina, África del Norte y Medio Oriente.

En Argentina y en determinados países de África del Norte y el Medio Oriente se cultivan frijoles blancos de grano grande, en gran parte en monocultivo. En Argentina, el cultivo sufre por el BCMV, BCMV, antracnosis, mancha foliar angular, añublo bacteriano común y otras enfermedades. En los países africanos y del Medio Oriente, el virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV), la mosca del frijol, la sequía, las pudriciones radiculares y el bajo nivel de fósforo en el suelo, pueden causar serios problemas a la producción.

En el CIAT, el mejoramiento genético de frijoles blancos grandes se inició en 1980. Se desarrollaron rápidamente líneas resistentes al BCMV con semillas de tamaño mediano a grande, varias de las cuales se probarán en Argentina en 1983. Algunas de éstas son superiores a Alubia en comportamiento agronómico y son resistentes a la antracnosis, BCMV y BCMV (Figura 7). También en 1983 se evaluarán tanto en Argentina como en Colombia, varios cientos de semillas F_4 y F_5 provenientes del segundo ciclo de cruzamientos.

El programa de cruzamientos para el Medio Oriente y África del Norte comenzará a finales de 1983 ó a principios de 1984, después de un seminario en mayo de 1983 sobre los potenciales y los problemas de la producción de frijol en dicha región.

Brasil. Brasil, el mayor productor y consumidor de frijol del mundo, es uno de los países que han recibido la mayor atención por parte del Programa de Frijol del CIAT. Entre otras, predominan en la producción de frijol de Brasil las variedades de frijol arbustivo de semilla pequeña de los colores negros, crema, beige y rosado, con hábitos de crecimiento indeterminado (Tipos II y III). Estos son los tipos aptos para el monocultivo que poseen el potencial de rendimiento más alto.

Brasil ha tenido una larga historia de mejora-

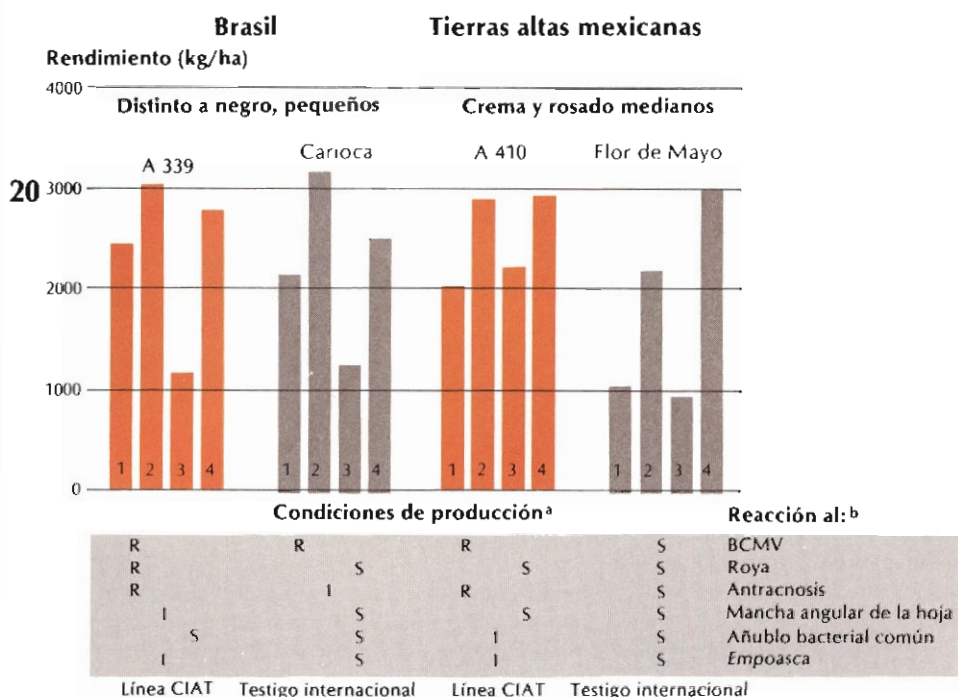


19

miento del frijol. Como resultado, han estado disponibles por muchos años variedades de alto rendimiento resistentes al BCMV, de la mayoría de los tipos de grano —excepto rosado y púrpura— y ocupan más del 50% del área total en el país. Hoy día, los problemas más importantes de la producción de frijol incluyen entre otros, las sequías frecuentes en el noreste y la incidencia del BGMV y mancha foliar angular en continuo aumento en la parte sur-central del país.

Aunque el mejoramiento de las variedades de semilla rosada Rosinha y púrpura Roxo se inició hace poco tiempo, hay en Brasil para evaluación líneas resistentes a la antracnosis, BCMV, roya y sequía y de alto rendimiento del tipo Mulatinho (crema) y Carioca (crema moteada) (Figura 8). La ubicación de un miembro del Programa de Frijol del CIAT en el Centro Nacional de Investigación de Arroz y Frijol (CNPAP) en Goiânia, facilita la evaluación de líneas experimentales desarrolladas hasta el momento. Es posible que las nuevas líneas requieran mejoramiento por su resistencia al BGMV.

Chile, y las costas de Ecuador, Perú y México. En esta región predominan las variedades de frijol arbustivo de semillas medianas a grandes de colores blanco, amarillo y beige. También son importantes las variedades de semilla pequeña de colores negro y blanco. Chile también produce algunos tipos de colores crema moteado y pinto. Aunque hay alguna similitud entre las variedades y



- a. 1 y 2 = ensayos realizados en Palmira con niveles altos y bajos de insumos respectivamente; 3 y 4 = ensayos realizados en Popayán con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente.
- b. R = resistente, I = con resistencia intermedia, S = susceptible.

Figura 8. El frijol de grano pequeño distinto a negro y los de grano mediano color crema y rosado, seleccionados para las condiciones de producción de Brasil y las tierras altas de México fueron comparadas en el EP de 1982 con los testigos internacionales.

el clima, los problemas de producción varían de una región a otra. Por ejemplo, en Chile el BYMV es un problema grave, en tanto que en las costas de Perú, la roya y la sequía son los principales problemas.

En un tiempo relativamente corto se han desarrollado líneas experimentales resistentes a la cepa típica del BCMV de los frijoles de grano pequeño y blanco y mediano crema y beige, con buen potencial de rendimiento (Figura 9). Se está haciendo un esfuerzo intensivo por mejorar sus características de grano y combinar resistencia al BYMV y a las cepas necróticas del BCMV. Esto último es en colaboración con el Instituto de Mejoramiento de Plantas Hortícolas (IVT) de Holanda.

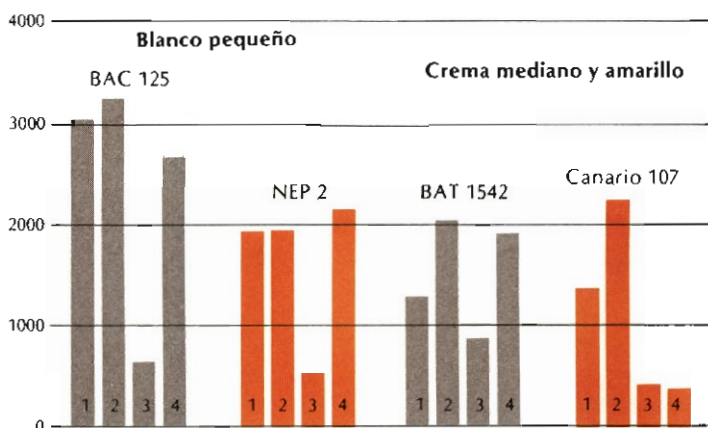
Tierras Altas de México. La producción de frijol en las tierras altas de México con frecuencia

está sujeta a una precipitación inadecuada e irregular. De igual manera, los suelos son relativamente marginales y los agricultores hacen un uso limitado de los insumos químicos. Como resultado, la producción de frijol/ha en la región es una de las más bajas en el mundo. Las variedades utilizadas son en gran parte semitrepadoras y trepadoras, de grano de tamaño mediano y colores crema, beige y rosado, ya sean sólidos o con manchas, franjas o puntos.

El Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA) de México, inició el mejoramiento del frijol trepador en 1978. En el CIAT, el mejoramiento de las variedades de frijol arbustivo para las tierras altas de México se inició en 1979, y de frijoles trepadores en 1982. Aunque el INIA ya ha desarrollado y lanzado nuevas variedades, la mayor parte del área sembrada aún se encuentra con variedades nativas

Chile y costa pacífica de Ecuador, Perú, y México

Rendimiento (kg/ha)



Condiciones de producción ^a				Reacción al: ^b
R	S	R	S	BCMV
R	I	S	S	Roya
		S	S	Antracnosis
		S	S	Mancha angular de la hoja
		S	S	Añublo bacterial común
		S	S	Empoasca
Línea CIAT	Testigo internacional	Línea CIAT	Testigo internacional	

- a 1 y 2 = ensayos realizados en Palmira con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente, 3 y 4 = ensayos realizados en Popayan con niveles altos y bajos de insumos, respectivamente
b R = resistente, I = con resistencia intermedia, S = susceptible

Figura 9. En sus investigaciones sobre resistencia a las principales plagas y enfermedades que atacan al frijol, el CIAT y los programas nacionales han desarrollado varias líneas cuyos rendimientos son iguales o mayores que aquellos de los testigos internacionales, además de ser resistentes a diversas enfermedades. La figura ilustra el caso para los frijoles de grano pequeño blanco y crema y amarillo mediano, los cuales han sido seleccionados para Chile y la región de la Costa Pacífica.

altamente susceptibles a las enfermedades y plagas comunes.

La resistencia al BCMV se ha incorporado a las líneas experimentales arbustivas de todos los colores de grano de México. Aunque varias de estas líneas también son portadoras de resistencia a la antracnosis y se ubican entre las que dan los mayo-

res rendimientos entre todas las líneas evaluadas en el EP de 1982 (véase la Figura 8), su evaluación en México solo se inició en 1981. Es alentador el hecho de que, mediante los esfuerzos intensos del mejoramiento genético se alcanzó una alta frecuencia de los tipos de grano preferidos Flor de Mayo y Rosita (rosado).

Actividades de la Red Internacional

El fundamento de las actividades de cooperación internacional del CIAT es fortalecer la capacidad de investigación de los programas nacionales para permitirles realizar, cada día más, muchos aspectos del desarrollo tecnológico (que hoy día maneja el CIAT) a nivel nacional y convertirlos en miembros

totalmente activos de la red internacional a la cual contribuyan con materiales e información para su uso en otras regiones. Es fundamental que existan relaciones efectivas de trabajo del CIAT con las instituciones nacionales para que la investigación sea fructífera. El Programa de Frijol está avanzando en

Los programas nacionales e internacionales colaboran en la generación y transferencia de tecnología mediante la red de frijol.

su esfuerzo por descentralizarse— ajustar sus actividades colaborativas a las necesidades particulares de los países.

Hace 10 años, al principio de la inclusión del Programa de Frijol en América Latina y el Caribe, se encontró que los programas nacionales y el CIAT tenían que colaborar en tres frentes, en apoyo al aumento de la producción de frijol:

1. Desarrollo de tecnología mejorada de producción aplicable y pertinente a las condiciones del productor de frijol;
2. Desarrollo de recursos institucionales y humanos a nivel nacional para fortalecer la capacidad de investigación de los programas nacionales;
3. Integración de los esfuerzos internacionales y nacionales de investigación y desarrollo mediante una red internacional de frijol

Con el desarrollo gradual de los programas nacionales, la dirección del flujo de germoplasma ha comenzado a cambiar. Durante 1980, el flujo principal de germoplasma era desde el CIAT hacia los programas nacionales; sin embargo, a partir de 1981, varios países habían desarrollado sus propias líneas mejoradas de frijol y éstas son ahora enviadas a otros países por medio de la red internacional de frijol, iniciando así una transferencia horizontal de tecnología

Desarrollo de Tecnología Pertinente de Producción de Frijol

Para satisfacer las necesidades y ayudar a llenar las aspiraciones de los programas nacionales colaboradores, el Programa de Frijol del CIAT ha elaborado las siguientes estrategias para estar al tanto de los desarrollos nacionales.

En primer lugar, las zonas de producción de frijol han sido definidas y se han localizado los factores que limitan la producción. Las tres principales áreas productoras de frijol — América Latina y el Caribe, África Oriental, y en el futuro, Asia Occiden-

tal/África del Norte— presentan diferentes actividades de mejoramiento genético en el CIAT, en colaboración con las organizaciones nacionales.

Luego, para definir las necesidades de investigación de cada área de producción de frijol, el Programa se ha comprometido en análisis profundos sobre los problemas potenciales específicos de cada localidad. Un ingrediente básico en estos análisis son unas sesiones formales de trabajo con los investigadores de la región, en las cuales se discuten tanto el contexto de los problemas como las futuras estrategias de investigación. La reunión de trabajo básica que introdujo la participación del CIAT en América Latina se realizó en la sede del CIAT de febrero 26 a marzo 1, 1973; la que introdujo la participación del CIAT en África Oriental se realizó en Lilongwe, Malawi en marzo 9–14, 1980, y la reunión de trabajo para la participación del CIAT en Asia Occidental/África del Norte se tiene planeada para Aleppo, Siria en mayo 21–23, 1983

Para asegurar la participación nacional en la investigación, cada miembro del personal científico principal del Programa de Frijol tiene asignado uno o más países como eslabón entre el CIAT y dicho país para la coordinación de las actividades colaborativas y continuidad en las relaciones de trabajo. Además, en 1978 todo el personal tenía sede en el CIAT; sin embargo, para finales de 1982, el Programa de Frijol tenía personal científico principal con sede en Brasil (1), América Central (3), y Perú (1) y estaba explorando las formas para establecer un equipo de científicos en África Oriental. Además, mediante las conferencias, los seminarios y las reuniones de discusión patrocinadas por el CIAT, el Programa de Frijol proporciona foros internacionales para el análisis conjunto de problemas o retos determinados y acuerdos mutuos sobre estrategias de investigación apropiadas y coordinadas

Estas y otras formas de consultoría con los colaboradores nacionales le proporcionan al Programa de Frijol la información que tiene un efecto directo e inmediato en el diseño de tecnología y en las actividades internacionales de cooperación.



Los investigadores evalúan, en ensayos a nivel de finca, la factibilidad económica de la tecnología desarrollada.

Desarrollo de Recursos Humanos e Institucional

Para los propósitos del desarrollo de los recursos humanos, el CIAT tradicionalmente ha invertido fuertemente en la capacitación de profesionales en los programas nacionales a nivel de posgrado y con base en productos agropecuarios específicos. En 1977 ya se había hecho evidente que para desarrollar una "masa crítica" de personal capacitado, era necesario organizar cursos intensivos para aumentar el conocimiento acerca de la disponibilidad de nueva tecnología de producción. Para principios de la década de los 80, los cursos cortos, como un medio para manejar un gran número de participantes en la capacitación, habían llegado a una conclusión exitosa y el énfasis se podía cambiar a los internados individuales de investigación a plazo más largo.

La capacitación orientada hacia la producción se cambió luego a nivel nacional. En 1982, el CIAT prestó su asistencia en siete cursos en producción de frijol en cinco países. En el CIAT se continúan organizando cursos cortos pero ellos cada día sirven más como una fase introductoria para los investigadores entrar a los internados individualizados orientados por disciplinas.

Desarrollo de la Red

El establecimiento y mantenimiento de una red internacional de investigación de frijol es la base para el intercambio de materiales e información, tanto entre los programas nacionales como entre el CIAT y los programas nacionales.

En 1976, la red de evaluación uniforme se inició con el primer IBYAN; para 1982, se distribuyó un total de 10 IBYAN más especializados, organizados por tipo de grano y hábito de crecimiento. Los viveros del EP y VEF se introdujeron en 1978 como un vivero de observación general de dos partes. Hoy día, el Programa también tiene, entre otros, el IBRN (Vivero Internacional de Roya de Frijol), VIM (Vivero Internacional de Mustia Hilachosa), IBAN (Vivero Internacional de Antracnosis) e IERN (Vivero Internacional de Resistencia a *Empoasca*). Además, hay dos viveros de selección por presiones ambientales, el Vivero Internacional de Sequía y el Vivero Internacional de Temperaturas Altas.

La forma preferida de realizar investigación en factores limitantes de la producción que sean regionalmente importantes es por intermedio de proyectos colaborativos con los programas nacionales. Por intermedio de la red de frijol dichos proyectos colaborativos han incluido la búsqueda de resis-

Cuadro 4. Líneas y variedades distribuidas por el CIAT, que han pasado la fase experimental en varios países.

País	Líneas promisorias	Semilla de variedades o líneas que se están multiplicando	Variedades comerciales establecidas
Argentina	EMP 84 A 493	DOR 41 BAT 76 BAT 448	ICTA Quetzal
Bolivia		ICA Pijao BAT 76	
Brasil		Carioca Sel-1 (Carioca) Milionario 1732 (BAT 64) Rico 1735 (BAT 65)	
Burundi		Diacol Calima	
Chile		78-03-74	Redcloud
Colombia	BAT 1297 BAT 1296	ICA-Llanogrande (E 1056)	
Costa Rica	Huetar (Mex 80 x BAT 202) Chorotega (Mex 80 x BAT 724) Corobici (Mex 80 x ICA Pijao)	Brunca (BAT 304)	Talamanca (ICA COL 10103) ICA Pijao Porriño Sintético ICA Pijao
Cuba	Hatuey 1 (Line 23/24) Hatuey 2 (BAT 202) Tomeguín 1 (DOR 15 or EMP 84)		
Ecuador	INIAP Imbayas (E 1056) INIAP Saraguro (E 1486) INIAP Puellaró (L 24) INIAP Pimampiro (E 101)	INIAP Bayito (Brazil 2)	
El Salvador Guatemala	Tazumal (BAT 58)		Suchitan (ICA Pijao) ICTA Quetzal ICTA Tamazulapa ICTA Jutiapan Acacias 4
Honduras	Copan (Mex 80 x BAT 724) Ilama (BAT 1217) Yojoa (BAT 1192)		
México		Negro Huasteco 81 (D 145)	
Nicaragua			Revolución 79 (A 41)
Panamá	ICA Palmar		
Perú	Gloriabamba (C 2829)		
República de África del Sur			Cordoba (BAT 317)
Trinidad y Tobago	BAT 21 BAT 22 BAT 23 Brazil 2 (Bico de Ouro)		

En trabajo conjunto, los científicos y profesionales capacitados en el CIAT, está creando una red de investigación en frijol y de transferencia de tecnología relacionada con este cultivo.

tencia al picudo de la vaina y al BGMV, realizados en colaboración con el ICTA en Guatemala; la búsqueda de resistencia a la mustia hilachosa, realizada en colaboración con el Departamento de Investigación del Ministerio de Agricultura de Costa Rica; el desarrollo de tolerancia a bajos niveles de fósforo, realizado en colaboración con el CNPAF (Centro Nacional de Investigación de Arroz y Frijol) en Goiania, Brasil; y el desarrollo de resistencia al BCMV, realizado en colaboración con la EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres) y el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agrícola) en Argentina.

Además, el Programa de Frijol facilita el intercambio de información entre los miembros de la red internacional de frijol en América Latina, el Caribe y África con información técnica en paquetes, un completo servicio de resúmenes/documentación y un *Boletín de Frijol* trimestral, que llega a 850 investigadores de frijol en todo el mundo. La *Revista de Resúmenes* en frijol tiene una suscripción de 550.

Para 1982, los continuos esfuerzos del Programa de Frijol en el desarrollo de tecnología y colaboración internacional ya habían proporcionado resultados tangibles. Más de 420 profesionales capacitados en frijol en el CIAT hacían parte del personal de los programas nacionales de frijol; estaba creciendo una activa red internacional en la cual participaban alrededor de 47 instituciones nacionales y 382 personas en América Latina y el Caribe; y se encontraba en su lugar el impulso al mejoramiento del frijol para una mayor producción del grano. Ya se han capacitado 9 científicos de frijol en África.

Más importante aún es que la mayoría de las instituciones nacionales colaboradoras ya tenían disponible germoplasma mejorado de frijol para pasarlo a los productores. El Cuadro 4, presenta un resumen del germoplasma mejorado destinado a los países colaboradores a finales de 1982, subdividido en las categorías de "líneas promisorias",



"líneas en multiplicación de semillas", y "variedades comerciales establecidas". Los materiales presentados en este cuadro son o bien variedades comerciales que fueron distribuidas a nivel internacional por medio de los esquemas de evaluación internacional coordinados por el CIAT, selecciones del banco de germoplasma del Centro y líneas desarrolladas por el CIAT o por los programas nacionales colaboradores con base en materiales parentales o segregantes suministrados por el CIAT.

Los estimativos indican que a finales de 1982 dichas variedades mejoradas ya estaban sembradas en por lo menos 200,000 ha en América Latina y el Caribe y África, en donde, mediante una mejor estabilidad y un incremento del rendimiento, ya hacen una contribución significativa a una mayor producción de frijol. En una escala relativa, esta área dedicada a las variedades mejoradas de frijol es todavía modesta y, debido a las fluctuaciones de un año a otro en la producción de frijol, no se pueden demostrar cambios definitivos en las tendencias de producción con base en estos desarrollos. Sin embargo, como lo muestra el Cuadro 4, hay muchos materiales que aún están a la espera; la diseminación de materiales mejorados se ha iniciado y seguramente será seguida por el lanzamiento de muchos más materiales, lo cual dejará una marca indeleble en la producción de frijol en el trópico.

Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados

- Aldana de León, L. F.; Salguero, V.; Beebe, S.; Masaya, P.; Temple, S.; Gálvez, G., y Orozco, S. H. 1982. Avances en la selección para el aumento del nivel de tolerancia al virus del mosaico dorado (BGMV) en Guatemala. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- Beebe, S. y Salguero, V. 1982. Evaluación de resistencia del frijol al *Apion godmani* en Jutiapa, Guatemala. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- Cardona, C.; González, R.; y Schoonhoven, A. v. 1982. Evaluation of damage to common beans by larvae and adults of *Diabrotica balteata* and *Ceratomyces facialis*. *Journal of Economic Entomology* 75(2):324-327.
- Castaño, M.; Tamayo, P. J.; y Morales, F. 1982. 'Monroe', a local lesion *Phaseolus vulgaris* assay for bean common mosaic and soybean mosaic virus. *Turrialba* 32(3):329-332.
- Díaz, J. M.; Soto, J. J.; Figueroa, G.; Masaya, P.; y Orozco, S. H. 1982a. Avances en la selección para el aumento del nivel de resistencia múltiple en frijol en Chimaltenango, Guatemala. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- ; ———; ———; y ———. 1982b. Avances en la selección por resistencia múltiple y rendimiento de segregantes en frijol arbustivo. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- Francis, C. A.; Prager, M.; y Tejada, G. 1982a. Density interactions in tropical intercropping. 1. Maize (*Zea mays* L.) and climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 5(2):163-176.
- ; ———; y ———. 1982b. Density interactions in tropical intercropping. 2. Maize (*Zea mays* L.) and bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 5(3):253-264.
- ; ———; y ———. 1982c. Effects of relative planting dates in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays* L.) intercropping patterns. *Field Crops Research* 5(1):45-54.
- Galindo, J. J.; Abawi, G. S.; Thurston, H. D. y Gálvez, G. 1982. Characterization of *Thanatephorus cucumeris* isolates causing web blight of beans in Costa Rica. *Turrialba* 32(4):447-455.
- González, R.; Cardona, C.; y Schoonhoven, A. v. 1982. Morfología y biología de los crisomélidos *Diabrotica balteata* LeConte y *Ceratomyces facialis* Erickson, como plagas del frijol común. *Turrialba* 32(3):257-264.
- Graham, P. H.; Viteri, S. E.; Mackie, F.; Vargas, A. T.; y Palacios, A. 1982. Variation in acid soil tolerance among strains of *Rhizobium phaseoli*. *Field Crops Research* 5(2):121-128.
- Gutiérrez, J. A.; Sing, S. P.; y Carmen, H. 1982. Heterosis en cruzamientos intervarietales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo presentado en la 1a Reunión Nacional de Investigación en Frijol, Goiânia, Go., Brasil, 10-16 enero, 1982.
- Monterroso, V. A. y Orozco, S. H. 1982. Evaluación de control de plagas, malezas y variedades a nivel de finca en el cultivo de frijol en el Departamento de Jutiapa, Guatemala. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- Orozco, S. H. 1982. Selecciones de *Phaseolus coccineus* spp. polyanthus por resistencia a enfermedades causadas por hongo al frijol en Chimaltenango, Guatemala. Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.
- Pachico, D. G. y Schoonhoven, A. v. 1982. La estructura del mercado mundial del poroto: implicaciones para los países de América Latina y la República Argentina. *Avance Agroindustrial* 3(9):13-22.
- Pastor-Corrales, M. A.; Singh, S. P.; y Schwartz, H. F. 1982. Nuevas fuentes de resistencia en *Phaseolus vulgaris* L. a la raza Alfa Brasil de *Colletotrichum lindemuthianum* y a aislamientos colombianos de *Isariopsis griseola*. Trabajo presentado en la 1a Reunión Nacional de Investigación en Frijol, Goiânia, Go., Brasil, 10-16 Enero, 1982.
- Scheuch, F. 1982. Resistencia genética a plagas. Trabajo presentado en el 10o Taller Nacional de Manejo de Plagas del Frijol, Chiclayo, Perú, 1982. Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria.
- Schoonhoven, A. v. y Cardona, C. 1982. Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry beans. *Journal of Economic Entomology* 75(4):567-569.
- Schwartz, H. F.; Pastor-Corrales, M. A.; y Singh, S. P. 1982. New sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica* 31:1-14.
- Singh, S. P. 1982a. Heterosis en cruzamientos intervarietales de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Trabajo presentado en la 1a Reunión Nacional de Investigación en Frijol, Goiânia, Go., Brasil, 10-16 Enero, 1982.
- . 1982b. Progreso y problemas del mejoramiento genético de los tipos brasileños de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo presentado en la 1a Reunión Nacional de Investigación en Frijol, Goiânia, Go., Brasil, 10-16 enero, 1982.
- Voysey, O.; Pastor-Corrales, M. A.; y Martínez, N. 1982. Efecto de la antracnosis y la ascochyta en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Trabajo presentado en la 28a Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 22-26 marzo, 1982.



Se estima que la producción mundial de yuca es de aproximadamente 130 millones de toneladas métricas cultivadas en cerca de 14 millones de ha. La mayoría de esta yuca es producida por pequeños agricultores que la cultivan en suelos marginales. Aproximadamente una quinta parte de la producción total de yuca proviene de los trópicos y subtrópicos de las Américas, dos quintas partes de Asia y, el resto de África (Figura 1). De la producción mundial total, cerca de dos tercios se utiliza para el consumo humano —la mitad como yuca fresca y la otra mitad después de ser procesada.

La yuca es una de las fuentes menos costosas de calorías. Como la deficiencia nutricional crucial en los países de bajos ingresos es de calorías, la yuca desempeña una función particularmente importante en la nutrición de los pobres. Se estima que la yuca proporciona entre 200 y 1000 calorías por día a más de 700 millones de personas en los países en desarrollo.

Un mercado potencial para la yuca es la harina de yuca, con la cual se puede sustituir, en parte, la harina de trigo. Por consiguiente, en muchos países tropicales, la yuca podría sustituir parcialmente las costosas importaciones de trigo. Aunque la yuca es relativamente baja en su contenido de proteína, puede contribuir a aumentar su disponibilidad cuando se utiliza como componente energético en alimentos para animales. Debido a la disponibilidad de grandes áreas de tierras marginales sin utilizar que no son aptas para otros cultivos, pero que podrían producir yuca, el uso de la yuca como alimento para animales podría reducir en gran medida la competencia entre la industria de los concentrados y el sector de los alimentos humanos por los granos como fuentes de caloría.

Los problemas del cultivo de la yuca difieren dependiendo del uso final. El problema principal de la yuca fresca es su perecibilidad la razón primordial del por qué en muchas áreas el productor recibe un porcentaje muy pequeño del precio final pagado por el consumidor urbano. En la yuca seca —ya sea para la alimentación humana o animal— el

problema principal es la baja productividad. Los rendimientos promedio actuales de sólo un poco más de 10 ton/ha se encuentran muy por debajo del potencial, debido a las prácticas agronómicas ineficientes, la falta de variedades que respondan a prácticas de manejo mejoradas y el daño causado por enfermedades e insectos. Otro problema de la yuca seca es la falta de técnicas eficientes de secado natural, especialmente en aquellas áreas del trópico con humedad rara vez baja.

El potencial de mercado para los productores de yuca seca es muy grande, si las raíces se pueden producir a bajos costos y secar en forma efectiva. La nueva tecnología de producción y procesamiento puede hacer que la yuca sea altamente competitiva en un amplio rango de nuevos mercados.

El objetivo del Programa de Yuca es aumentar la producción y utilización de la yuca, con énfasis especial en América Latina y Asia. Los objetivos específicos del Programa incluyen:

- Desarrollar germoplasma y prácticas culturales con base en bajos niveles de insumos y que respondan a un manejo mejorado para aumentar la productividad de yuca en las áreas donde actualmente se cultiva;
- Desarrollar germoplasma y prácticas culturales con base en niveles intermedios de insumos para aumentar la producción de yuca en los suelos ácidos e infértiles de las tierras bajas tropicales;
- Desarrollar sistemas para reducir la perecibilidad de la yuca y permitir un uso más eficiente de la misma para el consumo humano directo e indirecto.

En el logro de estos objetivos, el Programa está guiado por la consideración de que la tecnología de producción debe ser de bajo costo para que el producto final pueda mantener un nivel de precios bajos. Esto conduce directamente al mejoramiento genético y al manejo mejorado, incluyendo prácticas agronómicas, control biológico y de plagas, control fitosanitario de enfermedades y técnicas efi-

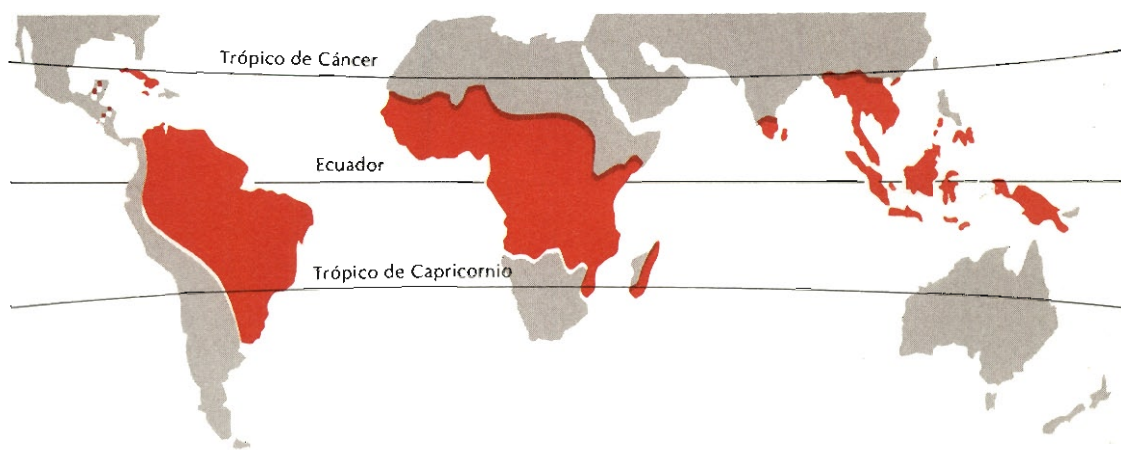


Figura 1. Principales áreas de producción de yuca en el mundo.

cientes para el uso de fertilizantes.

La yuca se cultiva en seis zonas edafoclimáticas principales. El germoplasma se prueba en las diferentes zonas y los materiales élite se utilizan en el programa de cruzamientos, el cual despacha poblaciones específicas a cada una de ellas. El Programa de Yuca proporciona a los países con programas de mejoramiento genético bien establecidos semilla sexual de cruzamiento, adecuada para sus condiciones. Para los países que no tienen capacidad para recibir poblaciones segregantes, el CIAT les proporciona líneas seleccionadas mediante el cultivo de tejidos meristemáticos, las cuales hayan exhibido un buen comportamiento en condiciones similares. Para las zonas más importantes, el Pro-

grama también desarrolla prácticas mejoradas de manejo que se prueban junto con las líneas avanzadas en una red regional de ensayos. Con base en estos ensayos, se recomiendan paquetes tecnológicos para su ensayo a nivel de finca.

Se espera que Asia continúe produciendo el 40% del total de yuca en el mercado en los años venideros. Con el fin de satisfacer las necesidades específicas de germoplasma para Asia, y para desarrollar prácticas agronómicas apropiadas para los variados sistemas de cultivo en este continente —y también para ayudar a fortalecer los programas nacionales de yuca de Asia— el CIAT está en el proceso de establecer un programa regional en Asia.

Resumen de los Logros

En 1982, el banco de germoplasma del Programa de Yuca del CIAT sumaba más de 3000 accesiones provenientes de diferentes regiones de las Américas y Asia y se seleccionó un número de líneas superiores como progenitoras para cruzamientos. En la actualidad ya se han evaluado miles de híbridos en los principales ecosistemas para producción de yuca en los trópicos incluyendo las tierras bajas cálidas con una estación seca pronunciada; las sabanas de suelos ácidos e infértiles; y las tierras altas más frescas. Algunos híbridos han presentado rendimientos altos y estables de raíces de buena calidad

cuando se producen con sistemas sencillos de manejo mejorado. Además, estos nuevos híbridos han mantenido su ventaja en rendimiento en comparación con los clones locales aún bajo condiciones de fertilidad muy baja y manejo deficiente.

Los resultados tanto de los ensayos a nivel de finca como de los ensayos regionales indican que los rendimientos de los clones locales se pueden doblar si las prácticas tradicionales de manejo se sustituyen por prácticas mejoradas y sencillas (por ejemplo, selección y tratamiento de estacas, control oportuno de malezas y siembra en camellones en



Los sistemas de producción de yuca han sido desarrollados para las tierras bajas del trópico caracterizadas por estaciones secas prolongadas (ZEC 1, izquierda); para las sabanas bajas de suelos ácidos (ZEC 2, centro); y para los trópicos bajos húmedos (ZEC 3, derecha).

áreas de alta precipitación). Cuando estas prácticas se combinan con clones mejorados, se logra aún una mayor producción. Datos recientes de los ensayos a nivel de finca en la región de piedemonte de Colombia han mostrado que se pueden obtener rendimientos de más de 30 ton/ha cuando esta nueva tecnología se combina con híbridos seleccionados. (En una encuesta, a principios de la década de los 70, los rendimientos eran de menos de 8 ton/ha en esta región.) Estos datos indican la realidad de que esta tecnología de altos rendimientos es totalmente asequible al productor de yuca.

Cuba ha aplicado en forma extensiva el paquete desarrollado por el CIAT, y ha aumentado considerablemente su productividad; en apenas cinco años, la producción nacional de yuca se ha doblado. En Colombia, esta nueva tecnología es responsable en parte del aumento del 40% en el rendimiento promedio nacional en los últimos 6 años.

Los programas nacionales de yuca que colaboran con el CIAT están recibiendo clones aptos para áreas en los trópicos cálidos de tierras bajas con una rigurosa estación seca. Estos clones poseen un alto potencial de rendimiento, resistencia moderada a enfermedades y plagas, contenido de almidón moderado a alto y alta estabilidad del rendimiento. Para

las sabanas de suelos ácidos, los programas nacionales también reciben clones con altos niveles requeridos de resistencia a enfermedades y plagas que, sin embargo, dan rendimientos moderadamente altos.

En colaboración con las agencias nacionales de Colombia, el CIAT ha desarrollado prototipos de industrias de secado en pequeña escala, que proporcionan mercados para una mayor producción de yuca, permitiéndole así a los pequeños agricultores en estos suelos marginales, beneficiarse del mayor potencial de producción de la tecnología mejorada. Colombia y México ahora están en el proceso de montar industrias de producción/secado de yuca con base en este modelo. Dentro de este contexto, México ha liberado dos clones seleccionados por el CIAT, junto con el paquete apropiado de tecnología. Se están logrando progresos similares en otros países de las Américas (por ejemplo, Brasil, República Dominicana, Haití y Panamá).

El Programa ha aumentado recientemente sus actividades en Asia, ubicando un científico de enlace en dicha región. En los últimos años, se han enviado al Asia miles de semillas híbridas y éstas ahora se encuentran en etapas avanzadas de selección en varios programas nacionales.

Se enfatiza (1) el mejoramiento de clones adaptados a zonas específicas y (2) la amplia adaptación de los clones dentro de las zonas.

31

Mejoramiento de Germoplasma para las Zonas Edafoclimáticas

En los primeros años del Programa de Yuca del CIAT, un objetivo principal del mejoramiento genético era desarrollar cultivares con *amplia adaptabilidad*, i.e., cultivares que fueran exitosos en todas las principales localidades de selección. El énfasis se cambió hacia la selección por *estabilidad del rendimiento* en condiciones de estrés moderado a alto y se adicionaron nuevos sitios de selección en donde los principales problemas son la baja fertilidad del suelo, la sequía y el ataque de ácaros. Para finales de 1970, se había acumulado una gran cantidad de información sobre los efectos de distintos factores sobre la adaptación de variedades y en las interacciones genotipo por ambiente. Con base en esta información, el Programa dividió las regiones productoras en seis zonas edafoclimáticas (ZEC) (Cuadro 1). Esta subdivisión se basa principalmente en diferencias en la temperatura media, distribución de la precipitación, fotoperíodo y características del suelo. Estos factores físicos determinan en gran parte los sistemas de plagas y enfermedades que son potencial, o realmente, importantes (Cuadro 2). Las seis zonas se seleccionaron balanceando cuidadosamente el número de proyectos individuales de mejoramiento genético que podrían ser manejados por el CIAT, con el número de factores de resistencia y adaptación que podrían ser combinados en forma realista en un solo genotipo.

Con la definición de las zonas edafoclimáticas, el proceso de mejoramiento de germoplasma ahora se encuentra altamente descentralizado. Debido a que cada zona requiere el logro de diferentes objetivos, el énfasis en el mejoramiento genético por amplia adaptabilidad a todas las zonas ha dado paso ahora al mejoramiento genético por adaptabilidad a cada zona. En consecuencia, la red de ensayos regionales se ha movido hacia la ubicación selectiva de clones en diferentes sitios, con base en sus comportamientos en las primeras etapas de selección. No existen ensayos internacionales de yuca manejados por el

CIAT. Más bien, el CIAT les envía a los países colaboradores germoplasma que se adapte a las condiciones de determinadas regiones de producción para que ellos realicen sus propias evaluaciones.

Colección/Introducción

A medida que el Programa de Yuca trata de combinar un mayor rango de características en las nuevas variedades, se ve la necesidad de aumentar la diversidad de la base de germoplasma. Infrecuentemente se encuentra ecotipos con muchas de las características deseadas. La disponibilidad de material parental importante puede ahorrarle al fitomejorador muchos años del tiempo requerido para recombinar características y seleccionar los genotipos deseados. En vista de lo anterior, la colección de clones continúa teniendo alta prioridad en el Programa.

El Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF) ha convertido a la yuca en un cultivo prioritario para continuar coleccionándolo y conservándolo. Bajo un acuerdo colaborativo del CIRF/CIAT, en 1982 se hicieron colecciones de germoplasma en México y Perú y se planea para el futuro cercano una serie de viajes adicionales de colección. Al mismo tiempo, el Programa continuó su esfuerzo para introducir germinoplasma de los programas nacionales a la colección del CIAT mediante el cultivo de meristemas. Con la introducción de aproximadamente 350 accesiones nuevas de Brasil en los últimos años, la colección del CIAT ahora cuenta con más de 3000 clones. Estas accesiones se han mantenido en CIAT-Palmira en condiciones de campo, pero ahora gradualmente se están transfiriendo a cultivos *in vitro* para su almacenamiento. En este proceso, los segmentos de nudos enraizados, obtenidos de plantitas provenientes de meristemas, se utilizan como explantas de almacenamiento.

Cuadro 1. Zonas edafoclimáticas para la producción de yuca y sus principales características.

Zona edafoclimática (ZEC) no.	Descripción general	Áreas representativas	Lugares en Colombia para la evaluación de germoplasma y pruebas de tecnología	Principales problemas que afectan el rendimiento
1	Tierras bajas del trópico con estación seca prolongada, lluvias anuales de bajas a moderadas, temperaturas altas en todo el año.	Nordeste de Brasil, costa norte de Colombia, norte de Venezuela, Tailandia, sur de India, África (franja semidesértica).	Caribia, Fonseca, Media Luna Nataima, Rionegro.	Sequía, ácaros, trips, piojo harinoso, bacteriosis, pudrición radicular, virus
2	Sabanas de suelos ácidos con una estación seca entre moderada y larga, humedad relativa baja durante la estación seca	Llanos de Colombia y Venezuela, Cerrados de Brasil, sabana del sur de México	Carimagua	Fertilidad de los suelos, sequía, bacteriosis, superalargamiento, antracnosis, mancha de la hoja causada por <i>Cercospora</i> , ácaros, chinche de encaje, y piojo harinoso
3	Trópicos bajos con una estación seca leve, lluvias abundantes, humedad relativa alta y constante	Hoya amazónica de Brasil, Colombia, Ecuador, y Perú; bosques lluviosos de África y Asia	Chigorodó, Florencia	Baja fertilidad de los suelos
4	Trópicos de altitud media (800-1500m) con estación seca y temperatura moderadas.	Áreas de altitud media de la zona andina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Indonesia, Filipinas, Vietnam, India y África	Caicedonia, CIAT-Palmira, CIAT-Quilichao	Trips, ácaros, piojo harinoso, bacteriosis, micoplasma, antracnosis, pudrición radicular, y virus
5	Tierras tropicales altas (1600-2200m) y frías con temperaturas de aprox. 17-20°.	Tierras altas de la zona andina y África Tropical	Popayán	Temperaturas bajas, mancha de la hoja causada por <i>Phoma</i> , antracnosis, y ácaros.
6	Áreas subtropicales, con inviernos fríos y duración variable del día	Sur de Brasil, Paraguay, norte de Argentina, Cuba, norte de México, sur de China, Taiwan.	Ninguno	Temperaturas bajas en invierno, bacteriosis, superalargamiento, antracnosis.

Cuadro 2. Importancia y control de varios factores ambientales físicos y biológicos en la producción de yuca en seis zonas edafoclimáticas.

Factor ambiental	Efecto del estrés en cada zona edafoclimática ^a						Capacidad de manejo del estrés ^b	
	1	2	3	4	5	6	Por fitomejoramiento	Otro diferente al genético ^c
Ambiente físico^d								
Fotoperíodo	B	B	B	B	B	A	2	0
Humedad relativa del ambiente	A	A	B	M	B	B	2	0
Acidez del suelo	B	A	M	B	M	M	2	2
Fósforo en el suelo	M	A	M	M	M	M	2	2
Agua en el suelo	A	A	B	B	B	B		
Temperatura	N	N	N	B	A	A	2	0
Ambiente biológico								
Antracnosis	A	A	M	M	M	A	2	1
Añublo bacterial	M	A	B	M	B	A	3	1
Mancha de la hoja por <i>Cercospora</i>	M	M	M	M	B	M	3	1
Mancha de la hoja por <i>Phoma</i>	N	N	N	B	A	M	3	1
Pudrición radicular	B	B	M	A	M	A	1	2
Superalargamiento	M	A	M	M	B	A	3	1
Acaro verde de la yuca	A	A	B	M	B	B	3	2
Gusano cachón	M	M	M	M	B	M	1	3
Chinches de encaje	M	A	B	M	B	B	2	1
Piojo harinoso	A	A	M	M	B	B	2	2
Acaro arácnido rojo	A	M	B	M	B	B	2	2
Escamas	M	M	M	M	M	M	1	3
<i>Silba péndula</i>	M	B	M	M	B	M	1	2
Trips	A	A	B	A	B	B	3	1
Mosca blanca	M	M	M	M	B	B	2	2
Malezas	A	A	A	A	A	A	1	3

a. N = ninguno; B = bajo, M = medio, A = alto.

b. 0 = cero o cerca a cero, 1 = bajo, 2 = moderado, 3 = alto.

c. Por ejemplo, cambiando de ambiente o modificando las prácticas agronómicas.

d. Efectos del estrés debido a factores físicos resultantes de un fotoperíodo largo, humedad relativa baja, alta acidez del suelo, y temperatura baja.

Evaluación de Germoplasma

En 1982, se evaluaron en diferentes ZEC alrededor de 700 accesiones y se seleccionaron alrededor de 8-15 clones como potencialmente promisorios para cada zona, como también otros con características individuales útiles. La evaluación de las accesiones en el banco de germoplasma permite la identificación de clones que puedan recomendarse directamente como nuevas variedades y de aquellos que puedan contribuir con genes deseables para hibridación. Todas las accesiones del germoplasma se evalúan primero en ensayos de hileras individuales y aquellas promisorias en cada zona continúan por un procedimiento de evaluación y selección.

La experiencia hasta la fecha muestra que sólo un pequeño número de las accesiones del germoplasma combinan las características requeridas para una zona determinada y pueden ser recomendadas directamente como nuevos cultivares. Sin embargo, aquellas que satisfacen los criterios básicos (como resistencia a enfermedades y plagas, alto rendimiento potencial y buena calidad de raíces) se pueden utilizar en cruces para producir progenies superiores para su selección inmediata.

Muchas accesiones presentan características individuales deseables, pero pueden ser deficientes en otros aspectos. Estas, al ser utilizadas en el programa de hibridación, tienen poca oportunidad de

producir directamente progenie superior. Sin embargo, para ampliar la base de germoplasma, el Programa de Yuca utiliza dichas accesiones para producir híbridos mejorados con el fin de servir de puente entre las accesiones y suministrar los híbridos más avanzados que estén disponibles en el Programa. La primera generación de estos "híbridos puente" se encuentra ahora en la etapa preliminar de rendimiento en varias zonas edafoclimáticas. El buen comportamiento general de estas poblaciones es una evidencia de la eficacia de este enfoque.

Por consiguiente, aunque de las accesiones que se han evaluado hasta el momento, sólo unas pocas satisfacen los criterios para su recomendación directa como nuevos cultivares, la evaluación del banco de germoplasma cumple la función fundamental de permitir la identificación de materiales parentales.

Evaluación de Progenies y Selección de Híbridos

El proceso de mejoramiento lleva a productos finales distintos pero interrelacionados: semilla F_1 no seleccionada y variedades "terminadas".

Las poblaciones F_1 se envían a aquellos programas nacionales con el interés y la capacidad para evaluar y seleccionar materiales de las poblaciones segregantes. Como la generación F_1 es la única generación propagada por semilla, representa la única etapa en la cual se puede intercambiar gran número de genotipos a través de las fronteras internacionales. La distribución de poblaciones segregantes le permite a los programas nacionales aprovechar totalmente las ganancias obtenidas por el CIAT mediante el material parental seleccionado, a la vez que les permite seleccionar líneas adaptadas a las condiciones locales a partir del gran número de genotipos de las poblaciones segregantes.

La definición de una variedad "terminada" es necesariamente arbitraria puesto que el genotipo ya está fijo por la propagación vegetativa en la etapa F_1 . El Programa define una variedad terminada como

un clon que ha pasado por las etapas finales de selección por el CIAT en Colombia, después de haber pasado evaluaciones por varios años, y en varias localidades. En esta etapa, los clones están listos para los ensayos regionales en Colombia y a nivel internacional. Las consideraciones fitosanitarias internacionales han obligado al CIAT a enviar el material vegetativo de yuca *in vitro*.

Aunque la selección parental está basada en el comportamiento de las accesiones en las distintas zonas edafoclimáticas, la hibridación y la selección inicial se hacen en CIAT-Palmira. En 1982, se obtuvieron cerca de 63,000 semillas F_1 , de las cuales más de 20,000 se utilizaron en el programa de selección y cerca de 40,000 se distribuyeron a los programas nacionales en Brasil, China, Malasia, México, Filipinas y Tailandia.

Actualmente, el Programa de Yuca le asigna la mayor prioridad a las ZEC más calientes. Entre las poblaciones fuente ocurre un intercambio considerable de material seleccionado para cualquiera de las tres zonas. Por otra parte, los estudios fisiológicos han descubierto un efecto significativo del fotoperíodo y de las bajas temperaturas (inferiores a 20°C) en el rendimiento, lo cual indica que es necesario disponer de bancos de genes distintos tanto para las tierras altas (V) como para las subtropicales (VI). Dentro de las ZEC más calientes, el Programa de Yuca le asigna particular importancia a la zona I, la cual representa una de las principales regiones productoras de yuca del mundo, y a la zona II, la cual ofrece un gran número de problemas y representa un terreno ideal de prueba para las "líneas terminadas" de yuca promisorias (Figura 2).

En la zona edafoclimática I, la zona de tierras bajas con una estación seca prolongada con sitios de evaluación en la costa norte de Colombia, se están realizando ensayos sin recurrir a la aplicación de fertilizantes, pesticidas, o al riego. En 1982 se evaluaron dos ciclos (Figura 3). Los resultados muestran que los nuevos híbridos combinan un alto contenido de materia seca con una capacidad de rendimiento considerablemente mejorada. El reto



Se enfatiza la selección de progenies tolerantes a problemas ocasionados por plagas y enfermedades endémicas.

ahora es mejorar aún más estos clones, particularmente en términos de su resistencia a insectos y ácaros.

Para la *zona edafoclimática II*, el sitio de evaluación es Carimagua en los Llanos Orientales de Colombia. Los suelos son pobres —con bajo pH, bajo nivel de fósforo, y alto nivel de aluminio intercambiable. Los ensayos se realizan con la aplicación de niveles modestos de cal, nitrógeno, fósforo, potasio y zinc. Son muy altas las presiones por enfermedades y plagas tales como el añublo bacteriano de la yuca (CBB), el superalargamiento, la antracnosis (durante la estación lluviosa) y piojos harinosos, chinches de encaje, trips y ácaros (durante la estación seca). Sin embargo, las enfermedades y las plagas no se controlan en forma artificial, por consiguiente, la experimentación en Carimagua es bajo condiciones de crecimiento muy difíciles.

En 1982, tanto los híbridos seleccionados como las accesiones sembradas a comienzos de la estación lluviosa rindieron razonablemente alto; la siembra posterior fue atacada severamente por piojos harinosos y los rendimientos fueron más modestos. Este es un cambio importante a lo que se venía observando en años anteriores cuando la susceptibilidad al CBB, al superalargamiento y a la antracnosis siempre causó rendimientos menores

Rendimiento de materia seca (t/ha)

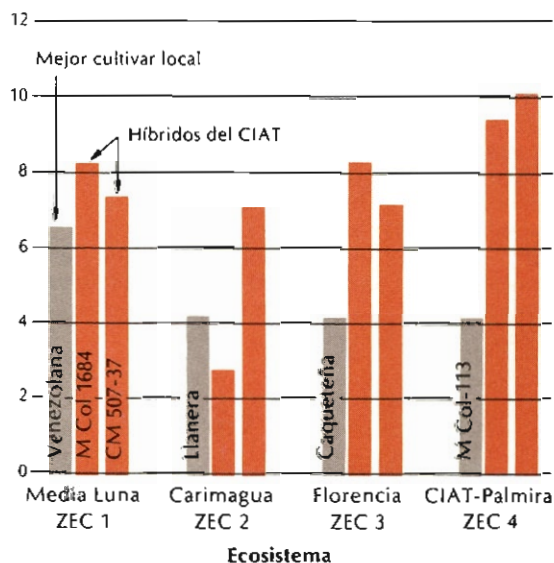


Figura 2. Los híbridos del CIAT seleccionados en Carimagua tienden a desempeñarse muy bien bajo condiciones de menor estrés, y su rendimiento es superior al de la mejor variedad local en cada sitio, aún en condiciones de estrés.

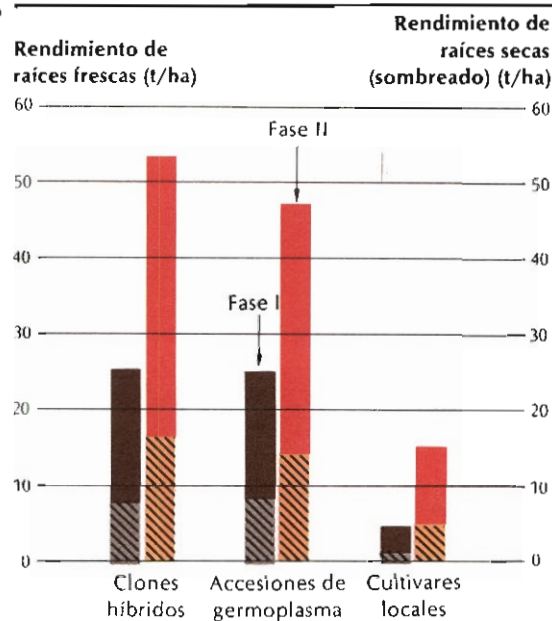


Figura 3. Comparación del rendimiento promedio de varios clones híbridos, acciones de germoplasma y cultivares locales sembrados en ensayos en Caribia (ZEC 1). La primera cosecha (Fase I) vino de un suelo pobre y un patrón de lluvias desfavorable; la segunda (Fase II) vino de un buen suelo y un patrón de lluvias favorable. Muchos clones híbridos presentaron altos rendimientos de raíces frescas y secas.

en la primera siembra. Los clones más nuevos son más tolerantes a estas enfermedades, entran a la estación seca con más follaje y, por consiguiente, son más atacados por insectos. Los híbridos seleccionados dieron buenos rendimientos y presentaron un alto contenido de materia seca en las raíces, en ambos ensayos.

Ya es común que muchos híbridos de alto rendimiento presenten alta resistencia a la bacteriosis y al superalargamiento, que junto con la resistencia a ácaros, piojos harinosos y chinches de encaje constituye un reto que puede requerir nuevas fuentes de germoplasma y varios ciclos de selección.

Aunque algunos híbridos de alto rendimiento en las ZEC I y II presentan una población fuente idéntica, clones tan ampliamente adaptados, como M Col 1468, M Col 1684 y CM 507-37, constituyen materiales parentales sobresalientes. Sin embargo, es posible que se requiera una selección descentralizada para asegurar una alta frecuencia de clones con adaptabilidad local. Un peligro potencial para la selección "final" es la reducción excesiva de la base de germoplasma; otro es la adaptación extrema a localidades específicas. En el CIAT, el primer problema se contrarresta mediante la inclusión continuada de nuevos materiales parentales promisorios al programa de hibridación; el segundo se evita mediante el uso frecuente de clones ampliamente adaptados como material parental.

Protección de las Plantas para Mejorar la Productividad del Cultivo

Antes de la década de los 70, la yuca generalmente se describía como un cultivo rústico, resistente a la mayoría de las plagas y enfermedades y especialmente apto para regiones con suelos pobres y sequía prolongada. Sin embargo, a medida que se dispone de mayor información acerca de la yuca, se ha puesto de manifiesto que esta descripción se refiere a un cultivo localmente adaptado. Es decir,

los cultivares locales con frecuencia son considerablemente tolerantes a las enfermedades y plagas que se presentan en sus ambientes nativos, al ser cultivados en forma tradicional. Cuando se cultivan en otras localidades o con diferente manejo, estos mismos cultivares generalmente son susceptibles a las enfermedades, plagas, malezas y otros problemas propios de dicha localidad.



La resistencia de la planta hospedante se complementa con control biológico. No se ha encontrado resistencia al gusano cachón de la yuca (izquierda), pero algunos depredadores, incluyendo la avispa *Polistes* (derecha), y algunos parásitos pueden ser utilizados para un control natural efectivo de las plagas.

Las características climáticas y edáficas influyen también en la severidad de las plagas. Desde 1979 hasta 1982, se observó que aquellas enfermedades que inicialmente (i.e., 1978–1980) causaron daño grave en sitios representativos de varios ecosistemas —por ejemplo, antracnosis en la ZEC I y II, CBB en la ZEC II, la mancha de anillos circulares y la antracnosis en la ZEC V— ocasionaron daño moderado en años posteriores (1980–1982). Esto indicó que los problemas alcanzan un cierto equilibrio biológico con los clones existentes, lo cual se podría deber a la eliminación gradual de los genotipos susceptibles con una disminución consecuente en el inóculo potencial de los agentes causales. Aquellos problemas detectados después del primer año de evaluación y que pudieron haber sido introducidos en el ecosistema (por ejemplo, el cuero de sapo y la pudrición radical causada por *Diplodia manihoti*) aumentaron en severidad y, en el último ciclo de observación estaban alcanzando proporciones epidémicas.

El sistema de plagas y enfermedades documentado en el Cuadro 2 se aplica a las Américas, el centro de origen de la yuca. A medida que se fue exportando la yuca, primero al África y luego al Asia, algunas de sus plagas y enfermedades también se diseminaron. El número de plagas de importancia

económica es inferior en África y en Asia que en las Américas. Aunque las variedades originalmente exportadas desde las Américas eran portadoras de alguna resistencia a las enfermedades y plagas introducidas con ellas, lo cual le permitió a los agricultores seleccionar clones tolerantes a las plagas introducidas, la mayor parte de la resistencia a las enfermedades y plagas no presentes en el nuevo ambiente se perdió en el proceso de selección.

Una excepción es el mosaico africano. Esta enfermedad endémica, transmitida por las moscas blancas (*Bemisia tabaci*), no ha sido detectada en las Américas, pero se ha dispersado en toda el área productora de yuca de África. Como en los clones de origen africano o americano, no se encontraron genes de resistencia a esta enfermedad, el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) ha mejorado la resistencia a partir de *Manihot glaziovii*, una especie de origen americano.

Recientemente, dos plagas introducidas han comenzado a causar pérdidas masivas en África. El piojo harinoso y el ácaro verde de la yuca se han diseminado rápidamente en África después de haber sido introducidos probablemente durante la década de los 60 en material infestado. Estas plagas han prosperado en áreas extensas de variedades de yuca susceptibles, en ausencia de enemigos natura-

Cuadro 3. Nivel de resistencia^a a varios problemas de producción de las líneas del CIAT y de los híbridos adaptados a las diferentes zonas edafoclimáticas.

Zona edafo-climática/ clon	Enfermedades						Podrición radicular antes de la cosecha
	Bacteriosis	Superalar- gamiento	Mancha de la hoja por <i>Phoma</i>	<i>Antracnosis</i>		Mancha de la hoja por <i>Cercospora</i>	
				Tierras bajas	Tierras altas		
ZEC 1							
M Col 22	1	2	2	4	1	3	4
M Bra 12	2	1	3	5	5	2	4
M Ven 25	3	2	— ^b	3	—	—	—
CM 681-2	2	1	—	—	—	—	—
ZEC 2							
M Per 245	5	3	—	4	—	4	—
M Ven 77	5	5	2	5	4	1	5
CM 523-7	5	4	3	4	3	2	1
CM 1585-13	5	5	—	5	—	5	—
ZEC 3							
M Col 1684	3	3	1	3	2	3	4
CM 507-37	4	4	—	3	—	3	—
ZEC 4							
CM 91-3	4	2	—	3	—	4	—
CM 489-1	1	1	—	—	—	—	—
CM 849-1	3	5	—	—	—	—	—
ZEC 5							
M Col 1522	2	2	5	1	4	4	4
M Col 2059	—	—	5	3	5	3	4
ZEC 6							
M Col 1468	4	3	3	4	3	4	1
M Cub 74	2	4	—	—	—	—	—

a. 1 = muy bajo, 2 = bajo, 3 = intermedio, 4 = alto, 5 = muy alto.

b. No se han llevado a cabo pruebas para este problema específico.

les y en condiciones ambientales óptimas. En las Américas, con variedades relativamente tolerantes y enemigos naturales, estas dos plagas normalmente no son problema, pese a su amplia difusión.

El IITA (que, dentro del sistema de Centros, tiene responsabilidad regional por la yuca en África), el Instituto de Control Biológico en la Mancomunidad Británica (CIBC), Trinidad, y el Programa de Yuca del CIAT están haciendo un esfuerzo concertado para identificar agentes de control biológico en las Américas, criarlos, verificar que estén libres de hiperparásitos y luego introducirlos al África. Es posible que los agentes de control biológico logren sólo un control parcial; sin embargo, no es de dudar su importancia, especialmente durante el período que transcurra antes de que se produzcan variedades resistentes, y que se pueda combinar la resistencia de la planta hospedante, con el control biológico.

Resistencia de la Planta Hospedante

Con un ciclo de cultivo prolongado como el de la yuca (6–24 meses), no es posible basar la protección de cultivo en aplicaciones continuas de pesticidas. Entonces es necesario desarrollar resistencia de la planta hospedante. La resistencia normalmente encontrada en yuca está controlada por muchos genes (poligénica), lo cual reduce la probabilidad del desarrollo de nuevas razas o biotipos de la población de la plaga.

La incorporación de resistencia de la planta hospedante es la base de un programa de control integrado y forma una parte fundamental del programa de mejoramiento de variedades de yuca en el CIAT. El Cuadro 3 presenta una lista de las principales plagas, enfermedades y limitaciones edáficas de la yuca para las cuales se ha identificado resistencia

Trips	Insectos y ácaros					Problemas del suelo	
	Acaro <i>Mononychellus</i>	Acaro <i>Oligonychus</i>	Piojo harinoso	Chinche de encaje	Mosca blanca	Acidez del suelo	Nivel bajo de fósforo
4	2	2	3	3	1	2	3
5	4	1	1	3	4	2	2
2	3	2	1	3	—	—	4
4	—	—	2	—	—	—	—
1	4	—	3	3	—	5	4
2	2	2	2	2	—	5	4
3	—	—	1	—	—	4	5
4	—	—	—	—	—	2	4
1	1	4	—	2	5	4	3
1	—	—	2	—	—	2	4
3	2	—	1	—	—	3	4
2	2	—	1	2	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—
4	4	4	—	4	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	3	1	2	1	5	3
4	—	—	2	—	—	—	—

de la planta. Estas fuentes se están utilizando actualmente para el desarrollo de híbridos resistentes.

Sin embargo, una resistencia adecuada es a veces difícil de alcanzar. En este caso, se puede combinar con prácticas de control biológico y manejo agronómico mejorado para un control integrado. La investigación en estas áreas se describe en las siguientes secciones.

Control Biológico

La resistencia de la planta hospedante es particularmente efectiva cuando se usa con el control biológico. La disminución de las poblaciones de plagas debido a las variedades resistentes aumentan la eficiencia del control biológico. Los enemigos naturales de las plagas de yuca son abundantes: se han identificado más de 140 y casi 40 de ellos ya han sido estudiados en el CIAT. Se le ha dado énfasis especial

al control biológico del gusano cachón de la yuca, los piojos harinosos y los ácaros.

La compatibilidad del mejoramiento genético por resistencia, y el uso del control biológico natural se ha demostrado en estudios con ácaros. Las poblaciones de ácaros en variedades resistentes son considerablemente más bajas que las poblaciones en variedades susceptibles; los depredadores tienen así una mejor oportunidad para reducir las poblaciones de ácaros antes de que alcancen niveles de daño económico. En yuca se han identificado más de 30 depredadores de ácaros. Los estudios actuales se concentran en la efectividad de miembros de la familia Phytoseiidae depredadores de ácaros, los cuales parecen ser especialmente efectivos contra bajas poblaciones de ácaros fitófagos.

Recientemente, se le ha prestado mucha atención al control biológico de los piojos harinosos; dos especies, *Phenacoccus herreni* y *P. manihoti*, están

El control integrado de plagas combina el control biológico y las prácticas culturales mejoradas con la resistencia de la planta hospedante.

causando daño considerable a la yuca, especialmente en las Américas y África, respectivamente. Hay un gran número de enemigos naturales de los piojos harinosos: en CIAT-Palmira o Carimagua se han identificado aproximadamente 30 parásitos y depredadores y, en las Américas, casi 70. Una colección sistemática de piojos harinosos en el campo durante 1981 indicó que el depredador dominante era *Ocyptamus stenagastus*, respondiendo por el 68% del total de enemigos naturales y *Anagyrus* fue el parásito dominante. Los estudios durante 1982 indicaron que el enemigo natural predominante era *Acerophaga coccois*, respondiendo por el 92% de los parásitos observados. Este parásito pareció estar reduciendo las poblaciones de piojos harinosos en los campos observados. Una vez más, *Ocyptamus* se observó como el depredador dominante pero, además, durante la colección sistemática de muestras de la población de piojos harinosos se observaron altas poblaciones del díptero depredador *Kalodiplosis coccidarum*. Este depredador se liberó en los campos del CIAT hace tres años y es muy eficiente para depredar huevos de piojos harinosos. La combinación de la resistencia de la planta hospedante y el control biológico es entonces promisorio en el control de los piojos harinosos de la yuca.

Una de las plagas de la yuca más espectaculares es el gusano cachón (*Erinnyis ello*), el cual puede defoliar completamente grandes plantaciones de yuca. Una sola larva puede consumir 1100 cm² de follaje durante su ciclo larval de 15 días. Aunque la hembra adulta exhibe alguna preferencia de oviposición, el medio más promisorio de control de la plaga es mediante sus numerosos enemigos naturales. Se han identificado aproximadamente 40 de éstos que incluyen parásitos, depredadores y patógenos; además, los estados de huevo, larva y pupa son todos susceptibles a los enemigos naturales. Los estudios actuales se están concentrando en los parásitos dípteros que parecen ser especialmente efectivos contra bajas poblaciones del gusano cachón. Hay numerosos depredadores larvales, sien-

do la avispa *Polistes* sp., uno de los más importantes.

En 1982, se estudió una enfermedad viral del gusano cachón. De una larva de gusano cachón infectada, se recuperó un virus de granulosis y se reinfectaron hojas. La totalidad de las larvas sanas de gusano cachón que se alimentaron de estas hojas murieron con síntomas del virus. Las aplicaciones del virus en el campo al follaje de la yuca también han resultado en altos índices de mortalidad.

Prácticas Agronómicas Mejoradas

Hay varias prácticas agronómicas de manejo que también ayudan a combatir las enfermedades, plagas y malezas y mejorar la calidad de la planta. A continuación se presenta un resumen de la investigación actual en varios de estos frentes.

Fertilidad del suelo. La yuca se adapta considerablemente bien en términos fisiológicos a los suelos ácidos e infértiles; la reducción del rendimiento a bajos niveles de fertilidad es menor que en la mayoría de los cultivos. Sin embargo, en suelos ácidos e infértiles, los ataques por enfermedades y plagas son extremadamente severos. Existen pocos datos sobre la interacción que existe entre las enfermedades y factores tales como el pH y el nivel de nutrimentos. Sin embargo, es necesario tener presente esta interacción para el desarrollo de híbrido que crezcan bien en los suelos ácidos con bajos niveles de fertilidad. Actualmente se están iniciando estudios en esta área.

Preparación del suelo. La yuca no tolera condiciones muy húmedas de suelo. Si el suelo se inunda, el crecimiento de la yuca se reduce y la pudrición radical se convierte en un problema serio. Se sabe que existe alguna resistencia varietal a la pudrición radical; sin embargo, el problema se puede reducir mediante la siembra en camellones. Además, cuando la pudrición radical es severa, la rotación con cultivos de cereales es una medida efectiva de control.



La tecnología desarrollada puede ser usada fácilmente por los pequeños agricultores para obtener altos rendimientos y aumentar el ingreso aún en condiciones agrícolas extremadamente pobres.

Fecha de siembra. La antracnosis, el CBB y el superalargamiento son todos problemas severos en los llanos de Colombia. Cuando se siembran clones susceptibles a comienzos de la estación de lluvias, la presión por enfermedades se acumula rápidamente y el cultivo puede quedar destruido. Sin embargo, si estos clones se siembran poco tiempo después de la estación seca, la presión se reduce y siguen proporcionando algún rendimiento. De esta manera, las enfermedades se pueden manejar mediante el cambio en la fecha de siembra. A medida que se disponga de nuevas líneas altamente resistentes, el agricultor ganará más flexibilidad en su fecha de siembra. Esta flexibilidad también puede traer ciertos peligros. Si se hacen siembras consecutivas en parcelas vecinas, es factible que las últimas siembras sufran por una mayor severidad del ataque de las plagas debido a la acumulación del inóculo potencial. Además, en tanto que las enfermedades tienden a ser más severas en la estación lluviosa, los insectos plaga son más problema en la estación seca. Por consiguiente, el manejo para reducir las enfermedades puede aumentar los problemas con insectos.

Cultivos mixtos. Las epidemias de enfermedades y plagas generalmente se ven favorecidas por la uniformidad genética y se reducen al cultivar mezclas de variedades o cultivos. En áreas tradicionalmente productoras de yuca en las Américas, los

agricultores no sólo mezclan yuca con otros cultivos sino también con otras variedades de yuca. Con nuevas variedades mejoradas, es probable que los agricultores prefieran usar una o dos variedades solamente, en lugar de una mezcla, a menos que haya una serie de variedades mejoradas. La probabilidad de que ocurra una epidemia severa de enfermedades y plagas también se puede reducir al incorporar buenos niveles de resistencia a los nuevos clones.

A medida que se expande la producción de yuca, los agricultores tienden a reemplazar el cultivo mixto por el monocultivo, utilizando solamente una variedad. En el "Campo Cerrado" de Brasil, por ejemplo, la producción de yuca en el área de Curvelo se expandió muy rápidamente para proporcionar materia prima para producción de alcohol. Los rendimientos iniciales fueron de aproximadamente 20 ton/ha en parcelas pequeñas. Con la expansión masiva del monocultivo de yuca, los rendimientos disminuyeron drásticamente 3-6 ton/ha en muchas plantaciones debido a epidemias por enfermedades y plagas. Sólo ahora, casi una década más tarde, los rendimientos se están acercando a los niveles iniciales con la introducción de líneas más resistentes a enfermedades y el manejo integrado de plagas.

Residuos de cosecha. Los tallos de yuca dejados en el campo después de la cosecha pueden

Cuadro 4. Rendimiento, porcentaje de reducción del rendimiento, y número de estacas por planta en el clon nativo "Secundina" en relación con la fuente de las estacas y con el tipo de selección.^a

Tratamiento	Fuente de las estacas	Rendimiento		Reducción del rendimiento (%)	Número de estacas por planta/calidad	
		Peso de raíces frescas	Almidón		Buena	Mala
1	Cultivo de meristemas	24 a	7 a	0	6 a	3 ab
2	Finca sin síntomas de mosaico; estacas seleccionadas ^b	20 b	6 b	18	4 bc	5 ab
3	Fincas con mosaico; estacas seleccionadas ^b	15 c	5 c	39	3 bcd	4 b
4	Fincas, haciendo caso omiso de los síntomas de mosaico y sin seleccionar estacas	7 d	2 d	70	3 bcd	4 a

a. Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$).

b. Seleccionadas visualmente por su buena calidad.

germinar y actuar como focos de infección, infestación y pudriciones radicales para el cultivo siguiente. Cuando quiera que sea posible, las raíces y los tallos se deben remover del campo o destruir.

Material de siembra. La producción sistemática de material de buena calidad para la siembra es todavía la excepción entre los productores de yuca, pese a que la mala calidad de éste constituye una causa frecuente de bajos rendimientos.

Una evaluación de la producción de material de siembra de diferentes genotipos de yuca mostró que los cultivares de crecimiento erecto y ramificación tardía producen las estacas de mejor calidad por planta, y con frecuencia mayor rendimiento de raíces. Cuando se cultiva yuca primordialmente para la producción de estacas, las altas densidades de siembra de 20,000 a 40,000 plantas/ha pueden aumentar significativamente la producción.

Debido a que la fertilidad del suelo influye en el crecimiento aéreo de la yuca, también afecta la producción de estacas. De los ensayos de 1982, una buena fertilidad natural del suelo o niveles moderados de fertilizantes en suelos pobres probaron ser suficientes para obtener un crecimiento aéreo equilibrado, y una alta proporción de tallos aptos para la producción de estacas; los altos niveles de fertilizantes, por el contrario, dañan este equilibrio con la producción de un exceso de follaje y tallos inmaduros a partir de los cuales sólo se puede obtener un número limitado de estacas de calidad. Al disponer

de alguna información sobre el efecto de la nutrición de la planta madre en la producción de estacas, se requieren estudios adicionales para evaluar el efecto de "arrastre" de la nutrición de la planta por intermedio de las estacas hacia el cultivo siguiente.

Ensayos en la Costa Norte de Colombia han mostrado que las estacas obtenidas de plantas libres de virus, producidas mediante cultivo de meristemas de plantas tratadas por termoterapia, pueden aumentar significativamente los rendimientos. Es posible que no sea practicable por los agricultores emplear dichas técnicas sofisticadas, pero estos ensayos mostraron efectivamente que se puede seleccionar visualmente fincas y plantas para tomar estacas y reducir los niveles de virus y mejorar sustancialmente los rendimientos (Cuadro 4).

Control de malezas. Debido a que la yuca se establece en forma lenta, es esencial tener un buen control de malezas. Esto se puede lograr mediante una desyerba manual, medios mecánicos y control químico. La yuca frecuentemente se siembra a comienzos de la estación lluviosa cuando los agricultores tienen escasez de mano de obra; en estas circunstancias, el control químico puede ser ventajoso y hay varios productos efectivos disponibles en los trópicos. Pese a que presentan un bajo rendimiento potencial, las variedades tradicionales vigorosas también compiten bien con las malezas; sin embargo, los tipos de mayor rendimiento pueden

requerir un mejor control de la maleza.

Gran parte de la yuca producida en el mundo se encuentra en cultivos asociados. Cuando la yuca se cultiva con leguminosas de grano de ciclo corto, el crecimiento precoz de éstas últimas tiende a suprimir las malezas. En un ensayo con yuca y frijol

común y en la ausencia de cualquier otra medida de control, el peso total de las malezas a los 135 días después de la siembra se redujo en un 67% debido al cultivo asociado. Este efecto se puede favorecer aún más utilizando herbicidas preemergentes selectivos para yuca y frijol.

Efecto del Suelo y de la Nutrición de la Planta en el Crecimiento del Cultivo

La Yuca y la Fertilidad del Suelo a Largo Plazo

Para estudiar el efecto de la producción continua de yuca en la fertilidad del suelo y el rendimiento, se estableció un ensayo a largo plazo en CIAT-Quilichao en 1977. Con la terminación del cuarto ciclo en 1982, el ensayo continúa. Se ha observado que la aplicación de altos niveles de fósforo en ausencia de aplicaciones adecuadas de potasio, inicialmente resultan en altos rendimientos; sin embargo, éstos pronto se redujeron debido al agotamiento del potasio en el suelo. Aunque los suelos en la localidad de ensayo originalmente presentaban bajos niveles de fósforo, pero relativamente altos de pota-

sio, después de 4 años de producción continua se determinó que la fertilización con potasio es crucial para obtener altos rendimientos sostenidos de raíces de yuca. Aunque los rendimientos sin fertilizantes se mantuvieron en alrededor de 20 ton/ha, el tratamiento con una aplicación anual/ha de 100 kg de nitrógeno, 87 kg de fósforo y 125 kg de potasio, produjo un rendimiento de 66 ton/ha en los suelos ácidos de baja fertilidad de CIAT-Quilichao. Aunque este nivel de fertilizantes implica un costo de aproximadamente US\$250/ha, el valor del aumento del rendimiento obtenido es de cerca de US\$5000 a los precios actuales, indicando que la fertilización de la yuca puede ser altamente económica.

Cuadro 5. Efecto del estado de rastrojo y de la aplicación de fertilizantes sobre el rendimiento de las raíces de yuca (t/ha).

	Localidad 1		Localidad 2		Localidad 3	
	Rastrojo corto	Rastrojo largo	Rastrojo corto	Rastrojo largo	Rastrojo corto	Rastrojo largo
Sin aplicar fertilizante						
Cultivar local	9	14	6	16	6	22
Variedad introducida por el CIAT	13	17	12	30	7	14
Uso intermedio de fertilizante^a						
Cultivar local	12	15	7	17	19	23
Variedad introducida por el CIAT	12 ^b	22	20	33	18	16

a. 50-50-50 N-P-K en la localidad 1; 50-100-100 en la localidad 2, y 50-50-100 en la localidad 3. El nivel de fertilización fue determinado de acuerdo con las necesidades del suelo.

b. La pudrición radicular redujo sustancialmente el rendimiento en estas parcelas.



Asociación Yuca-Micorrizas

La importancia de una asociación efectiva de la yuca con micorrizas en suelos con bajos niveles de fósforo ya ha sido demostrada en años anteriores. En 1982 continuó la investigación sobre la efectividad de la asociación tanto en condiciones de invernadero como de campo. Se hizo énfasis en la colección, identificación, purificación y multiplicación de nuevas cepas eficientes colectadas en diferentes partes de Colombia. Se encontró que algunas de las cepas más eficientes eran especies todavía no descritas. Se encontró que la especie recién nombrada *Glomus manihotis*, originalmente colectada en CIAT-Quilichao, se clasifica entre las cepas más eficientes en una serie de suelos.

Aunque las respuestas a la inoculación con micorrizas han sido relativamente sorprendentes en ensayos de invernadero, en el campo fueron inferiores y, en ocasiones, no significativas. En cuatro ensayos realizados en Quilichao, sólo se registraron respuestas no significativas a la inoculación. Sin embargo, la esterilización del suelo disminuyó los rendimientos en menos del 50% debido a la eliminación de la población nativa de micorrizas, pese a que las plantas se recuperaron posteriormente debido a una reinfección. Esto indica la importancia de las micorrizas para la nutrición de la yuca con fósforo y la alta eficiencia de la población nativa en Quilichao. Sin embargo, ensayos similares en Carimagua, en donde las cepas nativas son menos eficientes, produjeron respuestas significativas en rendimiento a

Frecuentemente se obtienen rendimientos bajos debidos a la mala calidad del material de siembra. Tanto la cantidad como la calidad de las estacas de siembra se pueden mejorar considerablemente utilizando técnicas sencillas.

la inoculación con *Glomus manihotis*, como también con otras cepas seleccionadas, aún en suelo no esterilizado. En suelos no esterilizados, la inoculación aumentó los rendimientos hasta en un 37%, en tanto que en suelos esterilizados el aumento fue del 200%. Los mayores rendimientos se obtuvieron en el suelo esterilizado, con plantas inoculadas. La inoculación con raíces infectadas de yuca produjo las mejores respuestas aumentando los rendimientos en un 64%.

En un ensayo sobre fuentes y niveles de fósforo, las mejores respuestas a la inoculación se obtuvieron con la aplicación de 100 kg/ha de fósforo. Las plantas inoculadas con aplicaciones de fósforo de 50 kg/ha produjeron el mismo rendimiento que las plantas no inoculadas con 100 kg/ha de fósforo, lo cual indica que en los suelos deficientes en fósforo con una población de micorrizas baja o ineficiente, la inoculación parece ser una alternativa promisoría a las altas aplicaciones de fertilizantes.

Rastrojo vs. Fertilización

La información disponible sobre los sistemas de producción en América Latina indican que en muy pocos casos los agricultores utilizan fertilizantes en yuca. Los agricultores de yuca tienden a operar fincas relativamente pequeñas, pero ésta en sí misma no parece ser la razón de la falta de utilización de fertilizantes. Los pequeños agricultores que cultivan frijol, papa y tomate, sí aplican fertilizantes, e incluso los productores de yuca utilizan fertilizantes con sus otros cultivos, pero rara vez en yuca.

Los resultados anteriores de investigaciones a nivel de finca, y los estudios más detallados sobre producción de yuca, indican que los agricultores utilizan ya sea el rastrojo o la rotación de cultivos para mantener la efectividad del suelo y los rendimientos. En 1982, la investigación del Programa de Yuca a nivel de finca estableció como objetivos evaluar la función del rastrojo en los sistemas tradicionales de producción de yuca, determinar si el mayor rendimiento potencial de las variedades mejoradas se podría mantener en dicho sistemas y,



probar si la fertilización podría reemplazar al rastreo. El diseño del ensayo incluye una estratificación cruzada en secciones de los agricultores con base en el estado del rastreo. Los ensayos se realizaron en cuatro localidades y se repetirán en tres ciclos más. La siembra en 1982 constituyó el primer ciclo y, por lo tanto, estos resultados son preliminares.

Aunque se observaron diferencias entre las regiones, en el primer año de la evaluación surgieron ciertos patrones generales de respuesta en rendimiento (Cuadro 5). En primer lugar, un análisis químico del suelo mostró que los suelos eran universalmente infértiles, con niveles de fósforo y potasio muy por debajo de los límites críticos aceptados. Además, no se observaron diferencias significativas en los análisis de suelos entre los diferentes períodos de duración del rastreo; el cual a corto plazo con frecuencia presentó niveles ligeramente mayores que los períodos de rastreo más largos. En segundo lugar, con una aplicación de fertilizantes nula, las parcelas con rastreo a largo plazo dieron consistentemente un mayor rendimiento (en promedio, más del 100%) que aquellas con rastreo a corto plazo. En tercer lugar, se observó un patrón general pero no universal para una respuesta considerable a los fertilizantes aplicados en el rastreo a corto plazo y una falta de respuesta rentable en las parcelas con rastreo a plazo más largo. Finalmente, se observó una tendencia general pero no universal a que las parcelas fertilizadas con rastreo a corto plazo produjeran un menor rendimiento que las parcelas con rastreo a largo plazo sin fertilización. En términos generales, el rendimiento máximo en las parcelas con rastreo a largo plazo fue mayor que el rendimiento máximo en aquellas con rastreo a corto plazo.

Estos resultados del primer año sugieren las razones del por qué los agricultores pueden producir yuca sin aplicar fertilizantes. El rastreo permite mantener los rendimientos dada una disponibilidad adecuada de tierras de bajo costo. Sin embargo, como la mayor parte de los productores de yuca



Uno de los mayores problemas en la utilización eficiente de la yuca es su rápido deterioro después de la cosecha. Técnicas de bajo costo usadas en el tratamiento y empaque de las raíces frescas pueden aumentar su período de almacenamiento.

operan fincas relativamente pequeñas, un sistema efectivo de rastreo con frecuencia está limitado por la disponibilidad de tierras. Como lo demostraron estos ensayos, de un rastreo en degradación resulta un gran sacrificio en los rendimientos. Por otra parte, los patrones del rendimiento también indican que una aplicación de fertilizantes no puede sustituir al rastreo. Los datos de los ensayos de fertilidad a largo plazo (véase arriba) indican que solamente las aplicaciones continuadas pueden reconstituir la fertilidad del suelo y el contenido de materia orgánica a niveles comparables con los obtenidos en el rastreo a largo plazo. Este resultado posiblemente se relaciona con el hecho de que el análisis químico del suelo no da una indicación de otros factores importantes tales como estructura del suelo, actividad microbiana y nutrientes inmovilizados en material vegetal en descomposición. El manejo de la fertilidad del suelo desempeñará una función crucial en los rendimientos de yuca. Sin embargo, los resultados anteriores indican que los fertilizantes químicos sólo constituirán un componente de una estrategia integrada para el manejo de la fertilidad del suelo y que ésta tendrá un alcance mayor que un solo año de cultivo.

Mejoramiento de la Utilización de la Yuca

Disminución de su Perecibilidad

Su muy alto potencial de producción de carbohidratos por unidad de tierra o mano de obra, y su capacidad para dar buena producción en condiciones marginales, hacen de la yuca un alimento básico rural en todos los trópicos y subtrópicos. Sin embargo, su alta perecibilidad poscosecha reduce significativamente las ventajas de la yuca para el consumo humano, en comparación con granos con costos relativamente bajos de mercadeo.

El deterioro es de origen tanto fisiológico como microbiano. Trabajos anteriores tanto en el Instituto de Productos Tropicales (que colabora con el CIAT en el desarrollo de tecnología de poscosecha para la yuca) como en el CIAT, demostraron que la acumulación de un compuesto fenólico, escopoletina (una coumarina), en poscosecha, está implicada con el desarrollo de la decoloración del tejido a azul-negro, en el deterioro fisiológico. Se han observado diferencias de las variedades en cuanto a su deterioro fisiológico, con raíces resistentes a dicho deterioro acumulando un menor contenido de escopoletina que las raíces susceptibles. Se ha desarrollado una prueba para la determinación rápida de la escopoletina y actualmente se está utilizando en la selección por resistencia a deterioro.

Aunque la resistencia al deterioro fisiológico se puede obtener mediante una selección apropiada de raíces no dañadas, una curación en poscosecha (las condiciones de alta humedad relativa y alta temperatura que promueven la curación de las heridas) y una cosecha y transporte cuidadosos, el almacenamiento a mediano plazo solamente se puede lograr mediante el control del deterioro secundario o microbiano que normalmente comienza a los 5-7 días después de la cosecha.

Cualquier sistema de almacenamiento debe tener bajos requerimientos de costos y mano de obra si se desea que los agricultores y mayoristas lo adopten. Trabajos anteriores habían demostrado que cajas llenas con aserrín servían de medio exitoso, pero se

deseaba una solución más práctica que permitiera un transporte fácil. Por consiguiente, continuaron los trabajos con base en bolsas plásticas (comenzados en 1977); se realizaron experimentos de laboratorio en los cuales se trataron raíces con sorbato de potasio, un agente antimicrobiano de bajo costo con problemas residuales mínimos y se almacenaron en bolsas de polietileno para su curación. Sin un tratamiento previo, se observó un crecimiento sustancial de hongos y bacterias después de solamente 7-10 días de almacenamiento, en tanto que no se observó crecimiento microbiano en las raíces tratadas con sorbato de potasio, incluso después de dos semanas de almacenamiento. Experimentos posteriores en gran escala utilizando bolsas perforadas para reducir la cantidad de agua libre formada dentro del sistema de bolsas cerradas, permitió un almacenamiento de raíces hasta por dos semanas sin la necesidad del tratamiento con sorbato, lo cual indicó que las perforaciones en las bolsas permiten un equilibrio entre la alta humedad requerida para obtener buenas condiciones de curación, y la necesidad de que no haya un exceso de agua libre que estimule la actividad microbiana.

Como Alimento para Animales

En muchos países productores de yuca la demanda futura para el mercado fresco es incierta y se requerirá un mayor procesamiento para aliviar las limitaciones del mercado y permitirle a la yuca entrar a mercados con un crecimiento potencial considerable. Un mercado en crecimiento particularmente promisorio es el de los alimentos para animales. El Programa de Yuca ha continuado sus ensayos de alimentación de aves y porcinos para determinar dietas de mínimo costo que contengan harina de yuca como sustituto de los granos cereales, especialmente sorgo. Este trabajo ha llevado a las siguientes conclusiones.

- Las raíces enteras de variedades de yuca con alto contenido de cianuro se pueden utilizar en



Los sistemas mejorados de secado de yuca se están utilizando comercialmente en la actualidad para producir rayaduras que se incorporarán al concentrado para aves. Los resultados iniciales sugieren que la introducción de estas nuevas técnicas de secado podrían revolucionar la producción y el mercadeo de yuca en las Américas.

forma segura en alimentos para pollos si se procesan en forma adecuada. El secado al sol de picadura de raíces enteras es un método de procesamiento altamente eficiente para reducir el contenido de cianuro hasta niveles inocuos para la alimentación animal.

- Los resultados satisfactorios obtenidos con dietas para pollos que contienen 30% de harina de yuca con niveles experimentalmente producidos de 300 ppm de cianuro indican que el límite para el HCN establecido por la Comunidad Económica Europea (100 ppm) se podría reevaluar.
- La combinación de tres fuentes de proteína (soya, pescado y harina de torta de algodón) en dietas balanceadas que contienen 20% de harina de yuca produce un mejor comportamiento de los pollos que el obtenido con menores fuentes de proteína. Los aspectos de palatabilidad de las fuentes de proteínas son consideraciones importantes para obtener un valor nutricional óptimo de la harina de yuca
- Para la alimentación de lechones y cerdas en lactancia con sus camadas, las dietas a base de yuca (i.e., 30-40% de las dietas consistentes en harina de yuca producida a partir de raíces enteras de variedades que contienen altos nive-

les de cianuro) llevaron a resultados similares o idénticos que con dietas a base de sorgo.

Con el precio de la harina de yuca fijado en 80% del precio del sorgo, las dietas a base de harina de yuca produjeron invariablemente resultados económicos similares o ligeramente mejores que los obtenidos con dietas a base de sorgo. Mediante el uso de yuca en raciones alimenticias para animales, muchos países podrían reducir sus importaciones de granos a un costo mínimo para la economía en el sentido de que la expansión de la yuca utilizaría tierras marginales inexploradas y absorbería parte de la mano de obra no empleada. En Colombia, por ejemplo, la producción de alimentos balanceados para pollos y cerdos suma aproximadamente 500,000 toneladas por año. La inclusión de un 20% de harina de yuca en alimentos balanceados para estos animales requeriría un total de 100,000 toneladas de yuca seca picada las cuales se podrían producir en áreas tales como la Costa Atlántica de Colombia en donde el CIAT, en colaboración con instituciones oficiales colombianas, ha demostrado, mediante una operación prototipo, la factibilidad económica de que pequeños agricultores produzcan y procesen colectivamente yuca para el mercado de los alimentos para animales.



Recientemente el CIAT ha aumentado su investigación y colaboración con Asia, donde se produce el 40% de yuca del mundo para una multitud de usos.

Actividades de Cooperación Internacional

La tecnología de producción y utilización que se está desarrollando en el CIAT se debe transferir a las agencias nacionales en donde se prueba, modifica y adapta a las condiciones locales específicas antes de su adopción por los agricultores. En el caso de la tecnología de utilización y las prácticas agronómicas, las fases de adopción y evaluación pueden ser llevadas a cabo en forma relativamente rápida; sin embargo, en el caso del desarrollo de germoplasma nuevo, el proceso es mucho más lento y exige un esfuerzo continuado durante varios años.

En 1982, con la colaboración de las agencias nacionales y otros dos centros internacionales involucrados en cultivos de raíces (IITA y CIP), se hizo un esfuerzo combinado para revisar y mejorar el proceso de intercambio y evaluación de germoplasma. En tres reuniones de trabajo —realizadas en Asia, América Latina y África— los programas nacionales presentaron datos sobre el progreso en la prueba y evaluación de germoplasma. A los funcionarios de cuarentena de varias agencias presentes se les presentaron las últimas técnicas para minimizar los riesgos de introducir plagas y enfermedades con el germoplasma importado y se establecieron pautas para el intercambio seguro de material. Los riesgos

en el intercambio de germoplasma se ponderaron cuidadosamente contra los beneficios potenciales de la utilización de las nuevas variedades de alto rendimiento ahora disponibles. Con la ayuda del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo que financió las tres reuniones de trabajo, se publicaron las memorias de la reunión de trabajo en América Latina para que sirvieran de base para el futuro intercambio y evaluación de germoplasma.

Adicionalmente, se invitaron al CIAT a fitomejoradores y agrónomos de distintos países de las Américas para revisar sus experiencias en el mejoramiento en los últimos años. Las memorias de esta reunión de trabajo evidencian el desarrollo lento pero continuo del nuevo germoplasma.

Liberación de Germoplasma en América Latina

En Cuba, la accesión CMC 40 introducida por el CIAT a mediados de la década de los 70, se cultiva actualmente en 250 ha y las proyecciones indican que ocupará el 15% del área total en 1985. A su vez, el programa nacional, con 11 profesionales capacitados en el CIAT, ha desarrollado sus propios clones,

El desarrollo de nuevo germoplasma de yuca requiere el compromiso a largo plazo de las agencias nacionales e internacionales.

49

CEMSA 5-28 y CEMSA 74-725, que juntos ocuparán un 20% más de la extensión total. El aumento rápido del área sembrada con nuevas variedades en Cuba solo ha sido posible debido a la existencia de sistemas de propagación rápida, desarrollados en el CIAT y modificados en Cuba. Como lo informó un técnico cubano, "la ayuda del CIAT ha generado una nueva tecnología conocida como el Sistema Colombiano que ha revolucionado completamente la producción de yuca en el país".

El programa nacional de yuca de México se inició en 1977 con el objetivo de reemplazar el sorgo y el maíz importados para dietas balanceadas. Sin embargo, ya en 1970 el CIAT había colaborado con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en la colección de germoplasma en el sur y sureste de México. Una de estas colecciones tempranas, M Mex 59 y otra introducción de la colección del CIAT, M Pan 51, ya han sido lanzadas en México. Esta última variedad ha presentado particularmente una buena resistencia a enfermedades.

En 1978, se despacharon a Tarapoto, en la selva del Perú, 1500 semillas de 14 cruces. De estos 1500 híbridos, un pequeño número con alto potencial de rendimiento y alto contenido de almidón se seleccionó y ahora se encuentra en posteriores evaluaciones. Al Ecuador, comenzando en 1975, la mayor parte del material se envió en forma de estacas en lugar de semillas sexuales. Varias de las introducciones que exhibieron un buen comportamiento han sido entregadas a los agricultores.

En 1976 se introdujeron los primeros materiales del CIAT en Haití; entre ellas CMC 40 ha sido lanzada con el nombre de Madame Jacques y hay otros clones e híbridos que se están multiplicando para su posible liberación en el futuro.

Yuca en Asia

En Asia está ocurriendo un patrón similar de selección de materiales. La primera semilla sexual se despachó al Asia en 1975. En Tailandia, dos de las selecciones del material original consistente en solamente 800 semillas, están siendo ahora evalua-

das en fincas de los agricultores con los nombres de Huey Pong 4 y Huey Pong 5. Es factible que una de estas líneas sea lanzada en un futuro cercano.

En Malasia se han obtenido resultados similares con híbridos introducidos a mediados de los años 70 y están ahora en las etapas finales de evaluación antes de su liberación. En las Filipinas, aunque aún no se han lanzado oficialmente, varios clones del CIAT se están cultivando comercialmente en pequeña escala.

Todos los informes sobre movimiento de germoplasma en las Américas y en Asia indican un proceso continuo de evaluación de germoplasma que eventualmente conduce a su uso por los agricultores. Con frecuencia hay variedades que no se lanzan oficialmente pero los agricultores las obtienen y usan. Esto es particularmente notorio en Colombia en donde muchos agricultores están usando materiales obtenidos de los ensayos regionales, a pesar de que nunca han sido oficialmente liberados. También es interesante anotar que hay un retraso de aproximadamente 8 años desde la introducción de nuevos clones antes de que lleguen a los agricultores. Por consiguiente, los agricultores están ahora recibiendo materiales desarrollados durante la década de los 70 y en los siguientes años recibirán las líneas mejoradas desarrolladas en la década de los 80.

Desarrollo de Recursos Humanos

Además de las tres reuniones de discusión sobre germoplasma, en las cuales participaron 35 profesionales, en 1982 se realizaron dos cursos intensivos. En un curso de 4 semanas sobre el cultivo de tejidos de yuca se analizaron los trabajos de laboratorio y los métodos de multiplicación rápida para la producción de semilla certificada. En un curso corto sobre control biológico, algunas conferencias tuvieron la asistencia de más de 150 personas.

En Brasil, Colombia, la República Dominicana y Haití se realizó capacitación en países en producción de yuca. Desde 1970 hasta la fecha, 410 profesionales en yuca se han capacitado en el CIAT.

Los contactos formales en reuniones de trabajo y capacitación se complementan con reuniones informales durante los viajes. Estos lazos de la red luego

se mantienen con publicaciones, servicios de documentación y correspondencia normal.

Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados

- Byrne, D. H.; Guerrero, J. M.; Bellotti, A. C., y Gracen V. E. 1982a. Behavior and development of *Mononychellus tanajon* (Acari:Tetranychidae) on resistant and susceptible cultivars of cassava. *Journal of Entomology* 75(5):924-927.
- ; —; y —. 1982b. Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cassava cultivars under protected vs. infested conditions. *Crop Science* 22:486-490.
- Cadavid, L. F. y Howeler, R. H. 1982. Fertilización de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su efecto a largo plazo sobre la fertilidad del suelo. *Suelos Ecuatoriales* 12(1):59-75.
- Cock, J. H. 1982. Cassava: a basic energy source in the tropics. *Science* 218:755-762.
- y Lynam, J. 1982. Cassava: future potential and development needs. *Memorias del 5o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales*. IIRI, Los Baños, Filipinas, Septiembre 1979. pp. 281-300.
- Gómez, G. 1983. Cassava, cyanide and animal nutrition. En: F. Delange y R. Ahluwalia (eds.), *Workshop on cassava toxicity and thyroid research and public health issues*. CIID, Ottawa, Canada. 1982.
- y Valdivieso, M. 1982. Effect of whole-root chips loading for drying cassava on trays on concrete floor on cyanide losses. 6o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales, Lima, Perú.
- ; Santos, J., y Valdivieso, M. 1982a. Least-cost rations containing cassava meal for broilers and growing pigs. 6o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales, Lima, Perú.
- ; —; y —. 1982b. Utilización de raíces y productos de yuca en alimentación animal. En: Domínguez, C. (ed.), *Yuca: investigación, producción y utilización*. CIAT/PNUD, Cali, Colombia. pp. 539-561.
- Hershey, C. H. y Kawano, J. 1982. Cassava germplasm management in CIAT. Trabajo presentado en el Taller de Intercambio de Germoplasma de Cultivos Radiculares, IIRI, Los Baños, Filipinas.
- Howeler, R. H.; Asher, C. J.; y Edwards, D. G. 1982. Establishment of an effective endomycorrhizal association on cassava in flowing solution culture and its effects on phosphorus nutrition. *New Phytologist* 90:229-238.
- ; Calle, F. y Salazar, E. 1982. El cultivo de la yuca para la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. *ASIAVA* 3:13-14.
- ; Edwards, D. G. y Asher, C. J. 1982a. Effect of soil sterilization and mycorrhizal inoculation on the growth, nutrient uptake and critical phosphorus concentration of cassava. *Memorias del 5o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales*. IIRI, Los Baños, Filipinas, 1979.
- ; —; y —. 1982b. Micronutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. I. Critical tissue concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 5(8):1059-1076.
- y Sieverding, E. 1982. La importancia de las micorrizas en la absorción de fósforo por la yuca. *Suelos Ecuatoriales* 12(2):182-195.
- Kawano, K. y Hershey, C. H. 1982. Cassava germplasm availability in CIAT. Trabajo presentado en el Taller de Intercambio de Germoplasma de Cultivos Radiculares, IIRI, Los Baños, Filipinas.
- y Thung, M. D. 1982. Intergenotypic competition and competition with associated crops in cassava. *Crop Science* 22:59-63.
- ; Tiraporn, C.; Tongtong, S.; y Kano, Y. 1982. Efficiency of yield selection in cassava populations under different plant spacings. *Crop Science* 22:560-564.
- Lozano, J. C. y Schwartz, H. F. 1982. Constraints to disease resistance in various food crops grown in Latin America. *Fitopatología Brasileira* 7(3):327-332.
- Lynam, J. K. 1982. On farm evaluation of improved cassava technology. En: E. H. Belén y M. Villanueva (eds.), *Memorias del 5o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales*. IIRI, Los Baños, Filipinas.
- Ospina, B., Best, R., y Gómez, G. 1982. Natural drying of cassava for animal feed: the establishment of small agroindustries on the Atlantic Coast of Colombia. 6o Simposio Internacional de Cultivos Radiculares Tropicales, Lima, Perú.
- ; Gómez, G., y Best, R. 1982. Secado natural de yuca para la alimentación animal. Establecimiento de pequeñas agroindustrias en la Costa Atlántica de Colombia. 1er Seminario de Prevención de Deterioro en el Almacenamiento, 20-24 Sept. 1982. Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (CENTREINAR) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Sanders, J. H. y Lynam, J. 1982a. Definition of the relevant constraints for research resource allocation in crop breeding programmes. *Agricultural Administration* 9(4):273-284.
- y —. 1982b. Evaluation of new technology on farms, methodology and some results from two crop programmes at CIAT. *Agricultural Systems* 9(2):97-112.



El arroz es uno de los cultivos que ocupan mayor área en América Latina, con aproximadamente 8.2 millones de ha sembradas actualmente (Figura 1). La producción total en el área se estima en más de 15 millones de toneladas y el consumo de arroz se estima entre 9 kg/cápita en México y 26 en Venezuela, 57 en Colombia y 79 en Brasil.

En los últimos 15 años la producción de arroz de América Latina ha aumentado a una tasa anual del 2.8%, igual a la tasa de crecimiento de la población. En general, la tercera parte del aumento en la producción se le puede atribuir a los aumentos en el rendimiento. Sin embargo, la importación de arroz a América Latina también ha aumentado desde aproximadamente 385,000 toneladas en el período 1963–1965 a cerca de 470,000 hoy día. Por consiguiente, para lograr la autosuficiencia en producción de arroz, es posible que se requiera hacer uso de las extensas regiones aún no sembradas, con topografía, temperaturas y humedad favorables.

Por lo tanto, el objetivo primordial del Programa de Arroz del CIAT continúa siendo el de aumentar la producción y mejorar la calidad del arroz para satisfacer la demanda. Las dos estrategias básicas son:

- Desarrollar germoplasma mejorado de arroz con una alta capacidad de rendimiento y calidad superior, resistente a los principales problemas que limitan la producción y bien adaptado a las condiciones edáficas y ambientales;
- Determinar las prácticas culturales apropiadas para las condiciones de distintas regiones.

El Programa colabora estrechamente con el IRRI (Instituto Internacional de Investigación en Arroz), cuando quiera que sea posible, adaptando sus materiales de siembra y tecnologías a las necesidades específicas de la región. Además, el CIAT es sede de un científico de enlace del IRRI/CIAT quien maneja la bien establecida Red Internacional de Pruebas de Arroz (IRTP) en América Latina.

Durante varios años el CIAT enfatizó la investigación en arroz de riego en tierras bajas. Desde 1981, el

Programa se amplió para incluir a los tipos de arroz de secano más favorecidos en América Latina.

En la región, el arroz de secano ocupa actualmente el 72% del área total de arroz, en tanto que el arroz de riego representa aproximadamente un 20% del área y la mitad de la producción. Se estima que la producción de arroz de secano favorecido ascienda a casi 14 millones de toneladas para el año 2000 (Figura 2). El arroz de tierras bajas que depende exclusivamente de las lluvias, en su definición asiática, cubre menos del 7% del área de arroz en América Latina. La mayor parte del arroz de secano se encuentra en Brasil. En América Central, la mayor parte (87%) de la producción de arroz proviene del arroz de secano. México adoptó recientemente una política de cambiar de la producción de arroz de riego a la de secano en el sureste húmedo y los cultivos de arroz de secano ocupan áreas significativas en Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela.

Toda esta actividad e interés en el arroz de secano requiere el desarrollo de una tecnología más apropiada y variedades mejoradas adaptadas a las diversas condiciones de crecimiento.

El enfoque del CIAT es continuar su trabajo en tres ecosistemas productores de arroz—riego, secano moderadamente favorecido y favorecido. En 1982, FEDEARROZ (Federación Nacional de Arroceros de Colombia) le facilitó al CIAT 30 ha de tierra en Colombia para la investigación del arroz de secano favorecido para América Latina.

La investigación incluye el mejoramiento genético por resistencia estable a las distintas enfermedades y plagas; la evaluación de líneas mejoradas provenientes del CIAT, el IRRI y los otros programas nacionales mediante los viveros internacionales de evaluación de arroz (IRTP) para América Latina; y la multiplicación y producción de semilla, la cual es manejada directamente por los programas nacionales.

Se hace énfasis en la unión de los investigadores de arroz en la región por intermedio tanto del IRTP como del desarrollo de los recursos humanos.

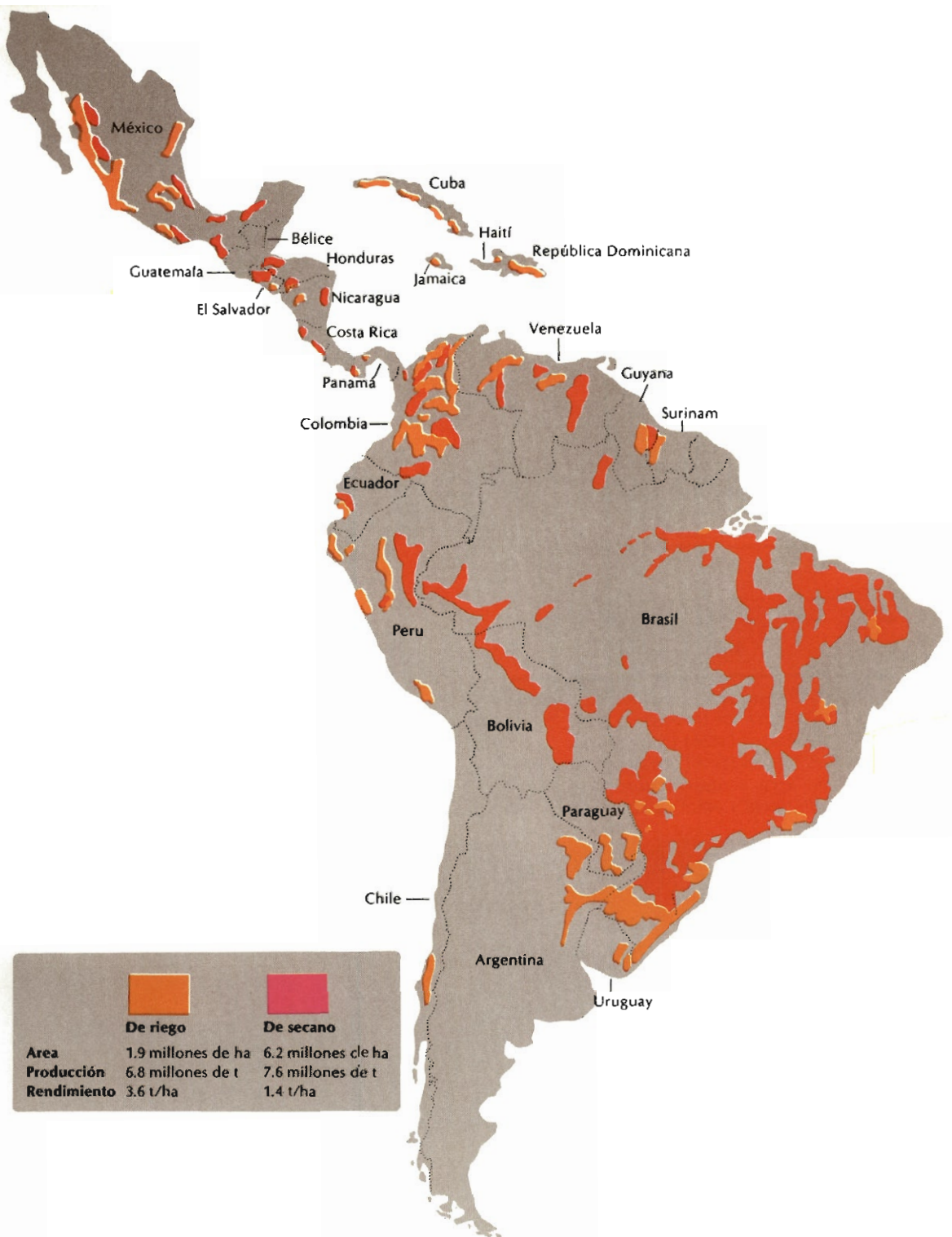


Figura 1. Distribución del cultivo de arroz en América Latina, 1980.

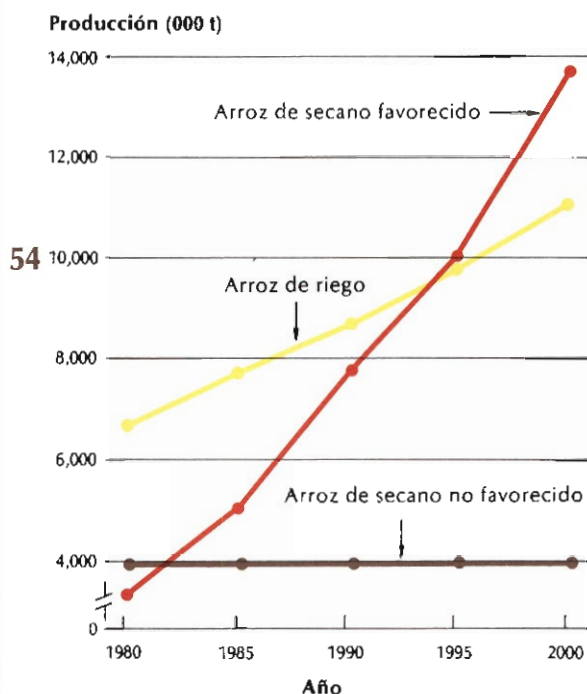


Figura 2. Producción de arroz proyectada para el período 1980–2000 para los tres sistemas de producción en América Latina tropical. Las predicciones están basadas en tendencias previas de expansión del área, rentabilidad relativa, disponibilidad de tierra y otros factores.

Los esfuerzos intensivos del CIAT para desarrollar variedades de arroz mejorado tanto para las condiciones de riego como de secano benefician la producción de arroz en América Latina y el Caribe.



Resumen de los Logros

Durante el transcurso de los años, el Programa de Arroz ha tenido éxito en la adaptación de nueva tecnología de arroz de alto rendimiento para los sistemas de producción de riego y de secano favorecido en América Latina. Quince programas nacionales en la región liberaron más de 50 variedades enanas con base en líneas desarrolladas por el Programa de Arroz del CIAT, y estas variedades se están cultivando ahora en aproximadamente 1.7 millones de ha (o un 81%) del área cultivada con arroz de riego. En algunos casos, ha ocurrido una adopción de las nuevas variedades mejoradas hasta un nivel del 100% (Cuadro 1).

En general, los rendimientos en el sector de riego han aumentado desde 1.2 ton/ha hasta un promedio de 4.0 ton/ha en toda América Latina. Esta cifra representa un aumento del 43% por encima del rendimiento promedio estimado en la ausencia de programas de investigación y sube a América Latina al tercer lugar en productividad del arroz, después del sur de Europa y los Estados Unidos. El uso de mejores prácticas culturales de estas variedades mejoradas ha permitido que casi todos los países de

América Latina sean autosuficientes en arroz.

Gran parte del trabajo de mejoramiento en arroz de riego continúa dirigiéndose hacia la búsqueda de una resistencia más durable a la piricularia, el principal problema en la región. Hay varias líneas en etapas avanzadas de evaluación: éstas combinan niveles aceptables de resistencia a piricularia con resistencia a la hoja blanca y a *Sogatodes oryzae* (el vector del virus de la hoja blanca) y se caracterizan por una muy buena calidad del grano.

Habiendo definido claramente el impacto sobre el arroz de riego, ahora el CIAT puede concentrarse más en la investigación en arroz de secano en América Latina. Ya se han evaluado variedades de riego para su utilización en áreas de secano. Para 1982, se evaluaron materiales parentales promisorios para su utilización en los esfuerzos de mejoramiento genético del arroz de secano en varias localidades de secano y actualmente se están evaluando extensivamente generaciones avanzadas de progenies resultantes de cruces que incluyen estos progenitores promisorios.

Sistemas de Producción de Arroz de Riego

El arroz de riego se cultiva en la Costa Pacífica de México y en Nicaragua, y en los países del Caribe la mayor parte del arroz es de riego; en Cuba, la República Dominicana y Haití predomina el arroz de riego, y en Guayana y Surinam constituye el 80% del total. En algunos países andinos —Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela— se encuentran ambos sistemas de producción. El arroz de riego también se produce en las zonas templadas de Argentina, en el sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Para esta área, las metas del CIAT son encontrar una resistencia estable a piricularia y localizar nue-

vas fuentes de resistencia a la pudrición de la vaina, escaldado de la hoja y decoloración del grano. Se le está dando una alta prioridad al mejoramiento genético de la resistencia tanto a *Sogatodes oryzae* como al virus de la hoja blanca. Se están explorando las posibilidades de obtener mayores aumentos en el rendimiento mediante el uso en el programa de mejoramiento genético de muchos progenitores de alto rendimiento y altamente adaptados. Un objetivo básico es producir variedades nuevas que aumenten los rendimientos promedio y reduzcan el costo por tonelada de alimento producido.

Cuadro 1. Contribución de las variedades mejoradas (V.M.) a la producción de arroz bajo condiciones de riego en América Latina, 1980-1981.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			(2 ÷ 1 x 100)			(4 ÷ 5 x 2)	(1 x 5)	(6 ÷ 7 x 100)
	Area sembrada con arroz de riego ^a (000 ha)	Area con V.M. ^a (000 ha)	(%)	Rendimiento 1982 (t/ha)	Estimado sin V.M. ^b	Aumento estimado de la producción debido al área sem- brada con V.M. ^c (000 t)	Producción total estimada sin V.M. ^d (000 t)	Aumento es- timado en la producción de bido a las V.M. ^e (%)
País				Real ^a				
Sembrada originalmente con otras variedades								
Brasil	780	538	69	3.8	3.0	430	2340	18
Colombia ^f	328	328	100	5.0	2.5	820	820	100
Costa Rica	2	2	100	5.0	3.3	3	6	50
Cuba	151	151	100	3.0	2.2	121	332	36
Ecuador	66	66	100	4.1	2.6	99	172	57
El Salvador	3	3	100	4.2	3.4	2	10	20
Haití	32	32	100	5.4	3.0	77	96	80
México	74	73	98	4.2	3.4	58	251	23
Nicaragua	23	23	100	3.4	2.5	21	58	36
Panamá	2	2	100	3.5	2.6	2	5	40
Perú	72	45	62	5.0	4.0	45	288	16
República Dominicana	99	34	34	3.0	2.8	7	277	3
Surinam	36	36	100	4.2	3.0	43	108	40
Uruguay	62	60	96	5.0	4.0	60	248	24
Venezuela	125	113	90	4.0	2.5	170	312	55
Sembrada originalmente con V.M.								
Argentina	100	72	72	3.0	3.0	0	300	0
Bélice	4	4	100	2.5	2.5	0	10	0
Chile	41	41	100	2.3	2.3	0	94	0
Guyana	86	68	79	3.0	3.0	0	252	0
Honduras	1	1	100	3.0	3.0	0	3	0
Jamaica	2	1	65	2.8	2.8	0	6	0
Paraguay	21	11	50	2.1	2.1	0	44	0
Total ^g	2110	1704	81	4.0	2.8	1958	5920	33

a. Información recopilada a través de la red del IRTP. Las publicaciones básicas consultadas fueron: IRTP: Informe de la tercera conferencia CIAT/IRRI, 1979, e Informe de la cuarta conferencia CIAT/IRRI, 1981.

b. Rendimiento calculado como el promedio para el período 1968-1970 si las variedades mejoradas no hubieran sido sembradas.

c. Calculado como la diferencia entre el rendimiento real y el rendimiento estimado en ausencia de las variedades mejoradas, multiplicado por el área sembrada con V.M.

d. Calculado como el total del área con arroz de riego, multiplicado por el rendimiento estimado en ausencia de las V.M.

e. Producción calculada debida al aumento del rendimiento en el área sembrada con V.M. dividida por la producción total estimada en ausencia de V.M. multiplicada por 100.

f. El área de arroz de riego en Colombia incluye arroz de secano mecanizado, un sistema de arroz de secano muy favorecido.

g. El porcentaje y los promedios de rendimiento fueron ponderados por área.



Aunque el arroz se produce comercialmente, muchos pequeños agricultores lo cultivan todavía para su propio consumo, como es el caso de este agricultor de la costa norte de Colombia.

Mejoramiento Genético por Resistencia a Enfermedades

Además de las malezas, los principales factores biológicos limitantes para la producción del arroz de riego incluyen la piricularia, causada por *Piricularia oryzae*, el virus de la hoja blanca y el sogata, *Sogatodes oryzae*. La decoloración del grano, causada por un sistema de patógeno, afecta el valor del mercado del cultivo y es particularmente severa en los suelos ácidos e infértiles. El escaldado de la hoja causado por *Rhynchosporium oryzae*, afecta al arroz tanto en cultivos de riego como en los de secano. Además del daño foliar, *R. oryzae* se ha identificado como uno de los patógenos que causan la decoloración del grano. En América Central y algunas localidades de Colombia, la pudrición de la vaina causa por *Thanatephorus cucumeris* daña al arroz.

Los esfuerzos de mejoramiento genético de arroz del CIAT están orientados hacia la prevención de los brotes de estas enfermedades.

Evaluación por resistencia. En 1982, el Programa desarrolló y aplicó un nuevo sistema relativo de evaluación (RES) para probar la resistencia a piricularia y al escaldado de la hoja. Utilizando este sistema, se probaron 392 líneas o cultivares por su resistencia a diversas enfermedades.

El RES (Cuadro 2) se basa en la comparación de las parcelas o plantas con una entrada estándar (Cuadro 3) en lugar de cuantificar la enfermedad en cada entrada. La evaluación convencional de enfermedades exige una estimación visual de la gravedad de la enfermedad, indicando tanto la incidencia como la intensidad, para asignarse un valor en una escala. Sin embargo, la cuantificación visual en condiciones de campo es difícil y tediosa. El RES, por otra parte, es sencillo y rápido y puede ser realizado por observadores inexpertos. La clave es retener una imagen mental de la intensidad de la enfermedad en la accesión estándar.

Hoja blanca. Desde 1981 se informó de un aumento en la incidencia del virus de la hoja blanca en varios países, inclusive Colombia. La resistencia al vector, anteriormente considerada como una medida razonable de prevención contra el virus, ha fracasado en proporcionar protección durante estos tiempos. En variedades resistentes al vector se ha observado una fuerte incidencia de la hoja blanca. Por consiguiente, el Programa de Arroz está buscando afanosamente combinar resistencia tanto al vector como al virus.

Desde 1981 se han venido haciendo cruces y se han obtenido 64 líneas genéticas avanzadas con una madurez de duración intermedia que se han pro-

bado en ensayos de rendimiento en Villavicencio, Colombia. En condiciones de infección natural, la incidencia fue severa. De las 64 líneas, 34 (53%) fueron resistentes al virus en el campo. Sin embargo, estas líneas fueron susceptibles en otros países en donde los niveles del virus fueron superiores. Se identificaron fuentes de resistencia real, funciona-

Cuadro 2. Procedimiento para definir el grado de intensidad de enfermedades con el Sistema de Evaluación Relativa (RES).

Paso	Procedimiento
Identificar la entrada estándar	
1	Observar cuidadosamente todas las entradas para identificar una con un máximo nivel de infección y asignarle una calificación de 9. Esta entrada es llamada la Entrada Estándar en el momento de la evaluación y puede variar de una evaluación a otra.
2	Describir el estado de crecimiento de la planta, la incidencia o gravedad de la enfermedad y la presencia de otras enfermedades, si las hay, en la Entrada Estándar.
3	Formar una imagen mental de una Entrada Estándar, e indicar ésta como calificación 9.
Evaluar entradas individuales	
4	Evaluar entradas individuales comparando su nivel relativo de infección con el de las entradas adyacentes. Usar la escala de 0 a 9 (ver Cuadro 3).
5	Repetir el procedimiento, pero sin tener en cuenta la primera evaluación. Compare ambas evaluaciones. Si hay discrepancias grandes, evaluar el terreno una tercera vez.
Cuantificar los datos	
6	Para cuantificar el daño, seleccionar al azar entradas para cada calificación usando un índice pictórico.
7	Computar el valor para cada calificación usando un promedio aritmético o un análisis de regresión entre calificaciones y valores.
8	Transformar todas las calificaciones a términos cuantitativos.

les en todas las localidades, y se están utilizando para ampliar la base genética del programa.

Piricularia. La piricularia es uno de los principales factores que limitan la producción de arroz de riego en América Latina y constituye un aspecto primordial del Programa de Arroz y del IRTP. Las tácticas de mejoramiento genético incluyen la acumulación piramidal de genes mayores, la incorporación de características de desarrollo lento de piricularia y el desarrollo de variedades compuestas.

Se están haciendo esfuerzos continuos por ampliar la base genética de resistencia a piricularia. Con base en las reacciones en camas de infección en ensayos repetidos y las reacciones de piricularia de la panícula en condiciones de campo, se identificaron o confirmaron en 1982 fuentes adicionales de resistencia y se encontró que muchos cultivares provenientes de Costa de Marfil, eran resistentes. Aún falta confirmar su tipo de resistencia, aunque

Cuadro 3. Escala para un Sistema de Evaluación Relativa (RES).

Calificación ^a	Descripción
0	Una observación detallada de todas las plantas revela que no hay hojas o plantas infectadas.
1	Una observación rápida no detecta plantas u hojas infectadas, pero una cuidadosa observación detecta unas pocas plantas u hojas infectadas.
3	Una observación rápida detecta unas pocas plantas u hojas infectadas.
5	La distribución de plantas u hojas infectadas es uniforme.
7	Un alto nivel de infección; pero claramente menos que la Entrada Estándar.
9	Máximo nivel de infección, en el momento de la evaluación, al que se definió como Entrada Estándar.

a. Se pueden usar intercalificaciones 2, 4, 6, y 8 cuando el nivel de infección de la Entrada Estándar es extremadamente alto.

Se observó un resurgimiento repentino y severo del virus de la hoja blanca en campos previamente resistentes en los Llanos Orientales, confirmando la naturaleza cíclica de la enfermedad. Para prevenir una mayor difusión de esta enfermedad, el CIAT está trabajando tanto en el control biológico a través del parasitismo del vector Sogatodes, como en fitomejoramiento para buscar resistencia varietal a los insectos y al virus.

se cree que la mayoría presentan el tipo de resistencia de desarrollo lento de piricularia. En una evaluación en camas de infección de piricularia realizada en 1982, el 94% de las líneas genéticas para riego y el 96% de las accesiones de secano se calificaron como resistentes o moderadamente resistentes a la enfermedad.

La línea piramidal 5738 se había encontrado anteriormente como altamente resistente a piricularia y en 1982 el ICA la denominó Oryzica 1 en Colombia. En Panamá y Guatemala, la misma línea se encuentra en la etapa de multiplicación de semilla y pronto se recomendará para su cultivo extensivo.

Combinación de componentes de desarrollo lento. Se considera que los principales componentes del desarrollo lento de piricularia o el tipo de resistencia que reduce la tasa de infección (horizontal) de piricularia incluyen mayores períodos de latencia, lesiones en menor número y restringidas y esporulación reducida. En la estación de Villavicencio se sembraron en hileras de pedigrí más de 1200 progenies F_6 originadas del proyecto de mejoramiento genético por resistencia horizontal. Se ha encontrado que casi todas las fuentes parentales de desarrollo lento de piricularia son de porte alto y de secano, caracterizadas por una capacidad combinatoria muy pobre; y que todas las fuentes parentales altas son muy susceptibles a la hoja blanca.

En este ensayo, más del 90% de las hileras sucumbieron ante la hoja blanca. Un alto número de líneas también fueron severamente afectadas por el escalado de la hoja y el manchado del grano. De estas 1200 líneas, se seleccionaron 46 progenies para pasarlas a los ensayos de rendimiento.

En CIAT-Palmira se evaluaron más de 900 selecciones hechas a partir de combinaciones de genes verticales y componentes de desarrollo lento de piricularia y las líneas promisorias se avanzaron hasta las progenies F_6 . Debido a que muchos de los progenitores involucrados eran susceptibles a la hoja blanca, más del 95% de las progenies fueron afectadas por el virus. Se identificaron aproxima-



damente 30 progenies como promisorias, resultantes de los siguientes cruces:

- Camponi //2940/3224
- 5745//Camponi/K8
- 5738//IR 262/Costa Rica
- 5738//63-83/Ceysvoni

Estas progenies se caracterizaron por buenos tipos de grano, tipos de planta y resistencia al volcamiento, y se pasaron a los ensayos de rendimiento.

Mejoramiento de CICA 8. CICA 8 ha obtenido popularidad y aceptación por los agricultores debido a su amplia adaptabilidad y altos rendimientos. Sin embargo, su resistencia a piricularia se ha descompuesto en condiciones de secano y ha sucumbido ante el virus de la hoja blanca. Se inició la incorporación genes adicionales de resistencia a piricularia provenientes de Colombia 1 y S.M.L. 56/7.



Al reconocer la importancia del arroz de secano en América Latina y la contribución potencial de la investigación concertada, el CIAT extendió su programa de mejoramiento de arroz para incluir el sector de arroz de secano.

CICA 8 se retrocruzó tres veces con cada una de estas variedades y se sembraron para su evaluación 116 progenies BC_3F_5 . En condiciones de una presión por piricularia razonablemente buena, se identificaron 24 líneas de los dos programas de retrocruzamientos, como resistentes a piricularia.

Top 5430, una línea de Panamá derivada de material F₂ suministrado por el CIAT a partir del cruce IR 22//IR 930-147-8/Colombia 1 ha sido nombrada en Panamá y se encuentra en la etapa de multiplicación de semilla. La nueva línea se caracteriza por una buena calidad del grano, pero es moderadamente susceptible al escaldado de la hoja y a la pudrición de la vaina.

Control de Malezas

Una de las prioridades del manejo agronómico del arroz de riego es el control de las malezas, especialmente las Cyperaceae y Gramineae. Este problema ha sido atacado combinando dos herbicidas posemergentes. En 1982 continuaron los estudios sobre los efectos de las aplicaciones de oxyfluorfen y propanil; en el Cuadro 4 se presentan los tratamientos y los resultados.

Ambos herbicidas presentan un bajo efecto fitotóxico, no interfieren con el rendimiento del arroz y sus costos son bajos debido a las bajas dosis aplicadas. Los mayores rendimientos de arroz se obtuvieron cuando el propanil, en dosis de 3.6 kg de ingrediente activo (IA)/ha, se asperjó después de la siembra y el riego del arroz, seguido por la aplicación de oxyfluorfen, tres días más tarde, en dosis de 0.15 o 0.10 kg IA/ha en mezcla con urea.

Liberación de Nuevas Variedades

En 1981 y 1982 se liberaron ocho variedades nuevas para el sector del arroz de riego. En Brasil, la variedad IAC 278 se seleccionó del IRTP de 1979 y 1982 se lanzó para los agricultores. CICA 8 fue liberada por EPAMIG bajo el nombre de INCA 4440. En El Salva-

Cuadro 4. Efecto sobre los rendimientos del arroz de varios herbicidas pre- y posemergentes.

Tratamiento	Dosis (kg IA/ha)	Período de aplicación ^a	Toxicidad ^b	Rendimiento ^c (kg/ha)
Propanil + oxyfluorfen/urea	3.6 + 0.15	Pos + pos	3	6141 a
Propanil + oxyfluorfen/urea	3.6 + 0.10	Pos + pos	3	5977 a
Oxyfluorfen + oxyfluorfen/urea	0.28 + 0.2	Pre + pos	6	5792 ab
Propanil	3.6	Pos	3	5329 abc
Oxyfluorfen + propanil	0.2 + 3.6	Pre + pos	6	4800 bc
Oxyfluorfen	0.28	Pre	5	4623 bc
Testigo			1	2900 d

a. Pre = preemergente; Pos = posemergente.

b. Grado de toxicidad a la planta de arroz; escala = 1-9, donde 1 = todas las plantas se encontraban sanas y 9 = todas las plantas muertas.

c. Los rendimientos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes (Duncan).

dor y Venezuela, variedades originalmente cruzadas en el CIAT en 1972 y 1975, fueron liberadas con los nombres de Centa A 2, Centa A 3 y Araure 1. En Guatemala, el ICTA nominó y lanzó la variedad Tempisque que resultó del mismo cruce que Centa A 2. El INIA ha recomendado la variedad Cárdenas A

80 en México, que se originó en Tailandia; para las zonas de tierras bajas secas y áreas de riego en el estado de Tabasco.

En Panamá, la variedad Tocumen 5430 fue liberada por el programa de arroz de la Universidad de Panamá.

Sistemas de Producción de Arroz de Secano

Los limitantes del rendimiento de arroz de secano se distinguieron cuantitativa y cualitativamente de los de arroz de riego. Esencialmente todos los suelos aumentan en fertilidad cuando se inundan; ésto no ocurre en el arroz de secano, el cual sufre de una serie de deficiencias o toxicidades de minerales. Estas son más severas en los ecosistemas de secano moderadamente favorecido y desfavorecido. El arroz de secano cultivado en suelos muy ácidos se perjudica por la toxicidad de aluminio y la deficiencia de calcio y fósforo. Adicionalmente, la capacidad relativamente baja de retención de agua en la zona radicular en los suelos de secano crea un estrés por sequía, que es más severa en áreas de baja precipitación. La sequía y la infertilidad del suelo interactúan para predisponer al arroz a los ataques por hongos. Por consiguiente, los rendimientos del arroz de secano están limitados por los problemas edáficos, de sequía y enfermedades y sus interacciones. Además, hay varios estreses agronómicos que incluyen la dificultad del establecimiento del cultivo, la competencia de malezas y la ineffectividad de los herbicidas durante el estrés por sequía.

Los tipos de plantas desarrollados para las condiciones de riego no necesariamente son adecuados para el cultivo de secano favorecido. Además, todos los estreses adicionales hacen que la planta de arroz sea menos tolerante a los ataques por plagas y enfermedades.

La Figura 3 muestra el énfasis proyectado para la década de los 80 en el programa de mejoramiento genético de variedades de arroz de secano.

Como el arroz de secano se cultiva en varios sistemas en América Latina, cada uno con sus distintos factores limitantes de la producción, los sitios

Énfasis relativo (%)

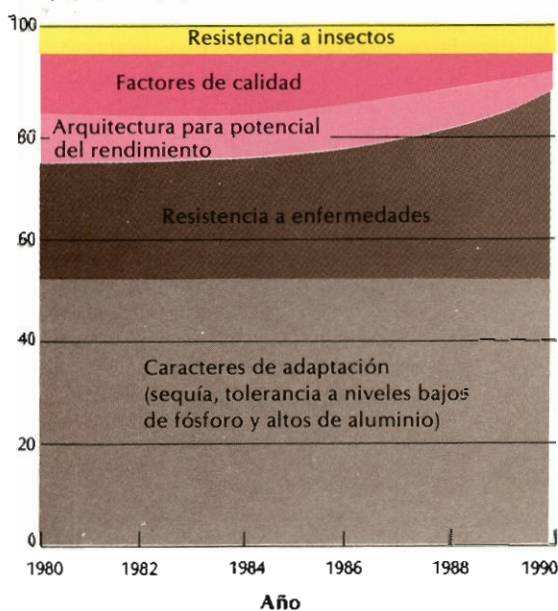


Figura 3. El Programa de Arroz enfatizará cinco áreas principales de investigación en mejoramiento varietal de arroz de secano durante la década de los 80.



El CIAT trabaja en estrecha cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en la evaluación y liberación de variedades mejoradas en Colombia. Las instalaciones del Programa de Arroz del ICA, son utilizadas para evaluar la resistencia a la piricularia de las líneas y variedades del programa cooperativo ICA/CIAT.

donde se evalúa incluyen los siguientes ecosistemas: secano altamente favorecido (Santa Rosa, Colombia); favorecido en términos de la precipitación pero desfavorecido en términos de la calidad del suelo (La Libertad, Colombia); y moderadamente favorecido (Río Hato, Panamá). Para el ecosistema de La Libertad son deseables los fenotipos de arroz altos y los tipos enanos para los otros dos.

Cada localidad difiere en su contenido de materia orgánica, pH del suelo, fertilidad, textura, capacidad de retención de agua, precipitación total y distribución de las lluvias. El aluminio es particularmente alto en La Libertad. La presión por enfermedades es alta en todos los sitios pero es más severa en Santa Rosa y La Libertad. La precipitación total es de más de 2500 mm/año y bien distribuida en Santa Rosa y La Libertad, en tanto que es mucho menor (aproximadamente 1400 mm) e irregular en Río Hato. Estas tres localidades representan los ambientes de arroz de secano favorecido a moderadamente favorecido en América Latina en términos de su precipitación. Río Hato es más representativo de las condiciones de secano que prevalecen en América Central.

El programa de Arroz de secano del CIAT también está trabajando en un sistema de producción potencialmente importante, el cual combina una excelente precipitación con suelos extremadamente

ácidos e infértiles. Este ambiente se encuentra en las regiones de extensas sabanas de Colombia y Venezuela y en las áreas de selva de Perú y el Norte de Brasil. En estas áreas predominan los ecotipos altos que toleran la toxicidad por aluminio, la deficiencia de fósforo y las enfermedades fungosas a bajos niveles de insumos

Mejoramiento Genético por Resistencia a Enfermedades y Plagas

Varios patógenos y plagas, que no se encuentran tan difundidos como la piricularia; pero que causan pérdidas en áreas específicas, limitan también la producción de arroz de secano. Estas incluyen *Rhynchosporium* (escaldado de la hoja), *Helminthosporium* (helmintosporiosis), decoloración del grano, virus de la hoja blanca y *Sogatodes oryzae* (sogata).

El mejoramiento genético para el arroz de secano favorecido se realiza en suelos de secano aluviales, moderadamente fértiles, sin riego suplementario, para exponer a las poblaciones a los estreses edáficos. Las presiones por enfermedades fungosas en los materiales segregantes y líneas avanzadas, se inducen utilizando los diseños apropiados. Los progenitores para los cruces se seleccionan cuida-

dosamente entre las variedades deseables de tierras bajas y cruces con variedades de secano provenientes de las Américas, África y Asia. Actualmente, hay aproximadamente 640 entradas de secano en el banco de germoplasma del CIAT.

La generación F_1 se cultiva en la sede del CIAT; a partir de la F_2 en adelante, la evaluación y la selección se hacen en condiciones de secano en por lo menos cuatro sitios diferentes. Los suelos aluviales en Villavicencio, Colombia, se utilizan para seleccionar material para los ambientes de secano favorecido con dos cultivos al año. Una localidad con Oxisoles en Villavicencio se utiliza para seleccionar materiales para suelos ácidos altamente infértiles; las selecciones que se hacen allí se envían a Yurimaguas, Perú, para su siembra y evaluación y luego se traen nuevamente a La Libertad, Colombia, para otra evaluación. Penonome, Panamá, es otra localidad para la selección y evaluación. Algunas de las líneas provenientes de este proyecto deben ser útiles en algunas partes del norte de Brasil, además de las extensas sabanas de Colombia y Venezuela y algunas áreas ácidas en Bolivia y Perú. Entre el IDIAP (Instituto de Investigación Agrícola de Panamá) y el CIAT se firmó un proyecto de investigación colaborativa, el cual le permite al Programa utilizar a Río Hato como sitio de selección para los ambientes moderadamente favorecidos de América Central. Algunos programas nacionales, incluyendo los de Costa Rica y Guatemala, ya tienen la capacidad de manejar materiales segregantes precoces y están recibiendo algunas poblaciones F_2 .

Las selecciones que parecen ser altamente promisorias se pasan al programa del IRTIP para su evaluación en América Latina. El representante del IRRI en el CIAT le ayuda al mejorador de secano del CIAT a seleccionar los materiales más apropiados para el IRTIP.

Materiales de Riego para las Condiciones de Secano

La excelente colaboración entre el Programa de Arroz del CIAT y el ICA ha resultado en más de 50

cultivares enanos liberados por los programas nacionales en la región. Estos cultivares han tenido impacto en la producción de arroz de secano en países específicos, pero constituyeron una transferencia inesperada del mejoramiento genético en condiciones de riego. Estos cultivares tienen un alto rendimiento potencial en estas condiciones en donde la piricularia y las malezas constituyen los principales factores que limitan el rendimiento.

La presión por enfermedades se acentúa en la estación de Santa Rosa y de un total de 296 poblaciones segregantes F_2 , F_3 y F_4 , solamente se seleccionó un 38% en 1982. Sin embargo, la susceptibilidad a enfermedades no era sorprendente ya que la mayoría de estas poblaciones provinieron de cruces diseñados para condiciones de riego. Esto confirma la necesidad de obtener materiales con mayores niveles de resistencia a enfermedades en condiciones de secano y provenientes de un espectro más amplio de progenitores de secano. Todas las líneas promisorias F_2 se mejoraron a partir de un progenitor africano o de Surinam, caracterizado por tolerancia a enfermedades en condiciones de secano. Se seleccionaron solamente nueve poblaciones de las evaluaciones en F_3 ; éstas incluyeron cruces promisorios entre 5782//Camponi/IAC 25 y 5738//Camponi/IAC 25. IAC 25 es una variedad de secano de Brasil y Camponi es de Surinam.

En dos ensayos repetidos de rendimiento en Santa Rosa se evaluaron 49 líneas avanzadas (F_6 , F_7) provenientes del programa de mejoramiento genético de riego. CICA 7, CICA 8 y Metica 1 se utilizaron como variedades testigo. Todas las líneas superaron en rendimiento a CICA 7 y 8 y presentaron un buen nivel de resistencia a piricularia (Cuadro 5). Sin embargo, excepto por la línea 18467, todas fueron severamente afectadas por el escaldado de la hoja. Estas líneas se distribuirán por medio de los viveros del IRTIP para evaluaciones posteriores en ensayos en múltiples localidades en varios países.

Decoloración del grano. El daño por la decoloración del grano causada por patógenos presentes en la semilla varía desde manchas pequeñas de

Cuadro 5. Algunas características agronómicas de las líneas promisorias de mejoramiento de arroz para áreas de arroz de secano favorecido (estación experimental de Santa Rosa, Meta, Colombia, 1982).

Línea no.	Días hasta la floración ^a (no.)	Altura (cm)	Enfermedades						Rendimiento (kg/ha)	
			Añublo del arroz ^b		Escalado de la hoja ^d	Decoloración del grano ^b	Hoja blanca ^c	Desgrane ^c	1981	1982
			Hoja	Cuello						
5959	104	97	2 (3)	1	8	3	MR	MR	3646	4790
14643	99	91	2 (3)	1	8	2	R	MR	4160	4353
14682	103	89	2 (3)	1	7	2	R	MS	4229	4793
14697	100	93	1 (2)	1	7	2	R	MS	5056	4711
14819	97	89	1 (2)	4	8	7	R	MR	5010	4549
14918	100	80	1 (2)	3	7	5	R	MS	4852	4596
18453	105	91	1, 2 (3)	2	8	8	R	MS	3271	4752
18458	105	93	2, 3	1	7	6	R	MS	- ^d	4167
18467	97	89	2, 3	5	2	4	R	MR	- ^d	5500
Testigos										
CICA 8	106	79	5	9	3	6	S	MR	3313	2308
CICA 7	98	91	2, 3	2	9	2	R	MS	3983	3536
Metica 1	98	102	2, 3	2	2	6	R	MR	3700	4263

a. Registrados cuando el 50% del campo ha alcanzado el estado de floración.

b. Escala de evaluación relativa (ver Cuadro 3 en esta sección). Los números entre paréntesis indican que en algunas pocas plantas se encontraron grados más altos de daño.

c. R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente susceptible; S = susceptible.

d. No se evaluó durante 1981.

color café hasta el oscurecimiento completo de las glumas. Con frecuencia, el problema se extiende hasta el endosperma e incluso hasta el embrión, reduciendo así la germinación de la semilla y la calidad del arroz. Los granos que presentan manchas se rompen en el proceso de trillado. En variedades muy susceptibles, la mayoría de los flósculos afectados no se encuentran llenos. Por lo tanto, la decoloración del grano reduce significativamente los rendimientos.

El agente causal principal difiere de una área a otra en la producción de arroz tropical. En Nigeria, el hongo más común aislado de semilla decolorada es *Sarocladium attematum*; en las Filipinas es *Trichonema* sp., y en Colombia el patógeno más común es *Helminthosporium (Bipolaris) oryzae*. La enfermedad se asocia con diferentes sistemas de clima lluvioso, alta humedad relativa, condiciones de secano, suelos infértiles y virus de la hoja blanca. Por consiguiente, la decoloración del grano es un problema complejo determinado por la interacción entre el patógeno y la planta y el ambiente.

En las evaluaciones de 1982, ninguna de las líneas genéticas (excepto la 14757) estuvo libre de la deco-

loración del grano en condiciones de secano. En condiciones de riego, entre 94 cultivares evaluados, solamente nueve líneas avanzadas presentaron resistencia.

Determinación de Prácticas Agronómicas Mejoradas

Para el control de plagas. *Elasmopalpus lignosellus*, *Blissus leucopterus* y *Phyllophaga* spp. son insectos difundidos pero esporádicos en arroz de secano. El daño por los primeros dos es apreciable cuando el cultivo está sujeto a un estrés prolongado por sequía durante las primeras etapas de crecimiento. Generalmente no causan reducciones en rendimiento en ecosistemas con mayor precipitación. *Phyllophaga* (gusanos blancos) causa daño en campos de arroz ricos en materia orgánica, particularmente en áreas convertidas de pastura. El *Sogatodes* (sogata) se presenta más en áreas de alta humedad relativa y precipitación moderadamente alta, y, por consiguiente, es un problema particular en arroz de secano favorecido en Colombia, Venezuela y América Central.

Algunos cultivares de riego presentan un alto potencial de rendimiento en áreas de secano, donde la piricularia y las malezas constituyen los factores limitantes del rendimiento más importantes.

Para el control de enfermedades. Las enfermedades fungosas son factores limitantes en la producción de arroz de secano. Un factor ecológico es crítico: el estrés por la sequía preconditiona a las plantas hacia la susceptibilidad y entre más dure el estrés, mayor será el grado de enfermedades foliares. Otro factor crítico es el suelo. Los cultivos de ciertos suelos aparecen particularmente predispuestos a las enfermedades, en tanto que los cultivos en otros suelos presentan una considerable ausencia de infección en condiciones climáticas similares. Los suelos altamente ácidos, Oxisoles y Ultisoles, que predominan en las sabanas de Amé-

rica del Sur favorecen el desarrollo de piricularia y otras enfermedades fungosas, y parecen contribuir a que ocurran epidemias más fuertes.

Para el control de malezas. La principal dificultad para controlar las malezas en arroz de secano se relaciona con las condiciones de humedad del suelo. La humedad excesiva, cuando las malezas son más susceptibles a los herbicidas, dificulta la entrada de equipos al campo. El retraso resultante en la aplicación exige mayores dosis de los herbicidas y resulta en un control de malezas menos efectivo.

Las líneas de arroz mejoradas se pasan a los programas nacionales participantes a través de los viveros internacionales de materiales promisorios. De estos viveros, los países evalúan y seleccionan materiales para multiplicar y distribuir directamente la semilla.



La evaluación en ensayos uniformes en el IRTP en 1982 demostró que los mejores resultados (control efectivo de malezas y mayores rendimientos) se obtienen con la aplicación de bajas dosis de oxadiazón en preemergencia (a razón de 1.12 kg IA/ha) y ya sea propanil (3.24 kg IA/ha) o benticarbo (4.0 kg IA/ha) en posemergencia. La deshierba manual, sin usar herbicidas, dio mayores rendimientos que los tratamientos con sólo herbicidas, pero el aumento en el rendimiento no compensó los costos de los insumos, por el alto costo de la mano de obra.

Para suelos con altos niveles de aluminio.

Los suelos de sabana de los Llanos Orientales de Colombia son representativos de extensas áreas de América Latina y tienen el potencial de producir arroz con poca energía y bajos costos; el Programa de Arroz está investigando formas económicas y rentables de producir arroz de secano en estas tierras para proporcionar una fuente alimenticia de bajo costo y de buena calidad.

Los principales problemas de estos suelos incluyen su alto contenido de aluminio, bajos niveles de fósforo y alta acidez. El Programa de Arroz está buscando variedades que presenten resistencia a los problemas de la región. Se han encontrado variedades que se adaptan a esta región, incluyendo TOX 1011-4-1 y 1011-4-2, como también las variedades brasileñas IAC 164 y 165, IAC 5-44 y Perola.

Actividades de la Red Internacional

La transferencia de nueva tecnología se basa en la cooperación con las agencias nacionales mediante la capacitación, el intercambio de germoplasma, la asesoría técnica y la información, compartida mediante publicaciones.

Durante los últimos 10 años, los programas nacionales de arroz de América Central han recibido una gran cantidad de material genético avanzado del CIAT y el IRRI por medio del IRTP (Programa Internacional de Pruebas de Arroz). Este ha demostrado ser un enlace efectivo de varios grupos de investigación desde 1977.

Cuadro 6. Variedades de arroz seleccionadas para las áreas de secano favorecido de América Latina, las cuales fueron evaluadas en el Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz (VIRAL) y distribuidas durante 1982.

Vivero y variedad	Origen	Días hasta la floración (no.)	Rendimiento (t/ha)
VIRAL (9 localidades)			
P 1397-4-9M-3-3M-3	CIAT/ICA	97	4.5
P 1266-3-6M-1-1B	CIAT/ICA	87	4.2
IR 11248-13-2-3	IRRI	92	4.1
P 1363-5-13M-3-1B	CIAT/ICA	97	4.0
P 1377-1-15M-1-2M-3	CIAT/ICA	97	4.0
CICA 8 (control)	Colombia	98	4.5
CICA 4 (control)	Colombia	91	3.8
CICA 7 (control)	Colombia	93	4.4
VIRAL-P (maduración temprana, 9 localidades)			
IET 4094 (CR 156-5021-207)	India	89	4.9
Suweon 298	Korea	80	4.4
B 2360-6-7-1-4	Indonesia	101	4.2
MTU 3419	India	100	4.2
IR 13540-56-3-2-1	IRRI	97	4.1
CICA 7 (control)	Colombia	95	4.3
IR 50 (control)	Filipinas	76	3.9
VIRAL-T (maduración media, 7 localidades)			
P 1381-1-8M-2-4M-5	CIAT/ICA	98	5.8
P 1332-3-8M-1-1B	CIAT/ICA	102	5.6
PAU 41-306-2-2-PR 406	India	91	5.6
P 1369-4-16M-1-2M-4	CIAT/ICA	96	5.6
IR 4422-98-3-6-1	IRRI	99	5.4
CICA 8 (control)	Colombia	98	5.5
CICA 4 (control)	Colombia	90	4.2
VIRAL-S (variedades de secano, 13 localidades)			
IET 4094 (CR 156-5021-207)	India	88	4.4
P 1377-1-15M-1-2M-3	CIAT/ICA	98	4.3
TOX 728-2	Nigeria	94	4.3
B 733 C-167-3-2	Indonesia	91	4.2
P 1381-1-8M-2-1B	CIAT/ICA	99	4.1
CICA (control)	Colombia	99	4.2
IR 43 (control)	Filipinas	94	4.4



Las líneas de mejoramiento adaptadas a cada localidad han sido incluídas en un Vivero Centroamericano de Arroz de Secano, diseñado para evaluar material-progenitor para cultivares superiores.

El IRTP para América Latina

En 1982, el IRTP para América Latina reorganizó la distribución de germoplasma mejorado según las necesidades de los programas nacionales. Actualmente se hace énfasis en dos viveros: un vivero grande de observación para la evaluación internacional en ecosistemas de riego, secano favorecido y secano desfavorecido; y un vivero de rendimiento, más pequeño, dirigido hacia los sistemas de riego y secano favorecido. La mayoría de las entradas en estos dos viveros son líneas avanzadas de los programas de mejoramiento genético del CIAT y algunos materiales proporcionados por el IRRI/CIAT, los cuales se seleccionan totalmente por su adaptabilidad a las condiciones de América Latina.

El Cuadro 6 indica los ciclos de duración y los rendimientos de los mejores materiales en tres viveros, que también son resistentes o tolerantes a las principales enfermedades.

A un número limitado de programas nacionales también se le proporcionan otros cuatro viveros que incluyen materiales tolerantes a baja temperatura y salinidad, resistentes a hoja blanca, y arroz flotante. El CIAT también le proporciona poblaciones segregantes adicionales y líneas avanzadas a todos los programas nacionales interesados.

Nuevo Vivero de Secano

En 1978, cada programa nacional de arroz de Amé-

rica Central decidió seleccionar sus mejores líneas genéticas localmente adaptadas para su inclusión en un vivero de secano denominado VICA (Vivero Centro Americano de Secano). Este incluyó 60 líneas de las cuales 32 fueron nominadas en Costa Rica, 16 en Panamá, 6 en Honduras, 4 en Guatemala y 2 en Nicaragua. Después de varias siembras y evaluaciones en condiciones de secano en estos países, el número de líneas se redujo a 14 en 1981. Este vivero probablemente contiene buen material parental para el desarrollo de cultivares de secano superiores para la región. Estas líneas tienen un alto potencial de rendimiento y resistencia a piricularia y escaldado de la hoja en condiciones de secano favorecido pero son relativamente afectadas por estas enfermedades en ambientes menos favorecidos.

Los materiales desarrollados en otras partes han sido particularmente importantes para proporcionar fuentes de germoplasma con características particulares. A este respecto, los cultivares desarrollados por el Programa de Cereales en IITA han sido sobresalientes como fuentes parentales potenciales para tolerancia a la acidez del suelo según estudios realizados en el CIAT para las áreas menos favorecidas de suelos ácidos en los Llanos de Colombia. Algunos materiales del IRAT (Instituto de Investigación Agronómica Tropical, Francia) son fuentes excelentes de resistencia a piricularia. Las distintas fuentes de materiales de África Occidental prove-

nientes del IRAT e IITA también han probado ser útiles en Brasil en el CNPAF (Centro Nacional de Investigación de Arroz y Frijol, Goiânia).

En arroz de secano se está desarrollando una red de investigadores y de investigación colaborativa, paralelamente y en asociación con las actividades regionales de colaboración ya bien desarrolladas en el sector de riego.

El *Boletín Informativo de Arroz*, publicado trimestralmente llega a unas 850 personas

Desarrollo de los Recursos Humanos

La falta de personal capacitado limita la ampliación de la mayoría de los programas nacionales de arroz en América Latina. El objetivo del CIAT es capacitar personas de cada país en mejoramiento y producción de arroz. Luego ellos se convertirán en profesionales claves para difundir tecnología, y fortalecer sus respectivos programas. La estrategia de capacitación también está integrada a la investigación y la extensión. Los cursos proporcionan capacitación en aspectos prácticos, según los objetivos del Programa.

El análisis por disciplina del personal de investigación de arroz de secano en cada programa nacional indica que, en los 24 países de la lista, solamente 179 científicos están haciendo investigación en arroz. Este es un número inadecuado, dada la

importancia proyectada para el arroz en las dietas humanas en la región y los problemas que quedan por resolver.

La mitad de los investigadores de arroz a nivel regional ya está trabajando en el sector de secano. Esta proporción es una evidencia alentadora de que los gobiernos están asignando eficientemente sus escasos recursos. Muchos países en la región no están recibiendo todo el beneficio de las nuevas tecnologías debido a una inadecuada capacidad de investigación adaptada. En general, la capacitación en servicio ofrecida por los centros internacionales han sido fundamental en el desarrollo de los esfuerzos nacionales de investigación; sin embargo, se requerirá mayor capacitación para llenar los vacíos y facilitar una rotación de personal.

Hasta la fecha, el CIAT ha capacitado a más de 219 investigadores de arroz en 23 países en agronomía, mejoramiento genético, patología y producción. Ahora existe una red regional de colaboradores para el intercambio y la evaluación continuada de tecnología e información. El Programa ha continuado enfatizando las actividades regionales, incluyendo el IRTP, los viajes de seguimiento, los cursos de producción en los países y las conferencias semestrales para investigadores de arroz. Estas actividades han contribuido enormemente al mayor fortalecimiento de la red latinoamericana de arroz.

Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados

- Ahn, S. W. y An, S. H. 1982a. Epidemiological implications of the spectrum of resistance to rice blast. *Phytopathology* 72(3):282-284.
- y — 1982b. Quantitative resistance of rice to blast disease. *Phytopathology* 72(3):279-282.
- González, J. 1982. Beneficios y futuro de la investigación de arroz en Colombia. Ene.-Feb. 1982. *Arroz (Colombia)* 31(316):8-13.
- y Otero, C. 1982. Aportes de la investigación en el incremento de la producción de arroz. Sept.-Oct. 1982. *Arroz (Colombia)* 31(320):8-12.
- y Rosero, M. 1982. Morfología de la planta de arroz. May-Jun. *Arroz (Colombia)* 31(318):29-40.
- and Rosero, M. 1982. Morfología de la planta de arroz. May-Jun. *Arroz (Colombia)* 31(318):29-40.
- Laing, D. R.; Posada, R.; Jennings, P. R.; Martínez, C. P. y Jones, P. G. 1982. Upland rice in the Latin American regions, overall description of environment, constraints and potential. Trabajo presentado en el Taller de Arroz de Secano, Bonaké, Costa de Marfil, 1982.
- Marín, C. P. 1982a. Cropping system and upland rice in Latin America. Trabajo presentado en el Taller de Arroz de Secano. Bonaké, Costa de Marfil, 1982.
- 1982b. The CIAT strategy for upland rice improvement in Latin America. Trabajo presentado en el Taller de Arroz de Secano. Bonaké, Costa de Marfil, 1982.
- y Weeraratne, H. 1982. Avances en mejoramiento varietal de arroz-riego en Colombia. Ene.-Feb. *Arroz (Colombia)* 31(316):26-35.



La carne es un alimento básico en toda América Latina; su consumo varía de 4 a 36 kg per cápita/año, lo cual representa entre el 16 y el 70% del consumo total de carne; es un elemento importante en la dieta de las personas de todos los niveles de ingreso, y aún el grupo de ingresos más bajos gasta en carne entre el 10 y el 23% del total de su presupuesto para alimentos. Al mismo tiempo, la demanda de productos ganaderos está aumentando a una tasa del 5.3% anual, mientras que la tasa de crecimiento de la producción es sólo del 2.2%.

Hoy día, la producción de carne y leche se concentra principalmente en áreas fértiles donde los costos de la tierra son altos y la producción de forrajes compite directamente con la producción de cultivos. Al mismo tiempo, más del 40% (850 millones de ha) de las tierras de América tropical tienen suelos ácidos e infértiles donde, debido a las difíciles condiciones ecobiológicas (suelos, clima, e incidencia de plagas y enfermedades), la producción agrícola es escasa o inexistente. Sin embargo, estas inmensas áreas prometen convertirse en productoras de carne, leche y sus derivados, y posiblemente de otros alimentos básicos. Esto liberaría las tierras cultivables, escasas pero más fértiles, para la producción intensiva de cultivos de mayor valor.

El Programa de Pastos Tropicales del CIAT concentra sus recursos precisamente en estas regiones de suelos ácidos e infértiles. El objetivo del programa es desarrollar, en colaboración con los programas nacionales, una tecnología mejorada de pastos que requiera un nivel bajo de insumos para aumentar la producción de carne y leche, conservar y mejorar los recursos de tierra de los ecosistemas tropicales y brindar una base para la utilización económica y ecológicamente razonable de los recursos de tierra subexplotados.

Es prácticamente imposible mejorar significativamente las propiedades químicas del suelo del área objetivo para hacerlas más apropiadas para el cultivo de especies convencionales de pastos. Por tanto, el enfoque general del Programa está en la identificación y desarrollo continuo de especies de

gramíneas y leguminosas que se adapten a las condiciones adversas y que aseguren una alta producción de carne. Un principio básico es desarrollar pasturas con una base de leguminosa, en las cuales el componente gramíneo brinde la energía y el forraje a la dieta animal, y la leguminosa provea el nitrógeno para la planta, así como la proteína de alta calidad, la cual es de importancia crítica, especialmente durante sequía prolongada.

El Programa está organizado en tres unidades de investigación interrelacionadas: (1) Evaluación de Germoplasma, la cual incluye las secciones de introducción de germoplasma, agronomía, ensayos regionales, fitopatología, entomología, y fitomejoramiento; (2) Evaluación de Pasturas, la cual incluye suelos y nutrición de la planta, microbiología del suelo, desarrollo de pasturas, calidad de pasturas y nutrición, y evaluación y manejo de pasturas; y (3) Evaluación de Pasturas en Sistemas de Producción, la cual está compuesta por las secciones de producción de semilla, sistemas de producción de ganado y economía. Las tres unidades colaboran en el movimiento de nuevas accesiones de germoplasma desde su introducción y caracterización hasta la selección; en el desarrollo de diversas alternativas de producción de pasturas, y en la evaluación de nuevas tecnologías de producción de pasturas en los sistemas ganaderos existentes. Si bien son miles las accesiones de germoplasma que entran a la fase de desarrollo, solamente un número escaso de gramíneas y leguminosas muy promisorias logran ser seleccionadas para su posterior evaluación e incorporación a una tecnología.

Aunque el área objetivo del Programa tiene un denominador común —los suelos ácidos e infértiles (principalmente Oxisoles y Ultisoles)—, está compuesta por cinco ecosistemas diferentes cuyas características individuales requieren que el germoplasma de pasturas se desarrolle por separado para cada ecosistema. Los cinco ecosistemas son:

- Las sabanas isohipertérmicas bien drenadas, como los Llanos de Venezuela y Colombia;



- Las sabanas isotérmicas bien drenadas, representadas por los Cerrados de Brasil;
- Las sabanas mal drenadas;
- Los bosques estacionales semi siempreverdes;
- Los bosques lluviosos tropicales.

Hasta la fecha, el Programa ha enfatizado los dos ecosistemas de sabana, representados por los Llanos y los Cerrados, los cuales comprenden más de 300 millones de hectáreas. La investigación para el ecosistema de los Llanos se lleva a cabo en la estación de Carimagua en los Llanos de Colombia, administrada conjuntamente por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT. La investigación para el ecosistema de los Cerrados se lleva a cabo en colaboración con el Centro de Investigación

Agrícola para los Cerrados de Brasil (CPAC), una estación de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA). Los esfuerzos directos de investigación en estos dos ecosistemas cuentan con el apoyo de la Red Internacional para la Evaluación de Pastos Tropicales, la cual cuenta con la colaboración de las instituciones nacionales para evaluar el germoplasma promisorio para los subecosistemas, tanto en los Llanos como en los Cerrados (Figura 1). La red también se extiende hacia ecosistemas adicionales (sabanas mal drenadas, bosques estacionales y bosques lluviosos). Esto le permite al Programa, en colaboración con las entidades nacionales, evaluar la adaptación y la productividad del germoplasma en toda el área de interés.

Resumen de los Logros

El trabajo intensivo de evaluación del germoplasma llevado a cabo por el Programa de Pastos Tropicales ha permitido el paso de un número relativamente grande de accesiones a categorías de evaluación más altas. A finales de 1982, alrededor de 80 accesiones de leguminosas y 15 accesiones de gramíneas habían pasado las pruebas estrictas para ser promovidas a una categoría que incluye la evaluación bajo pastoreo.

En el ecosistema de los Llanos, las ganancias de peso en pie con asociaciones de *Brachiaria decum-*

bens/Pueraria phaseoloides, *Andropogon gayanus/Stylosanthes capitata*, y *A. gayanus/P. phaseoloides* fueron de más del doble en ganancia/animal, y de más de 15 veces en ganancia/ha, en comparación con la sabana nativa mejor manejada. Un análisis económico del engorde con pastos mejorados arrojó las siguientes tasas internas de retorno: *B. decumbens*, 20%; *B. decumbens/P. phaseoloides* (en franjas), 25%; *A. gayanus/S. capitata*, 26%; sabana nativa mas bancos de *P. phaseoloides*, 22%.



Figura 1. Distribución geográfica en América Latina de la Red Internacional para la Evaluación de Pastos Tropicales.

El germoplasma de pasturas se organiza de acuerdo con el amplio rango de condiciones existentes a través de América tropical, el sureste de Asia y África.

73

Hasta el momento se han identificado en el ecosistema de los Cerrados, las siguientes especies promisorias: *Centrosema macrocarpum*, *S. capitata*, *S. guianensis* "tardío", *S. macrocephala*, y una especie aún no identificada de *Zornia*.

Los resultados de los ensayos regionales del ecosistema de bosques tropicales han mostrado que un gran número de especies de gramíneas y leguminosas originalmente seleccionadas por su adaptabilidad a las condiciones de suelos ácidos e infértiles de los Llanos y los Cerrados también se adaptan bien a las condiciones de los trópicos húmedos.

Después de que las instituciones nacionales de investigación de Brasil y Colombia habían lanzado

con éxito la gramínea *A. gayanus* CIAT 621 en sus respectivos países, les siguieron Panamá, Perú, y Venezuela. En Colombia, el ICA entregó oficialmente al sector de producción de semilla una mezcla de cinco accesiones de *S. capitata* bajo el nombre de Capica. En Brasil, el CPAC está en el proceso de lanzar la variedad *S. macrocephala* CIAT 1582 con el nombre de Bandeirante, y la variedad *S. guianensis* "tardío" CIAT 2243 con el nombre de Pioneiro. Estas primeras entregas de leguminosas constituyen un paso importante en la superación del problema de la calidad del forraje en la producción animal en las sabanas de América tropical.

Base de Germoplasma para el Mejoramiento de Forrajes

El Programa de Pastos Tropicales busca explotar la variabilidad natural del germoplasma con el fin de identificar especies de pastos y leguminosas adaptadas a los diversos ecosistemas de la región. El germoplasma se recoge en localidades con un amplio rango de condiciones representativas de todas las regiones de suelos ácidos e infértiles de América tropical, del sureste de Asia y de África. Con la inclusión en 1982 de 1150 accesiones adicionales de pastos tropicales, la colección del CIAT ha alcanzado un total de 8946 accesiones de leguminosas y 839 accesiones de gramíneas (Cuadro 1).

Con base en la información recogida hasta la fecha, el Programa ha clasificado un grupo de especies como "especies claves", las cuales, debido a su potencial, reciben atención especial dentro del desarrollo de germoplasma y cuya base se amplía. Por ejemplo, dada la importancia de las especies de *Desmodium* y de *Pueraria*, el Programa de Pastos Tropicales, en colaboración con el CIRF (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos), organizó en 1982 un viaje de recolección al sureste de Asia de donde son nativas estas leguminosas. En este viaje

Cuadro 1. Colección de germoplasma de pastos tropicales en el CIAT.

Género	Accesiones (no.)
Leguminosas	
<i>Stylosanthes</i>	2303
<i>Desmodium</i>	1211
<i>Zornia</i>	758
<i>Aeschynomene</i>	486
<i>Centrosema</i>	939
<i>Macroptilium/Vigna/Phaseolus</i>	739
<i>Calopogonium</i>	183
<i>Galactia</i>	336
<i>Pueraria</i>	119
Leguminosas misceláneas	1872
	8946
Pastos	
<i>Andropogon</i>	65
<i>Brachiaria</i>	196
<i>Panicum</i>	378
Pastos misceláneos	200
	839
Total	9785

se recolectaron 176 accesiones nuevas de *Desmodium* (40% de ellas de *D. ovalifolium*), 57 accesiones de *Pueraria* y un número considerable de otras especies de leguminosas.

En 1982, se caracterizaron y se sometieron a evaluación preliminar más de 500 accesiones de las seis especies claves de leguminosas. Se obtuvieron resultados particularmente prometedores con las accesiones seleccionadas de *S. capitata*, *S. guianensis* "tardío", *S. macrocephala*, y *C. macrocarpum*. Al

mismo tiempo, se completó la evaluación preliminar de unas 350 "entradas nuevas". Dentro de este grupo, el cual incluye accesiones de seis géneros, se identificaron especies especialmente promisorias de *S. viscosa* y *Dioclea guyanensis*.

Durante el año, ingresaron al sistema de evaluación de germoplasma del Programa unas 1500 muestras de semillas de materiales promisorios. También se entregaron accesiones seleccionadas a los programas nacionales colaboradores.

Desarrollo de Tecnología para el Ecosistema de los Llanos

Las sabanas isohipertérmicas bien drenadas de América Latina tropical comprenden un área de aproximadamente 110 millones de hectáreas. Las temperaturas medias se encuentran por encima de los 25°C. La duración promedio de la estación lluviosa es de aproximadamente 6 a 8 meses, con una pluviosidad entre los 1000 y 2000 mm. Predominan en ellos los suelos Oxisoles y Ultisoles.

La investigación en pasturas en esta región se dirige hacia la identificación de genotipos superiores de especies claves de leguminosas y gramíneas. Actualmente se ha determinado que las especies claves de leguminosas son *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, dos especies adicionales de *Centrosema* aún no descritas, *Desmodium ovalifolium*, *S. capitata*, *S. guianensis* "tardío", *S. macrocephala* y *Zornia* spp. Entre las gramíneas, las especies claves son *Andropogon gayanus* y varias especies de *Brachiaria*. Se observó que las accesiones de todas estas especies tienen un amplio rango de variabilidad y de características de adaptación.

En 1982, se introdujeron y evaluaron por su adaptación 428 accesiones nuevas de especies promisorias —tanto de las especies claves como de otras especies seleccionadas. Al mismo tiempo se evaluaron en pequeñas parcelas, por su productividad y distribución estacional de los rendimientos, varios

cientos de accesiones promisorias provenientes de evaluaciones de adaptación anteriores.

Evaluación bajo Pastoreo

Se estableció un amplio rango de especies forrajeras en una serie de experimentos en pequeñas parcelas bajo pastoreo para determinar la compatibilidad de las accesiones en asociación, su tolerancia al pastoreo, los requerimientos minerales de la planta, y el valor nutritivo. El contenido de leguminosa de las 18 asociaciones de pasto/leguminosa osciló entre el 3 y el 90% después de la primera estación bajo pastoreo con una carga de dos animales/ha (Figura 2). Las proporciones más apropiadas son aquellas en las cuales se logra un equilibrio en el consumo de pastos y leguminosas (tratamientos 5-9).

Se observó que *Stylosanthes capitata* CIAT 1441 y *S. macrocephala* CIAT 1643 se asociaban bien con la sabana nativa. En la asociación de *S. guianensis* "tardío" CIAT 1283 con *A. gayanus* predominó la leguminosa debido su baja palatabilidad; esta asociación de *Stylosanthes* murió debido a un ataque de antracnosis durante la estación húmeda. Dos accesiones de *D. ovalifolium*, que producen abundante cantidad de semilla, formaron buenas mezclas con *A. gayanus*, con el pasto gordura (*Melinis minutiflora*) y con la sabana nativa.

Contenido de leguminosa (%)

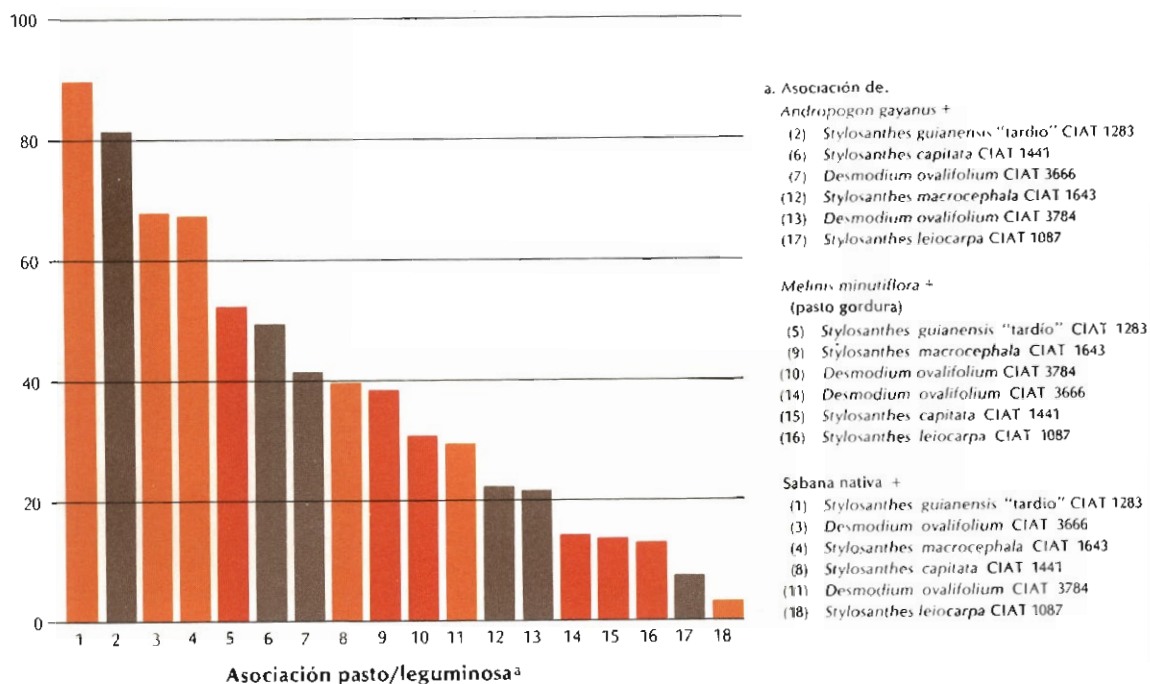


Figura 2. Contenido de leguminosa encontrado en 18 asociaciones de pasto y leguminosa al final de la primera estación bajo pastoreo (dos animales/ha), en Carimagua, Llanos Orientales (Colombia).

Pruebas de Líneas Avanzadas bajo Pastoreo

En un nivel aún más alto de evaluación, las líneas avanzadas se prueban agrónomicamente bajo pastoreo en rotación en pequeñas parcelas, con una carga de 2 a 2.5 animales/ha durante los 8 meses de la estación lluviosa y de 1.6 durante la estación seca. Se encontraron los siguientes resultados en las evaluaciones de 1982.

Tanto *Brachiaria decumbens* como *B. humidicola* han alcanzado mayor importancia económica en las tierras bajas de América tropical. Las dos gramíneas se han adaptado bien a los Oxisoles. *B. humidicola* mostró un mayor potencial de rendimiento y una mejor tolerancia a la estación lluviosa y a la seca. Hasta la fecha, el mión no ha sido un problema importante para esta especie en los Llanos. *Brachiaria* sigue siendo una de las gramíneas disponibles más promisorias.

Se compararon 16 accesiones de *Centrosema* spp. en asociación con *A. gayanus*. Todas las especies fueron aceptadas por los animales sin que hubiera evidencia de preferencias en el pastoreo. La caracte-

ristica de *C. brasilianum* de producir abundante semilla resultó ser muy ventajosa para la recuperación de la planta. Al mismo tiempo, el hábito de crecimiento por estolones de dos especies de *Centrosema* aún no descritas fue una característica favorable en condiciones de pastoreo intensivo. La susceptibilidad de las especies de *Centrosema* a las enfermedades de la hoja y a los ataques de insectos continúa siendo una de las principales preocupaciones en la selección.

La leguminosa *Desmodium ovalifolium* compite bien con las gramíneas agresivas que crecen por estolones. Esta especie se evaluó en asociación con *B. humidicola* CIAT 679, *B. decumbens* cv. Basilisk, y *A. gayanus* CIAT 621. Los rendimientos de materia seca para las tres asociaciones fueron 17, 14, y 9 ton/ha por año, respectivamente. *D. ovalifolium* demostró su habilidad de competir bien con *B. humidicola* —la más productiva de las tres gramíneas— y se observó que estas dos especies formaban una asociación altamente compatible.

Durante 1982, *D. ovalifolium* CIAT 350 sufrió un ataque severo del nuevo género del nemátodo de los nudos aéreos (*Pterotylenchus cecidogenus*); sin



Parte del proyecto para obtener material resistente a la antracnosis y con buena producción de forraje y semilla es el cruzamiento entre ecotipos de *Stylosanthes guianensis* "tardío" por común.

embargo, varias accesiones de esta leguminosa presentan resistencia al mismo. Se requiere explorar más su rango de variabilidad con el fin de corregir algunas deficiencias inherentes a *Desmodium*, incluyendo su baja palatabilidad, su alto contenido de taninos, y su susceptibilidad a los nemátodos.

Se evaluaron 10 ecotipos de *Stylosanthes capitata*, leguminosa altamente promisoría, en asociación con *A. gyanus*. Aquellos ecotipos que florecieron a mediados de la estación presentaron una rápida decadencia durante el segundo año posterior al establecimiento; sin embargo, 4 ecotipos de floración temprana y abundante producción de semilla persistieron y presentaron rendimientos significativamente mayores bajo pastoreo comparados con las líneas que florecieron a mediados de la estación. Se atribuye este resultado a la mayor cantidad de semilla producida por las accesiones de floración temprana durante un período más largo.

Plagas y Enfermedades

Las evaluaciones llevadas a cabo en Carimagua y en las localidades del ecosistema de sabanas isohipertérmicas bien drenadas mostraron la presencia de varias enfermedades.

Aunque se han registrado seis enfermedades diferentes que atacan a *Centrosema* en las sabanas isohipertérmicas bien drenadas, generalmente se

encuentra sólo una enfermedad principal por cada especie. Por ejemplo, el añublo foliar por *Rhizoctonia* es la principal enfermedad que ataca a *C. brasilianum*, mientras que la mancha de la hoja por *Cercospora* es la enfermedad que más afecta a *C. pubescens*. *C. macrocarpum* sigue siendo una especie prácticamente libre de enfermedades. Entre las plagas, los crisomélidos continúan siendo el principal problema de algunas especies de *Centrosema*.

En el caso de *Desmodium* spp., la enfermedad más importante es el nemátodo de los nudos aéreos, el cual fue detectado en Carimagua solamente en 1982. Se está realizando un esfuerzo sistemático para identificar accesiones resistentes.

Para *Stylosanthes* spp. la antracnosis sigue siendo el problema más importante en los Llanos. Hasta la fecha se han evaluado más de 500 accesiones de *S. guianensis* "común" en Carimagua, y sólo una ha logrado sobrevivir al ataque de antracnosis durante más de 2 años. Por otro lado, de las 80 accesiones de *S. guianensis* "tardío" evaluadas en varios experimentos, 10 han mostrado niveles de resistencia a la antracnosis de moderados a altos. Esta especie además es relativamente resistente al barrenador del tallo. En el caso de *S. capitata* la antracnosis es una enfermedad secundaria en los Llanos, y *S. macrocephala* continúa presentando niveles altos de resistencia a esta enfermedad.

Establecimiento de Pasturas

Un ensayo a gran escala de distribución espacial que se estableció en 1978 con la asociación *B. decumbens*/*P. phaseoloides* ha sido cada vez más afectado por una fuerte infestación del mión. A medida que ha ido disminuyendo la producción de la gramínea, la leguminosa ha sufrido una fuerte presión debido al pastoreo, lo cual requirió la suspensión del pastoreo (después de casi 4 años) para permitir que el pasto se recuperara y para diseñar un sistema de manejo que reduzca los efectos del mión y mejore la producción y el equilibrio de las especies.

Se diseñó un ensayo con labranza mínima para el establecimiento de pasturas con siembras de baja densidad, para evaluar la posibilidad de reducir el control mecánico o químico de la vegetación. Este ensayo forma parte de los esfuerzos del Programa para desarrollar sistemas de establecimiento de pasturas que requieran muy poca o ninguna maquinaria, diseñados para los pequeños ganaderos en la región de sabana. En Carimagua el establecimiento exitoso de *A. gayanus*, *B. humidicola*, *D. ovalifolium*, y *P. phaseoloides* se ha logrado con sólo la preparación manual del lugar de siembra y sin necesidad de control mecánico de la vegetación. Naturalmente, el establecimiento ha sido mucho más lento que el de otros ensayos donde se ha utilizado alguna otra forma de labranza para la preparación de los semilleros y para el control de la vegetación.

Sustitución de la Sabana

En 1980 se estableció un ensayo de sustitución de la sabana. Se sembraron cuatro asociaciones de gramíneas y leguminosas en franjas de 0.5, 2.5 y 5 m de ancho, intercaladas con franjas de sabanas de 2, 10 y 20 m, de tal manera que se labró, fertilizó y sembró el 20% del área.

Se establecieron asociaciones con las gramíneas *A. gayanus* y *B. humidicola* y con las leguminosas *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides*. Debido a la escasez inicial y mayor palatabilidad de *A. gayanus*, ésta prácticamente desapareció; por tanto, tratamientos

en los cuales había sido incluida son ahora asociaciones de leguminosa/sabana. Bajo pastoreo, ambas leguminosas invadieron rápidamente la sabana nativa. Todos los tratamientos han logrado cubrir por lo menos el 60% del área total, *P. phaseoloides* con mayor intensidad que *D. ovalifolium*. Se observó un consumo alto de leguminosa en todos los tratamientos y, como resultado, no faltó proteína en las dietas, aun durante la estación seca. Se indujo al ganado a utilizar mejor la vegetación de la sabana nativa, y en consecuencia, se registraron niveles altos de ganancia de peso durante todo el año. La carga es de 1.5 animales/ha, y se fertilizó el 60% del área comprendida por las franjas sembradas. Con base en la experiencia obtenida en este ensayo hasta el momento, se están iniciando otros ensayos para medir la factibilidad de sembrar sólo leguminosas para suplementar la sabana nativa.

Ensayos de Consumo Voluntario

La asociación de *A. gayanus*/*P. phaseoloides* ha demostrado ser una de las más productivas en Carimagua. El equilibrio entre la gramínea y la leguminosa en esta asociación es muy sensible al sistema de manejo de pasturas empleado y es muy diferente en las dos estaciones de crecimiento. Bajo pastoreo continuo y hacia finales de la estación lluviosa domina la leguminosa en la asociación. Se observó que este desbalance —en el cual la leguminosa conforma dos terceras partes de la pradera— lleva a un desequilibrio equivalente de consumo de energía y proteína en el ganado. Mientras que el contenido de proteína en la dieta fue muy alto, el consumo de energía y materia seca en general fue muy bajo, y en consecuencia disminuyeron las correspondientes ganancias de peso. En general, estos hechos sugieren que la disponibilidad excesiva de *P. phaseoloides* en asociación con *A. gayanus* puede tener efectos negativos sobre la ganancia de peso en pie debido a una deficiencia de energía en la dieta. Estas conclusiones señalan la necesidad de identificar prácticas de manejo de pasturas que



aumenten la disponibilidad de la gramínea para pastoreo durante períodos seleccionados del año.

Manejo y Productividad de Pasturas

El Programa de Pastos Tropicales avanza las especies de pastos y asociaciones de gramíneas/leguminosas más promisorias a un nivel de evaluación donde se mide su potencial utilizando métodos óptimos de establecimiento y pastoreo, los requerimientos de fertilización, la productividad animal, y la persistencia de la pastura. Actualmente, se están evaluando tres sistemas diferentes de pastos: pastos en cultivo puro, leguminosas como bancos de proteínas y asociaciones de gramíneas/leguminosas.

Gramíneas en cultivo puro. Después de finalizar con éxito la evaluación de *B. decumben* y *A. gayanus* en cultivo puro, continuó sólo la evaluación de *B. humidicola* en la misma forma. La productividad de este pasto en las condiciones de Carimagua es significativamente más baja que la de los dos pastos evaluados anteriormente. Después de permitir la recuperación del pasto durante la estación seca en 1981, de remover la materia seca acumulada, y de aplicar una fertilización de mantenimiento, las ganancias de peso en pie obtenidas durante 1982 fueron desalentadoras. Con una carga

de 3.4 animales/ha, la ganancia de peso por animal durante la estación lluviosa fue de sólo 215 gramos/día y durante la estación seca se registró una pérdida promedia de peso de 62 gramos/día por animal. La baja productividad de esta gramínea en cultivo puro se puede explicar por su baja palatabilidad, la cual está relacionada con los niveles bajos de proteína cruda que contiene *B. humidicola* a través de todo el año. Estos resultados señalan la necesidad de encontrar una leguminosa compatible con la muy agresiva gramínea *B. humidicola*.

Bancos de proteína leguminosa. El uso estratégico de los bancos de leguminosa sigue siendo una alternativa muy promisoriosa para suplementar la calidad nutricional de las pasturas de gramíneas. Los resultados de un experimento de 4 años (1979–1982) en Carimagua están disponibles ahora. Mientras pastaba sabana nativa, cada animal contaba con 2000 m² de *P. phaseoloides*. El acceso a la leguminosa se controló durante los tres primeros años del experimento, pero no se restringió durante 1982. En este experimento a largo plazo, se pastorea continuamente y se quema una tercera parte de la sabana al comienzo y al final de cada estación seca.

Las ganancias anuales de peso en pie fueron de 118 kg/animal con una carga de 0.25 animales/ha, y de 101 kg/animal con una carga de 0.50 animales/ha. Estos resultados indican que el uso suple-

En la asociación de *Brachiaria humidicola* con *Pueraria phaseoloides* en mezcla íntima, como en franjas, se obtienen rendimientos altos tanto en ganancia de peso por animal como por hectárea.

mentario de bancos de *P. phaseoloides* con sabana nativa pueden aumentar la ganancia de peso por animal aproximadamente en un 30% por encima de la obtenida con la sabana nativa mejor manejada.

En un experimento similar, se utilizó *P. phaseoloides* para complementar a *B. decumbens*, un pasto mejorado, en cultivo puro. La leguminosa se estableció en bloques o franjas, cubriendo 30% del área. Se utilizaron cargas de 1.25 y 2.00 animales/ha durante la estación seca y la lluviosa, respectivamente. Durante los 4 años, las ganancias anuales de peso en pie fueron de 183 kg/animal cuando la leguminosa se estableció en franjas, y de 157 kg/animal cuando se estableció en bloques. Las pasturas de *B. decumbens* no suplementadas resultaron en ganancias medias de peso en pie de 145 kg/animal. Sin embargo, durante la estación seca, las ganancias de peso en el tratamiento con leguminosa en bloques fueron significativamente mayores que cuando no se suplementó a *Brachiaria*. Estos datos indican que, a corto plazo, la productividad de *B. decumbens* se puede aumentar desde un 8 hasta un 26% cuando se suplementa con bloques o franjas de *P. phaseoloides*, principalmente por la capacidad de la leguminosa de mejorar la calidad nutricional del forraje para las largas estaciones secas.

El trabajo con bancos de leguminosa realizado hasta la fecha, evidencia que se pueden obtener los resultados más significativos cuando las gramíneas de bajo valor (tales como la sabana nativa) se suplementan con leguminosas de alto valor nutricional.

Asociaciones de gramíneas/leguminosas. El año 1982 fue también el cuarto año de un experimento a largo plazo para evaluar varias leguminosas promisorias cultivadas en asociación con *A. gayanus* CIAT 621. Las leguminosas evaluadas incluyeron *Zornia latifolia* CIAT 728, una mezcla de *S. capitata* 1019 y 1315, *S. capitata* CIAT 1405 y *P. phaseoloides* CIAT 9900. La Figura 3 muestra las ganancias anuales de peso en pie registradas durante cada uno de los años comprendidos entre 1979 y 1982.

Estos resultados a largo plazo indican que la pro-

ductividad de *A. gayanus* —una gramínea notable que produce ganancias de peso en pie relativamente altas aún en cultivo puro— puede aumentarse en un 40–60% cuando se cultiva asociada con las leguminosas adecuadas. Estas asociaciones requieren fertilización de mantenimiento después del segundo año bajo pastoreo continuo para asegurar la persistencia y estabilidad de la mezcla.

**Ganancia de peso
(kg/animal/año)**

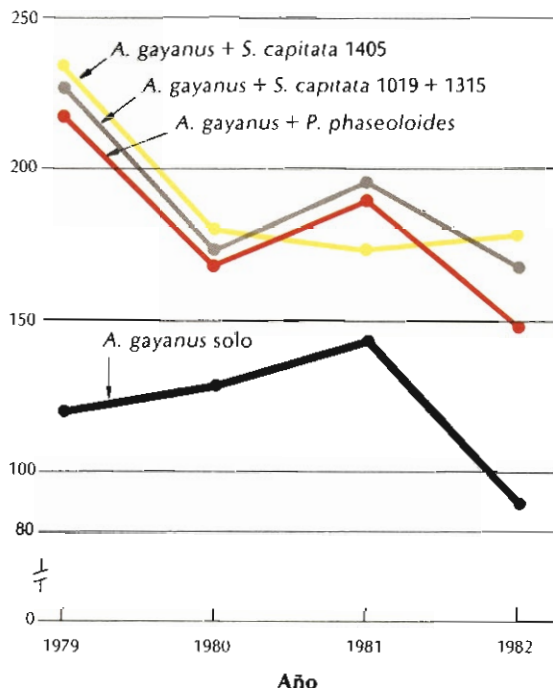


Figura 3. La ganancia de peso en los animales con *Andropogon gayanus* ha sido sobresaliente; sin embargo, la asociación de este pasto con leguminosas aumenta su productividad en un 40–60%. (Las tasas de carga usadas en el experimento fueron de un animal/ha durante la estación seca y dos animales/ha durante la estación lluviosa.)

Cuadro 2. Rentabilidad de operaciones de engorde con varias tecnologías de producción de pasturas estimada para el piedemonte de los Llanos y las regiones del interior de los Llanos de Colombia.

Sistema de producción de pasturas	Tasa interna de retorno (%) ^a			
	Piedemonte (Puerto López) ^b		Llanos (Carimagua)	
	Persistencia de 6 años	Persistencia de 12 años	Persistencia de 6 años	Persistencia de 12 años
<i>Brachiaria decumbens</i> sola	22.6	24.6	18.5	20.7
<i>B. decumbens</i> + bloques de <i>Pueraria phaseoloides</i>	20.8	23.1	16.8	19.2
<i>B. decumbens</i> + franjas de <i>P. phaseoloides</i>	26.8	28.9	22.6	24.9
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Stylosanthes capitata</i>	28.1	30.4	24.2	26.2
<i>A. gayanus</i> + <i>P. phaseoloides</i>	21.0	23.8	16.9	17.8
<i>A. gayanus</i> + <i>Zornia</i> sp.	21.8	24.4	18.0	20.9
Sabana nativa + <i>P. phaseoloides</i>	24.2	24.9	20.0	20.9

a. Tasa interna de retorno para el modelo de 300 ha sin incluir el precio de la tierra.

b. Análisis de sensibilidad de los parámetros biológicos de Carimagua a una distancia cercana al mercado de Bogotá.

Rendimientos Económicos

Gracias a la disponibilidad de resultados sobre rendimiento a largo plazo en Carimagua, ha sido posible el análisis de la rentabilidad estimada de nuevas tecnologías de producción de pasturas en los Llanos de Colombia. Utilizando parámetros realistas de productividad, basados en las experiencias reales de Carimagua, se calcularon tasas internas de retorno para la producción en Carimagua y para el área de piedemonte (e.g., Puerto López). En ausencia de estadísticas definitivas sobre persistencia de pasturas, se realizaron cálculos para 6 y 12 años, respectivamente (Cuadro 2). Estas tasas internas de retorno no toman en cuenta el valor de la tierra, pero presentan ganancias muy atractivas para las inversiones realizadas en el uso de nuevas tecnologías. En Puerto López, situado relativamente cerca a centros poblados, las ganancias proyectadas son mucho mayores que las de Carimagua, donde los costos de transporte aumentan significativamente los costos de producción.

Al interpretar estos datos, se debe tener en cuenta que aunque este análisis considera sólo el engorde del ganado, en una situación real, éste constituye sólo una parte del ciclo de producción ganadera. Es muy posible que en un sistema real de producción, se utilicen pasturas con base en leguminosas para facilitar la reconcepción de vacas lactantes, la recu-

peración de animales débiles, el mayor consumo de proteínas durante las estaciones secas prolongadas, y el engorde de novillos durante la estación lluviosa. Esto implica que el impacto de la introducción de leguminosas puede ser aún mayor que el que aparece en el Cuadro 2.

Liberación de *S. capitata* cv. Capica

En 1982 se liberó oficialmente el primer cultivar de leguminosa derivado del germoplasma del CIAT para ser utilizado en las sabanas de suelos ácidos de Colombia.

Después de una evaluación exhaustiva de *S. capitata* para ser utilizado en bancos de leguminosa y como el componente leguminoso en las asociaciones con gramíneas, el ICA liberó una mezcla de cinco accesiones de *S. capitata* bajo el nombre de Capica. Las accesiones se coleccionaron entre 1975 y 1977 en Brasil, con la colaboración de EMBRAPA. En el CIAT se produjo un total de 170 kg de semilla básica de Capica y ésta se entregó al ICA para ser distribuida a los productores comerciales de semillas.

El siguiente paso en el proceso de liberación es la generación de un flujo de semilla comercial hacia el mercado, el cual la hace asequible a los agricultores.

Se lanzó la primera variedad de leguminosas, Stylosanthes capitata cv. Capica, para ser utilizada en las sabanas de suelos ácidos de Colombia.

81

Se piensa que los esfuerzos iniciales de producción de semilla se realizarán en la misma región donde se sembrarán las pasturas. Se cosechará semilla procedente de cultivos y como subproducto de los sistemas de pasturas. Debido al potencial relativamente alto de rendimiento de semilla de *S. capitata*

en comparación con otras leguminosas tropicales perennes, el futuro para la producción comercial es bueno. Sin embargo, las exigencias del mercado serán el determinante principal de la oferta comercial de semilla de Capica, las cuales reflejarán el grado de adopción por parte de los ganaderos.

Desarrollo de Tecnología para el Ecosistema de los Cerrados

El reto principal en los Cerrados (i.e., el ecosistema de sabanas isotérmicas bien drenadas) es identificar las especies y ecotipos de pasturas que se adapten bien a estos suelos ácidos e infértiles y que además

sean persistentes y resistentes a las enfermedades.

La principal localidad de investigación para este ecosistema es el CPAC en Brasilia, Brasil. En esta estación se selecciona el germoplasma para dos

Las asociaciones adecuadas de gramíneas y leguminosas brindan al animal una buena nutrición. El Desmodium ovalifolium es una leguminosa compatible con pastos agresivos del género Brachiaria (izquierda). La asociación de Stylosanthes capitata y Andropogon gayanus tiene un alto potencial de producción animal.



tipos de suelo: el latosol rojo oscuro y el latosol amarillo rojizo.

Evaluación del Germoplasma de Leguminosas

Desde 1978 se han evaluado unas 700 accesiones de 14 especies de *Stylosanthes* y 350 accesiones de otros géneros de leguminosas por su fenología, producción de materia seca, y tolerancia a las plagas y enfermedades en el ecosistema de los Cerrados. Actualmente, se han definido como especies claves para este ecosistema las siguientes: *C. brasiliense*, *C. macrocarpum*, *S. capitata*, *S. guianensis*, *S. macrocephala*, *S. viscosa*, y *Z. brasiliensis*.

La evaluación agronómica de las accesiones de

las leguminosas mas promisorias se inició en 1978-1979. Sólo cinco de las 145 leguminosas originalmente sembradas en ese entonces persistieron durante los 4 años del experimento. Estas fueron *S. capitata* CIAT 1019, 1078, y 1097, *S. guianensis* "tardío" CIAT 2243, y *S. macrocephala* CIAT 1582.

Durante 1981-1982, se inició una nueva serie de evaluaciones agronómicas de leguminosas bajo pastoreo, y se adaptó la tecnología para permitir un pastoreo a intervalos durante la estación seca y la lluviosa, utilizando dos cargas diferentes. Se sembraron ocho leguminosas en asociación con *A. gayanus* CIAT 621 cv. Planaltina. Estas fueron *S. macrocephala* CIAT 1582 y 10138 (testigos) y 2039 y 2053, *Z. latifolia* CIAT 728 (testigo), *Z. brasiliensis* CIAT 7485 y 8025 y *C. macrocarpum* CIAT 5065

El salivazo o cigarrihna (derecha) es el problema entomológico más importante para los pastos en el continente suramericano, especialmente en los Cerrados de Brasil (izquierda) y la región amazónica.



Operación manual de cosecha de leguminosas en parcelas de producción de semilla. Las investigaciones del CIAT y los programas nacionales colaboradores requieren multiplicación de semilla básica.

Evaluación del Germoplasma de Gramíneas

Después de cuatro estaciones, se terminó en 1981–1982 la evaluación de cinco gramíneas, la cual fue iniciada en 1978–1979. Los rendimientos de materia seca de *A. gayanus* CIAT 621 cv. Planaltina, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Panicum maximum* cv. Guinezhinho, *B. ruziziensis* y *B. humidicola* fueron 4725, 2954, 2428, 2262 y 1711 kg/ha, respectivamente. Esto demostró nuevamente la alta productividad de *Andropogon*, en el ecosistema de los Cerrados para el cual había sido lanzado.

Enfermedades e Insectos

Las especies de *Centrosema* presentan menor incidencia y menores niveles de enfermedades en los Cerrados que en los Llanos. Aún no se han identificado enfermedades importantes que los ataquen.

De las cuatro enfermedades que atacan las especies de *Stylosanthes* detectadas en el ecosistema de los Cerrados, la antracnosis es la más importante, especialmente en el caso de *S. capitata* y *S. guianensis*. Después de 2 años de evaluación, el 48% de las accesiones de *S. guianensis* "tardío" presentaron muy pocos síntomas de antracnosis, siendo CIAT 2243 la accesión más resistente. En contraste, esta misma accesión es muy susceptible a la antracnosis en el ecosistema de los Llanos.

De las cinco enfermedades detectadas en los Cerrados que atacan las especies de *Zornia*, la más importante es el complejo virus-hongo. La mayoría de las accesiones de las especies bifoliadas de *Zornia* que estaban en evaluación fueron afectadas entre moderada y severamente por esa enfermedad.

Continúa la investigación para mejorar la resistencia al ataque del mión, la plaga más importante en los pastos de los Cerrados. Hasta la fecha, *A. gayanus* ha demostrado resistencia a este insecto, mientras que la variedad susceptible *B. decumbens* sufre grandes pérdidas. Actualmente se está evaluando una variedad de germoplasma en diferentes ecosistemas en Brasil, Colombia, Ecuador, Panamá



y Perú. En agosto de 1983 se iniciará un trabajo cooperativo entre el CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuaria do Trópico Umido)/EMBRAPA, Brasil, y el CIAT para integrar esfuerzos en la solución de este problema.

Desarrollo de Pasturas

La fertilidad del suelo también es un limitante importante para el establecimiento de pasturas con base en leguminosas en los Cerrados. Aunque se puede disminuir la cantidad de fertilizante que se aplique, es necesario un nivel mínimo para obtener un establecimiento y una productividad razonables. Aunque se ha seleccionado nuevo material genético de pasturas por su habilidad de establecerse bien en las condiciones de bajos niveles de fósforo y altos niveles de acidez en los Cerrados —donde la agricultura comercial ha introducido niveles altos de fertilizantes— se debe tener en cuenta también la respuesta del germoplasma forrajero a niveles altos de fertilidad del suelo (Figura 4).

Se considera el uso de la roca fosfórica como una alternativa atractiva para el establecimiento de pasturas, especialmente porque se han identificado depósitos abundantes de roca fosfórica en varias partes de Brasil. Los resultados obtenidos con la roca fosfórica Araxa aplicada en dosis de 52 y 105 kg totales de P/ha demostraron que esta fuente natural es perfectamente comparable con niveles equiva-

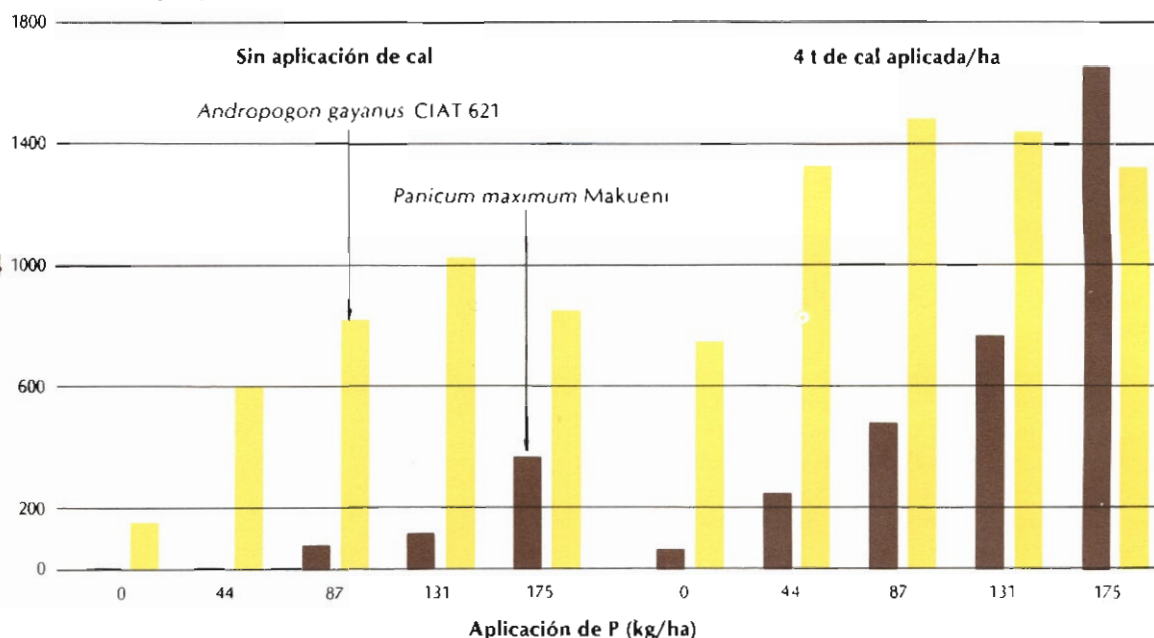


Figura 4. Respuesta del *Panicum maximum* Makueni (variedad comercial) y el *Andropogon gayanus* CIAT 621 a la fertilización con fósforo y cal. CIAT 621 mostró rendimientos significativamente más altos con y sin aplicaciones de cal a niveles bajos de aplicación de fósforo.

lentes de fósforo aplicados en la forma de superfosfato triple, especialmente cuando no se adiciona cal.

Los experimentos diseñados para determinar la respuesta de las especies de leguminosas promisorias a diferentes niveles de P y de cal dolomítica mostraron que todas las cinco leguminosas forrajeras evaluadas respondieron bien al fósforo aplicado, a pesar de haber sido seleccionadas para niveles bajos del mismo. Se encontró que la respuesta a las aplicaciones de cal fueron algo específicas a la especie. Sin embargo, se observó que en general, las leguminosas respondieron positivamente a aplicaciones de cal hasta de 120 kg/ha. Por encima de este nivel disminuyó el rendimiento de materia seca de la mayoría de las especies de leguminosas, lo cual señala la desventaja potencial de la aplicación de altos niveles de cal.

Evaluación de Pasturas

En 1982 continuó la evaluación de dos ensayos bajo pastoreo a gran escala con las asociaciones *A. gayanus*/*S. scabra* cv. Seca y *B. ruziziensis*/*Calopogonium muconoides*. Tal como se esperaba, los animales perdieron peso durante la larga estación seca en el caso de dos asociaciones. Sin embargo, debido a la mala salud de los animales, las ganancias de peso en pie durante la estación lluviosa fueron inferiores a las de años anteriores, arrojando un promedio de sólo 340 gramos/día.

En 1982 y por primera vez, se avanzaron a ensayos bajo pastoreo a gran escala, cuatro accesiones altamente promisorias y seleccionadas *in situ* de *Stylosanthes* (*S. capitata* CIAT 1019 y 1097, *S. guianensis* "tardío" CIAT 2243 y *S. macrocephala* CIAT 1582). Cada una se sembró en asociación con *A. gayanus*. *S. capitata* CIAT 1097 se sembró también en asociación con *B. ruziziensis* como testigo.



Animales fistulados en pruebas de preferencia relativa entre leguminosas. El CIAT está en el proceso de domesticación de materiales silvestres y evaluación de su potencial como nuevo germoplasma según las preferencias de pastoreo.

Utilización de Pasturas y Manejo del Hato

Se están evaluando los resultados obtenidos durante un período de 4 años de experimentos en los cuales se midieron los efectos del uso estratégico de pasturas mejoradas y del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo de las vacas de cría.

Los efectos más pronunciados del destete precoz se presentaron en el tratamiento en que se empleó una estación de apareamiento de 90 días en pasturas mejoradas. Después de 4 años, las vacas cuyos terneros habían sido retirados a los 3 meses de edad, tenían una tasa anual de nacimientos del 83%, el cual es un 26% más alto del obtenido con vacas cuyos terneros se destetaron a los 5 meses (66%).

Investigación Asociada sobre Mejoramiento de Pasturas

Mejoramiento de Forrajes

La estrategia de investigación del Programa se basa primordialmente en la variabilidad natural existente en multitud de géneros y especies existentes en el banco de germoplasma. Sin embargo, cuando se han identificado unos cuantos materiales altamente promisorios entre las miles de accesiones que entran a evaluaciones progresivamente más restringidas, a veces resulta deseable mejorar estos materiales a nivel de rasgos específicos, por medio de cruzamientos y selecciones.

Del estudio genético de *Andropogon gayanus* CIAT 621 se obtuvieron datos de un segundo año completo para cuantificar la magnitud de la variabi-

lidad genética en esta accesión, en relación con una serie de rasgos agronómicos. Los estimativos de heredabilidad para la mayoría de los rasgos son suficientemente grandes como para esperar tasas de respuesta a la selección de moderadas a altas.

El principal propósito del proyecto de mejoramiento de *Centrosema* es producir un tipo de *C. pubescens* con capacidad para crecer y persistir en Oxisoles en combinación con una gramínea bajo condiciones de pastoreo con una aplicación relativamente baja de fertilizante. En años recientes, la mayor parte del trabajo de mejoramiento de *Centrosema* se ha concentrado en seleccionar de entre sucesivas poblaciones resultantes de cruces entre

Al desarrollar soluciones para los problemas de fertilidad, se enfatizan sustitutos de bajo costo para los insumos comercialmente disponibles.

C. macrocarpum CIAT 5062 y *C. pubescens* CIAT 5052. Las líneas F_1 disponibles en la actualidad serán evaluadas en los ensayos regionales en ecosistemas de bosque.

El propósito de mejorar *Stylosanthes capitata* es combinar las mejores características (i.e., altos rendimientos en semilla y materia seca, y tolerancia a la antracnosis, al barrenador del tallo, a la sequía y al pastoreo) de los progenitores CIAT 1019, 1078 y 1097. Los resultados de la evaluación de las F_1 están siendo evaluados junto con las accesiones de mejor semilla.

En la red de ensayos regionales, *S. guianensis* "tardío" ha demostrado tener un potencial de rendimiento sobresaliente, especialmente en la estación seca. Sin embargo, la gran mayoría de *S. guianensis*, tanto los tipos "comunes" como los "tardíos", no sobrevivieron en Carimagua, donde la presión de la antracnosis es más intensa, debido a una historia más larga de cultivo de *S. guianensis* en esta área. Las accesiones que han persistido en Carimagua son aquellas de floración tardía y bajo rendimiento de semillas. El proyecto de mejoramiento de estas especies busca desarrollar genotipos persistentes con mejor resistencia a las enfermedades y a las plagas y con mayor rendimiento de semillas. El proyecto se orienta tanto al ecosistema de los Llanos como de los Cerrados. Ya hay disponible semilla F_2 de los cruces hechos en 1981. Se espera que las progenies F_2 proporcionen un rango extremadamente amplio de variación genética.

Rhizobium y la Tecnología del Nitrógeno

El año pasado se informó que el uso de suelos alterados para pre-seleccionar cepas de *Rhizobium* afecta el proceso de selección. Cuando el suelo es alterado, el nitrógeno es liberado por mineralización de la materia orgánica, y por lo tanto interfiere con la efectividad del *Rhizobium*. Los resultados de posteriores ensayos de selección de cepas en 1982 confirmaron que el método de los suelos inaltera-

dos se puede usar para seleccionar cepas de *Rhizobium* efectivas para suelos ácidos e infértiles, en presencia de una población nativa de cepas del mismo. Parece que las muestras inalteradas de suelos son más apropiadas para este propósito que las soluciones tradicionalmente usadas de nutrimentos y arena estéril, en las cuales resulta difícil simular las condiciones de estrés para el crecimiento de la planta y la fijación de nitrógeno, y donde no hay cepas nativas de *Rhizobium* que compitan con la cepa inoculada por los nódulos.

Con la inoculación de leguminosas con cepas seleccionadas de *Rhizobium* y con muestras inalte-

Rendimiento de la parte aérea (mg N/molde)

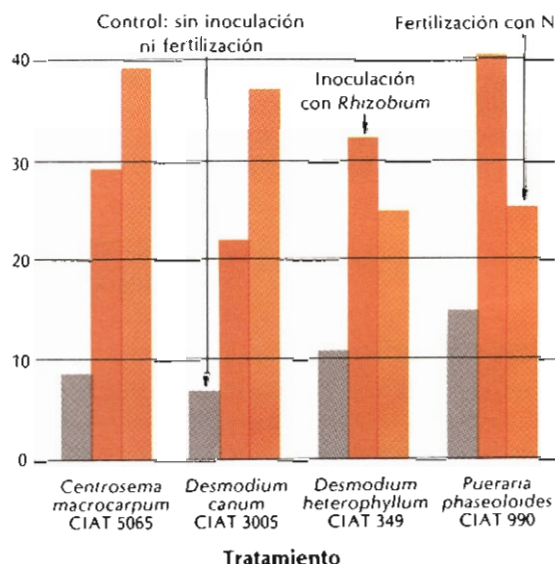


Figura 5. La inoculación de varias leguminosas con cepas de *Rhizobium* aumentó su capacidad de fijación de nitrógeno. Algunas accesiones incluso fijaron más nitrógeno con la inoculación que con la aplicación de N como fertilizante.

Los feldespatos de potasio son minerales nativos que presentan una interesante alternativa como fertilizantes dentro del concepto del CIAT de usar insumos de bajo costo para suelos ácidos e infértiles.

radas de suelos de Carimagua, los rendimientos en nitrógeno en la parte superior de *Centrosema* spp., *D. canum*, *D. heterophyllum* y *P. phaseoloides* fueron más del doble de los rendimientos de los testigos. Los incrementos debido a la inoculación en *D. ovalifolium* fueron menos notables; sin embargo, la respuesta de *D. ovalifolium* a la fertilización de nitrógeno fue considerable, sugiriendo que se deben seleccionar más ecotipos de esta leguminosa y más cepas de *Rhizobium* (Figura 5).

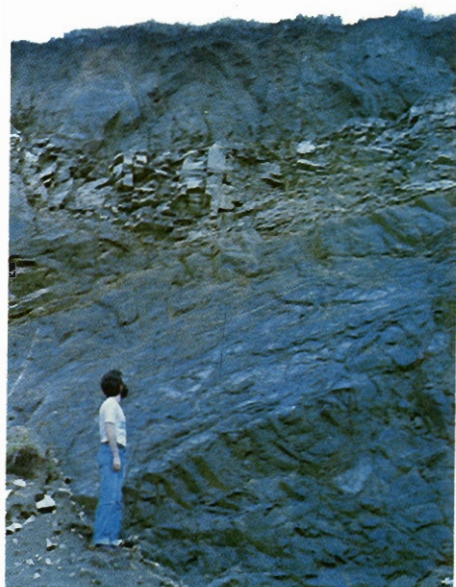
Ciertos experimentos de campo en Carimagua confirmaron que las cepas seleccionadas en muestras de suelos inalterados pueden también funcionar durante el establecimiento de pastos en el campo. Sin embargo, la respuesta a estas cepas es afectada por el tipo de suelos y el método de cultivo.

En un intento por aprovechar la nitrificación del suelo causada por su alteración, los estudios llevados a cabo en 1982 indican que la sabana nativa contiene una población inactiva de microorganismos nitrificantes que puede ser activada por la alteración del suelo; sin embargo, esta actividad no empieza inmediatamente —en algunos casos toma más de un mes— sino que puede continuar por más de un año después de la alteración inicial. El nitrógeno así producido podría proporcionar un impulso significativo al crecimiento de la planta, aun en el caso de que las plantas sean leguminosas.

Las respuestas a la inoculación y los niveles de mineralización del nitrógeno observados sugieren que hay un potencial considerable al manejar ambos procesos con el fin de aumentar el rendimiento del nitrógeno en pasturas o en combinaciones pastura-cultivo.

Fuentes Alternas de Potasio

La estrategia de bajos insumos adoptada por el Programa de Pastos Tropicales implica el uso de material vegetal adaptado a los problemas químicos del suelo, tales como la acidez y la baja fertilidad de éste. Para el establecimiento y manejo de la nueva



tecnología de pasturas, sin embargo, se debe aplicar cierta cantidad mínima de fertilizante. Los fertilizantes disponibles en el comercio son frecuentemente inapropiados para estos suelos debido a consideraciones económicas y agronómicas. Por lo tanto, para desarrollar soluciones a los problemas de fertilidad, el Programa pone especial interés en alternativas de menor costo que el de los insumos disponibles comercialmente.

En el caso del nitrógeno, se hace énfasis en el uso de pasturas con base en leguminosas, las cuales, a través de la fijación atmosférica, contribuyen con nitrógeno al sistema de pastura. En el caso del fósforo, el Programa considera la existencia de grandes depósitos de roca fosfórica en América Latina. Esta fuente de fósforo relativamente barata es altamente efectiva en los ecosistemas en que trabaja el Programa pues la acidez natural interactúa con la roca fosfórica liberando el fósforo en forma que la planta lo pueda absorber. Como se mencionó en informes anteriores, CIAT es sede de un proyecto especial del Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (IFDC), el cual se dedica al desarrollo de tecnología para el uso efectivo de roca fosfórica en el manejo de diversos cultivos, con especial énfasis en pastos tropicales.

Ahora, el CIAT informa que hay indicaciones de que el feldespato, uno de los constituyentes básicos de las rocas ígneas, podría ser para la fertilización en potasio lo que es la roca fosfórica para la fertilización en fósforo. Los depósitos de feldespatos son



El intercambio entre los graduados procedentes de programas nacionales y científicos del Programa de Pastos Tropicales es esencial para una efectiva transferencia de técnicas experimentales y de tecnología.

numerosos en la región, sólo en Colombia se han identificado más de 20. Hay una gran variabilidad en términos del contenido de potasio de estos depósitos de feldespatos, con un rango de 5-11% de potasio.

Experimentos preliminares con diversas rocas de feldespatos mostraron que la eficiencia agronómica del potasio derivado del feldespato puede reemplazar al potasio aplicado en forma de cloruro. Puesto que éste último es un fertilizante soluble de efecto residual limitado, las rocas feldespáticas podrían tener un mayor efecto residual. Sin embargo, se necesita considerable investigación adicional de campo, especialmente a largo plazo, para confirmar definitivamente la utilidad potencial de los feldespatos como fuentes de potasio para las pasturas mejoradas en los suelos ácidos e infértiles de América Latina.

Estudio de los Sistemas de Producción de Ganado en las Sabanas

En 1982 se concluyó la Fase I de la Evaluación Técnica y Económica de Sistemas de Producción de Ganado (ETES), una investigación de los sistemas utilizados en las sabanas de Brasil, Colombia y Venezuela. Este estudio fue posible mediante su financiación como proyecto especial por parte de la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica

(GTZ). El estudio concluyó que en los tres países investigados las sabanas dedicadas a la producción de ganado son altamente ácidas (pH 4 a 5) y deficientes en fósforo. La concentración de aluminio en los Llanos de Colombia es muy alta (80-90%), pero es mucho más baja en las otras regiones investigadas (25-35%). Esto último, y la bien desarrollada infraestructura de las regiones de sabana de Brasil y Venezuela, son en gran parte responsables por el hecho de que las pasturas mejoradas constituyan 30 y 20%, respectivamente, del área de sabana en estos dos países. Mientras que la composición de los rebaños en las tres áreas estudiadas fue similar, con énfasis en las operaciones de cría, se encontró que las prioridades asignadas a diferentes categorías de animales variaban de un país a otro. En todos los casos, no obstante, se encontró que, en promedio, el primer ternero no es concebido hasta que la vaca tiene unos tres años; de allí en adelante, la vida reproductiva de la vaca es muy corta. En general, se encontró que la productividad animal era muy baja, con ganancias medias de peso vivo entre 50 y 65 kg/animal y 12 y 32 kg/ha por año.

La investigación confirmó indicaciones anteriores de que el bajo valor nutricional del forraje es el principal problema para el incremento de la producción de ganado en estas regiones. Mientras que el déficit nutricional en las sabanas de Colombia y Venezuela se presentan a niveles similares a través de todo el año, en los Cerrados brasileños ocurre un déficit particularmente marcado durante la estación seca.

Contrariando expectativas anteriores, no se encontraron variaciones significativas en la producción biológica o económica de las fincas en Colombia que pudieran ser atribuidas a diferencias en las tecnologías en uso. Por otro lado, en Brasil y Venezuela, el uso de pasturas mejoradas junto con otros cultivos, ofrece una opción viable para la intensificación de la producción de ganado. De interés particular en el caso de estos dos países fue el hallazgo de que la rotación pasturas-cultivos puede contribuir significativamente al mejoramiento y

mantenimiento de la fertilidad del suelo, reduce los riesgos y aumenta la rentabilidad de la operación.

Evaluación de Pasturas Mejoradas

La Fase II del proyecto ETES ha sido diseñada para evaluar el efecto de introducir en la finca un cambio tecnológico a través del uso de pasturas mejoradas y la tecnología de producción asociada. Para esta evaluación se seleccionaron siete fincas en los Llanos colombianos y se establecieron pasturas mejoradas en 1979. Los resultados parciales de una finca representativa indican que, empezando a finales de 1979 cuando las nuevas pasturas pudieron ser usadas gradualmente, el número de vacas de cría había aumentado en más de un 20% para abril de 1982 y el peso vivo medio había aumentado de 250 a 300 kg/animal. La tasa de nacimiento había aumentado en cerca de un 7% con una correspondiente reducción en los intervalos entre partos; los pesos medios del ternero al destete habían aumentado en 20 kg/ternero. Un análisis preliminar de la rentabilidad marginal de esta operación sugiere retornos significativamente más altos en comparación con la operación tradicional.

Un experimento a 4 años sobre el manejo de rebaños de cría se concluyó en 1982, el cual proporcionó clara evidencia de la importancia de las pasturas mejoradas en la recuperación de peso de las vacas lactantes para permitirles una reconcepción exitosa. Otros experimentos a largo plazo están en marcha con rebaños de bovinos en asociaciones promisorias como *A. gayanus*/*P. phaseoloides* y *B. humidicola*/*D. ovalifolium*; sus resultados serán informados en el futuro cercano.

Salud Animal

Dos problemas sanitarios principales están asociados con la intensificación de la producción animal en las sabanas de América tropical; la incidencia de garrapatas y la fotosensibilización.

Un recuento de garrapatas en animales en pastoreo en pastos y sabanas sembrados ha demostrado que el incremento en las tasas de carga está asociado con niveles más altos de infestación de garrapatas; sin embargo, existen diferencias entre pastos mejorados con relación a la población de larvas. Un pasto alto como el *A. gayanus* hospeda menos larvas y los animales son menos afectados por las garrapatas que con *B. decumbens*. Parece que habrá que diseñar esquemas preventivos, considerando factores tales como especies de forraje y manejo.

La fotosensibilización, un síndrome que produce grandes pérdidas de peso y eventualmente la muerte, ocurre en animales que pastan *B. decumbens*. Una investigación hecha en la región del piedemonte de los Llanos de Colombia mostró que la enfermedad se presentó en 40 de las 50 fincas muestreadas, afectando a un 5% de la población animal y causando la muerte en 30% de los casos reportados. En Quilichao, los experimentos evidenciaron que las esporas producidas por el hongo saprofítico *Phytomyces chartarum* fueron el agente causal de la enfermedad. También se estableció que la presencia subclínica de la enfermedad puede ser detectada por un simple examen de sangre y que la aplicación de zinc como fertilizante de las pasturas puede disminuir la incidencia de la enfermedad en el animal.

Actividades Internacionales

Red de Evaluación de Pastos Tropicales

La Red Internacional para la Evaluación de Pastos

Tropicales (RIEPT) es manejada por el Programa de Pastos Tropicales en estrecha colaboración con instituciones nacionales. Se concluyeron cuatro tipos de ensayos regionales. Los tipos A y B se refieren a



Los ensayos regionales C y D han sido establecidos en diferentes localidades dentro de la red internacional de pastos tropicales. Por ejemplo, el INIPA, está llevando a cabo ensayos bajo pastoreo en Yurimaguas, Perú.

ensayos agronómicos en los cuales los materiales de germoplasma son evaluados por su adaptación al clima, suelo, plagas y enfermedades. La principal diferencia entre los Tipos A y B es que en el primero se evalúan gran número de accesiones en unos cuantos sitios representativos dentro de cada uno de los ecosistemas de interés, mientras que en el segundo las mejores selecciones son evaluadas en tantos sitios como sea posible dentro de cada ecosistema.

Los ensayos regionales del tipo C evalúan en lotes pequeños la persistencia de asociaciones de leguminosas/pastos seleccionadas bajo pastoreo intensivo. El objetivo de los ensayos regionales de tipo D es evaluar la producción y la productividad de dos o tres de las mejores pasturas de los ensayos de tipo C en términos de ganancia de peso vivo y producción de leche.

A fines de 1982 había 12 ensayos regionales tipo A y 36 tipo B en los cinco ecosistemas de interés para el Programa. Los primeros ensayos regionales de tipo C y D han sido programados en Brasil, Ecuador y Panamá a mediados de 1983.

Hay disponible un acervo de información sobre el desempeño de numerosas accesiones de germoplasma. A medida que se obtiene la información, ésta es alimentada al proceso de investigación.

En los ensayos regionales de 1982 en los ecosis-

temas de bosques tropicales se confirmaron anteriores indicaciones de que muchas accesiones de gramíneas y leguminosas que se habían desempeñado bien en los ecosistemas de sabana también producían bien en los ecosistemas de bosques tropicales. Se identificaron como accesiones particularmente promisorias para los bosques tropicales, entre las gramíneas *A. gayanus* CIAT 6054, 6053 y 621 y entre las leguminosas, *C. macrocarpum* CIAT 5065, *C. pubescens* CIAT 438 y *S. guianensis* CIAT 136 y 184.

Desarrollo de los Recursos Humanos

Una colaboración mutua entre las instituciones nacionales de investigación agrícola y el CIAT es necesaria para la validación y difusión de la tecnología desarrollada para los pastos tropicales.

Durante el período 1970–1982, un total de 467 profesionales de 18 países en América tropical han concluido entrenamiento intensivo en la producción de pastos tropicales. En 1982, 43 profesionales de 12 países participaron en entrenamiento en el CIAT.

La mayoría de estas personas continúa trabajando con el CIAT a través de la Red de Evaluación de Pastos Tropicales y la Red de Ensayos Regionales.

La segunda reunión del RIEPT se celebró en septiembre con 52 participantes; además se llevó a cabo



El ordeño de vacas de doble propósito tiene implicaciones en la economía de la finca y en la nutrición de la familia del pequeño agricultor.

una reunión de trabajo con 25 participantes sobre metodologías para la evaluación de germoplasma. En la primera reunión, fueron analizados los avances y resultados de los ensayos regionales A y B, y en la segunda se discutieron las metodologías para los ensayos regionales del tipo C.

El Boletín de Pastos Tropicales, que se publica trimestralmente, circula a 900 lectores y los Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales tienen 600 suscriptores.

Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados

- Ashby, J. A. 1982a. Farmer field preparation and tillage practices: implications for fertilizer testing and evaluation. *Soil and Tillage Research* Vol 2.
- . 1982b. Research in Latin America is uncovering an inexpensive source of phosphorus fertilizer. *IDRC Reports* 10(4):18-19.
- . 1982c. Strengths of anthropology and related social sciences. En: *The role of anthropologists and other social scientists in interdisciplinary teams developing improved food production technology*. IIRRI, Los Baños, Filipinas.
- . 1982d. Technology and ecology: implications for innovation research in peasant agriculture. *Rural Sociology* 47(2):15-20.
- , y Pachico, D. H. 1982. Coordinating planning and implementation for growth and equity objectives in rural development agencies: a case study from Colombia. *International Association of Agricultural Economists. Trabajo Ocasional* No. 3.
- Ayarza, M. A. y Salinas, J. G. 1982. Estudio comparativo de la tolerancia al aluminio en tres leguminosas forrajeras. *Suelos Ecuatoriales* 12(1):110-126.
- Aycardi, E.; García, O.; Henao, F.; y Torres, B. 1982. Fotosensibilidad experimental en bovinos en un área tropical utilizando el hongo *Pythomyces chartarum*. *Revista Acovez* 6(22):23-24.
- Ferguson, J. E. 1982. Perspectivas da produção de sementes de *Andropogon gayanus*. *Revista Brasileira de Sementes* 3(1):175-193.
- , Thomas, D., de Andrade, R. P., Sousa Costa, N. M., y Jutzi, S. 1982. Seed-production potentials of eight tropical pasture species in regions of Latin America. *Memorias del 14o Congreso Internacional de Pastos*, Lexington, Kentucky, 1981.
- Grof, B. 1982a. Breeding *Centrosema pubescens* in Tropical South America. *Tropical Grasslands* 16(2):81-83.
- . 1982b. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume-grass associations. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 59(1):33-37.
- Hammond, L. L. y Leon, L. A. 1982. Effectiveness of seven phosphorus sources during the 5 years following application to an acid Colombian Oxisol. Trabajo presentado en la Reunión Anual de la ASA, Anaheim, California. Noviembre 1982.
- , y Restrepo, L. G. 1982. Efecto residual de las aplicaciones de 7 fuentes de fósforo sobre el rendimiento de *Brachiaria decumbens* en un Oxisol de Carimagua. *Suelos Ecuatoriales* 12(2):196-206.
- Hutton, E. M. 1982. Interrelation of Ca and Al in adaptation of *Leucaena* to very acid soils. *Leucaena Research Reports* 3:9-11.
- , y Tabarez, Z.-E. 1982. *Leucaena esculenta* and *L. trichodes* some similarities and differences. *Leucaena Research Reports* 3:12-13.
- Irving, J. G.; Cameron, D. F.; y Lenné, J. M. Responses of *Sivlosanthes* to anthracnose. En: *The biology and agronomy of Sivlosanthes*. CSIRO. Davies Laboratory Workshop.

- Leite, G. G. y Couto, W. 1982. Adubação para estabelecimento e manutenção de pastagens nos cerrados. En: Vilela, H.; Pires, J. A. de A.; Silvestre, J. R. A.; Nuñez, W. da S. (eds.), Encontro sobre formação e manejo de pastagens em áreas de cerrados. Uberlândia, Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural.
- Lenné, J. M. 1982. Control of anthracnose in the tropical pasture legume *Stylosanthes capitata* by burning. *Tropical Pest Management* 28(3):223-227.
- ; Calderón, M. A.; y Grof, B. 1982. Disease and pest problems of *Stylosanthes*. En: The biology and agronomy of *Stylosanthes*. CSIRO, Davies Laboratory Workshop.
- y Sonoda, R. M. 1982. Effect of anthracnose on yield of the tropical forage legume, *Stylosanthes hamata*. *Phytopathology* 72(2):207-209.
- y Vargas de Alvarez, A. 1982. Seedling rot of *Leucaena* caused by *Fusarium* sp. *Leucaena Research Reports* 3:14-16.
- Leon, L. A.; Fenster, W. E.; y Hammond, L. L. 1982. Alternatives for phosphorus fertilizer management in establishing improved forage grasses on acid Colombian soils. Trabajo presentado en la Reunión Anual de la ASA, Anaheim, California, Noviembre 1982.
- Miles, J. W. 1982a. Effect of age at initiation of short-day treatment on earliness to flower in three *Stylosanthes guianensis* genotypes. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 22:83-87.
- . 1982b. Rapid vegetative propagation of *Stylosanthes guianensis*. *Tropical Grasslands* 16:100-103.
- Montes, G.; Hammond, L. L.; y León, L. A. 1982. Efecto inicial y residual de dos fuentes de fósforo en los rendimientos de maíz (*Zea mays*) y caupí (*Vigna unguiculata*) en un suelo de CIAT-Quilichao deficiente en P. *Suelos Ecuatoriales* 12(1):5-13.
- Rivas, L. 1982. Evaluación del inventario vacuno de Colombia y su interacción con los precios 1951-1980. *Revista de Planeación y Desarrollo* 14(3):19-206.
- Salati, E. y Sylvester-Bradley, R. 1982. Regional gains and losses of nitrogen in the Amazon Basin. *Plant and Soil* 67:367-376.
- Salinas, J. G. 1982a. La acidez del suelo y prácticas de encalado. Trabajo presentado en el Curso de Conservación y Manejo de Suelos, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- . 1982b. El potasio en la fertilidad de los suelos tropicales. Trabajo presentado en el Curso Internacional de Fertilidad de Suelos Tropicales, CATIE, Turrialba, Costa Rica, febrero 1982.
- y Gualdrón, R. 1982. Adaptación y requerimientos de fertilización de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Trabajo presentado en el 6o Simposio sobre el Cerrado, Brasilia, Brasil, 4-8 octubre, 1982.
- Schultze-Kraft, R. 1982. Collection of germplasm of native forage legumes in Thailand and Peninsular Malasia. Carta del Comité Regional del IBPGR para Asia Suroriental 6(3):4-7.
- ; Reid, R.; Williams, R. J.; y Coradin, L. 1982. The existing *Stylosanthes* collections. En: The biology and agronomy of *Stylosanthes*. CSIRO, Davies Laboratory Workshop.
- Sumberg, J. E. and Miles, J. W. 1982. Genetic relations among five lines of *Stylosanthes guianensis*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 22:288-292.
- Sylvester-Bradley, R.; Asakawa, N.; La Torrica, S.; Magalhaes, F. M. M.; Oliveira, L. A.; y Pereira, R. M. 1982. Levantamiento quantitativo de microorganismos solubilizadores de fosfatos en la rizosfera de gramíneas e leguminosas forrajeras en Amazonia. *Acta Amazônica* 12(1):15-22.
- Tergas, L. E.; Ramirez, A.; Urrea, G. A.; Guzmán, S.; y Castilla, C. 1982. Productividad animal potencial y manejo de praderas en un Ultisol de Colombia. *Producción Animal Tropical* 7:1-8.
- ; Paladines, O.; y Kleinheisterkamp, I. 1982a. Productividad animal y manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf en los llanos colombianos. *Producción Animal Tropical* 7:260-271.
- ; ———; y ———. 1982b. Productividad animal y manejo de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Trabajo presentado en el 6o Simposio sobre el Cerrado, Brasilia, Brasil, 4-8 octubre, 1982.
- ; Ramirez, A.; Urrea, G. A.; Guzmán, S.; y Castilla, C. 1982. Productividad animal potencial y manejo de praderas en un Ultisol de Colombia. *Producción Animal Tropical* 7:1-8.
- Thomas, D.; Moore, C. P.; Couto, W.; Andrade, R. P. de; Rocha, C. M. C. da; y Gomes, D. T. 1982. Development of a pasture research program for the tropical savanna region of Brazil. *Memorias del 14o Congreso Internacional de Pastos*, Lexington, Kentucky, 1981.
- Williams, R. J.; Reid, R.; Schultze-Kraft, R.; y Sousa Costa, N. M. 1982. Natural distribution of *Stylosanthes*. En: The biology and agronomy of *Stylosanthes*. CSIRO, Davies Laboratory Workshop.

La Unidad de Semillas colabora con las empresas nacionales para aumentar el uso de semillas de buena calidad de variedades mejoradas

94 El cuarto año de operaciones de la Unidad de Semillas ha tenido el más alto nivel de actividad hasta la fecha. Los objetivos de la Unidad continúan siendo trabajar en América Latina y el Caribe para:

- Aumentar el número y el nivel de los tecnólogos de semillas;
- Fortalecer los programas de semillas y las empresas semillistas por medio de la colaboración técnica;
- Estimular la producción de semillas en los trópicos y fomentar el uso de las variedades e híbridos más promisorios;
- A través de la investigación, ayudar a resolver los problemas que limitan la producción y distribución;
- Diseminar información sobre actividades semillistas, avances en tecnologías de semillas y disponibilidad de materiales promisorios.

La Unidad apoya los Programas de Investigación del CIAT e igualmente asiste en las actividades orientadas al desarrollo de programas y empresas nacionales de semillas.

Mayor Competencia de los Tecnólogos de Semillas

La prioridad de la Unidad de Semillas continúa siendo incrementar el número y el nivel de los tecnólogos de semillas a través de cursos multidisciplinarios y avanzados, capacitación en servicio, programas para tesis de Maestría, capacitación en los países, y talleres. Desde 1978, la oferta anual de cursos ha aumentado progresivamente (Figura 1).

En 1982 se llevaron a cabo en el CIAT dos cursos básicos, multidisciplinarios, a nivel de posgrado, en Tecnología de Semillas, los cuales cubrieron aspectos de producción, acondicionamiento, control de calidad a nivel de campo y de laboratorio, y mercado de semillas, junto con foros sobre el desarrollo y manejo de programas y empresas semillistas. Para propósitos de enseñanza, los principales cultivos fueron frijol, arroz, pastos tropicales, maíz y sorgo.

El primer curso avanzado en Acondicionamiento de Semillas se llevó a cabo en 1982, el cual trató acerca del secado, acondicionamiento y almacenamiento de semillas, y fue dirigido a gerentes de plantas. Los 29 participantes de 13 países dedicaron parte de las 4 semanas a un análisis de siete plantas de acondicionamiento ubicadas en Tolima, Colombia. Sus análisis fueron presentados a los gerentes de las empresas semillistas y se espera que los participantes hagan aplicaciones similares en sus propias plantas.

Se llevaron a cabo dos talleres sobre necesidades prioritarias para el desarrollo de semillas. En el primero, Estrategias para la Capacitación en Tecnología de Semillas, 49 participantes de universidades y

Participantes (no.)

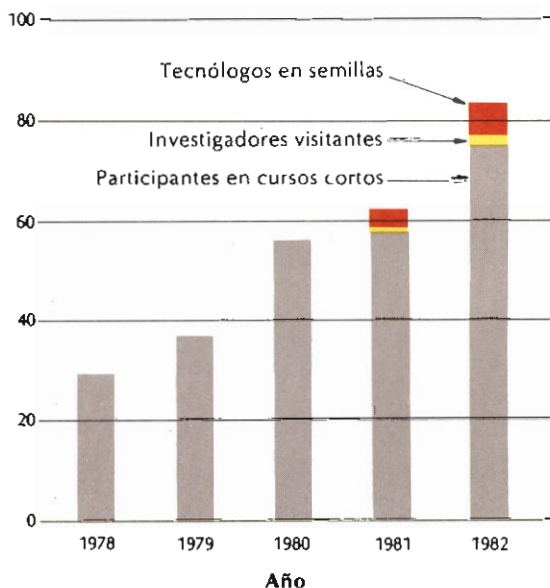


Figura 1. Número de participantes en los cursos de capacitación brindados por la Unidad de Semillas de 1978 a 1982.

*La Unidad de Semillas
realiza análisis de pureza para
proporcionar semillas de la mejor calidad
a los programas nacionales y las empresas
comerciales.*

programas nacionales de capacitación se concentraron en identificar las necesidades nacionales de sus países, compartiendo información sobre metodologías y materiales y diseñando módulos para la enseñanza. En el segundo, Semilla Mejorada para Pequeños Agricultores, el primero en su tipo, 65 participantes enfocaron los mecanismos para ayudar a los pequeños agricultores a mejorar la calidad de sus semillas, la promoción de las variedades mejoradas mediante una tecnología apropiada y la transferencia de los resultados al pequeño agricultor, y los sistemas para incrementar el uso de semillas mejoradas por parte de éste. Los pequeños agricultores podrían conservar mejor sus propias semillas de arroz, frijol, yuca, maíz, sorgo y papa, y los participantes contribuyeron con sugerencias prácticas. La evaluación de variedades a nivel de fincas fue enfatizada como un medio para ayudar a que los materiales aceptables para los agricultores sean introducidos en los planes de desarrollo regional. Debido a los problemas logísticos de llegar a los pequeños agricultores, también se hizo hincapié en la necesidad de programas para producción de semillas entre pequeños agricultores.

La Unidad de Semillas también asistió en la capacitación en servicio de los tres estudiantes de producción de semillas del Programa de Frijol, y en la actualidad dos candidatos a Maestría están terminando su investigación en el CIAT sobre la descripción varietal de arroz y frijol, después de completar sus cursos en la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Federal de Pelotas, Brasil.

La Unidad de Semillas colaboró con 59 instituciones nacionales y empresas semillistas en 27 países en 1982 (Cuadro 1), mediante sus actividades de capacitación.

Por muchos años, la FAO y la Universidad Estatal de Mississippi han asistido en los cursos de entrenamiento en los países. Aunque la mayor ventaja comparativa de la Unidad de Semillas es la capacitación regional en el CIAT, los países están solicitando individualmente diversas clases de ayuda en sus programas nacionales de capacitación. Por



95

ejemplo, la Unidad de Semillas cooperó con ICA, ACOSEMILLAS y CRESEMILLAS en cursos en Colombia en 1980 y 1981; y estas organizaciones colombianas hicieron su propia capacitación en 1982. Durante el mismo año la Unidad de Semillas colaboró con los cursos de Tecnología de Semillas llevados a cabo en Cuba y Panamá. Con anterioridad, ambos países habían enviado estudiantes al CIAT, principalmente, para ser preparados para posteriormente organizar sus propios cursos. Además, se prestó asistencia en un curso regional de prueba de semillas en Costa Rica el cual fue copatrocinado por la Asociación Internacional de Ensayo de Semillas y la Universidad de Costa Rica.

Se espera que mayor número de países desarrollen planes integrales de capacitación en semillas y los incorporen a sus programas nacionales. A medida que esto sucede, la Unidad de Semillas proporcionará la clase de asistencia deseada, desde ayuda en la recopilación de materiales de enseñanza hasta organización y conducción de cursos en cooperación con dirigentes nacionales. La Unidad también coopera con otras agencias internacionales y bilaterales interesadas en la capacitación en semillas a nivel nacional.

Colaboración Técnica en Apoyo al Fomento de Semillas

La colaboración técnica con programas nacionales se ha concentrado en seguimiento de ex-estudiantes, revisión de políticas y estrategias alternas con

Cuadro 1. Instituciones nacionales y empresas semillistas que participaron en los cursos de capacitación de la Unidad de Semillas durante 1982.

País	Participantes (no.)	Institución/empresa	País	Participantes (no.)	Institución/empresa
América Latina y el Caribe					
Argentina	2	Universidad Nacional de Córdoba; Universidad Nacional de Buenos Aires.	El Salvador	1	Instituto Salvadoreño de Investigación Agropecuaria (ISIAP).
Belice	2	Departamento de Agricultura.	Guatemala	2	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA); Universidad de San Carlos.
Bolivia	5	CIAT Bolivia; Empresa de Semillas SEFO; Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA); Ministerio de Asuntos Campesinos y Agrarios.	Guyana	2	Ministerio de Agricultura; Guyana Rice Board.
Brasil	12	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA); Universidad de Pelotas; Delegación Federal de Agricultura Bahía; Cooperativa Regional Triticola; Associação Goiana dos Produtores de Sementes (AGROSEM); Sementes Agroceres; Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI); Máquina Vitoria; Instituto de Zootecnia.	Honduras	3	Ministerio de Recursos Naturales.
Colombia	12	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Federación Nacional de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ); Procesadora Agrícola Colombiana (PROACOL); Universidad del Valle; Instituto Politécnico; Universidad Nacional de Colombia.	Jamaica	2	Ministerio de Agricultura.
Costa Rica	5	Consejo Nacional de Producción; Comisión Nacional de Semillas; Centro para la Investigación en Granos y Semillas (CIGRAS).	México	1	Escuela de Posgraduados de Chapingo.
República Dominicana	6	Secretaría de Estado de Agricultura; Productora de Semillas; Centro de Investigaciones Arroceras (CEIDA).	Nicaragua	4	Empresa Procesadora de Semillas (EMPROSEM); Comité Nacional de Semillas; Universidad Nacional Autónoma.
Ecuador	4	Compañía Mixta de Semillas; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); Programa Nacional de Semillas.	Panamá	2	Comite Nacional de Semillas; Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).
			Paraguay	1	AGRIEX Sucursal Paraguay.
			Perú	2	Ministerio de Agricultura; Universidad Nacional de San Cristóbal.
			Surinam	1	Ministerio de Agricultura.
			Trinidad y Tobago	5	Ministerio de Agricultura; Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI); University of West Indies.
			Uruguay	1	Cooperativa Agropecuaria La Dolores.
			Venezuela	2	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP); Productora de Semillas Portuguesa.
			África		
			Kenia	1	National Seed Quality Control Service.
			Egipto	2	Crop Research Institute.
			Asia		
			Nepal	1	Agricultural Inputs Corporation.
			Turquía	1	Ministerio de Agricultura.
			Tailandia	1	Ministerio de Agricultura.

programas y empresas semillistas nacionales, promoviendo con las universidades planes de entrenamiento a largo plazo y ayuda a grupos subregionales y centros internacionales similares al CIAT. Más y más países están mostrando interés en dar un enfoque semillista a sus programas, y los ex-estudiantes comienzan a influenciar los programas nacionales de semillas.

El enfoque subregional de la Unidad se dirige a Centroamérica y la región Andina. La cooperación con Centroamérica y con el Comité Técnico de Semillas ha resultado en dos conjuntos de pautas regionales, uno de ellos sobre la descripción varietal (publicado por el CIAT) y el otro sobre manejo de semillas posterior a la cosecha (en preparación). Con el IICA (Instituto Interamericano para la Co-

peración Agrícola), el Comité Consultivo Regional de Semillas está desarrollando un plan sobre necesidades de entrenamiento en semillas para América Central. La reunión respectiva del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), en 1982, generó 25 trabajos y considerable participación en la reunión correspondiente a semillas. Además, en cooperación con la Junta del Acuerdo Subregional Andino (JUNAC) se están desarrollando planes de trabajo conjunto en varias actividades semillistas. Se ha elaborado una propuesta de colaboración con el Centro para el Estudio y Capacitación en Tecnología de Semillas en Pelotas, Brasil, para la capacitación, intercambio de científicos y desarrollo de materiales de enseñanza.

El Comité de Enlace en Semillas, compuesto por representantes de CIGRAS (Centro de Investigación en Granos y Semillas), CIMMYT, CIP, ICRISAT, IICA, la Universidad Estatal de Mississippi y organizaciones nacionales en la región, se reunió y continuó trabajando para mejorar sus esfuerzos de desarrollo y capacitación de semillas. El CIMMYT patrocinó tres candidatos en el pasado curso en el CIAT y se está planeando la participación del personal principal de la Unidad de Semillas en un programa de capacitación a realizarse en el CIMMYT.

Producción y Distribución de Semillas

La producción de semillas incluye su cultivo, secado, acondicionamiento, almacenamiento, control de calidad y distribución. Se ha establecido un fondo rotatorio para cubrir los gastos y recibir ingresos de estas actividades, con el objetivo de autofinanciar la producción de semillas del CIAT. El cultivo se coordina con la Unidad de Operaciones de las Estaciones en Palmira o Quilichao y se lleva a cabo en terrenos del CIAT utilizados por la Unidad para entrenamiento o por los Programas de Investigación; en el caso de una variedad de frijol, con agricultores particulares. En el Cuadro 2 se describe la semilla producida y vendida en 1982. La restante

se almacena para pedidos futuros. Además, se sembraron 10 ha de leguminosas tropicales (especies de *Centrosema*, *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides* y varias líneas de *Stylosanthes capitata*) a solicitud del Programa de Pastos Tropicales. Se incrementó la cantidad de semilla mejorada de maíz y sorgo y se mantuvo provisión para atender pedidos del público.

Se mejoraron las facilidades para el secado y acondicionamiento de semillas, y la unidad de secado en bolsas empezó sus operaciones en 1982. En 1982 se construyeron dos separadores por fricción, uno de tamaño comercial y una unidad de laboratorio, especialmente útiles para separar las semillas de epidermis áspera de las de epidermis suave así como las partículas de tierra adheridas a las semillas.

El laboratorio de pruebas de semillas continúa mejorando y ofrece servicio a los programas de investigación para evaluaciones de calidad de las semillas. Se prepararon muestras para uniformar un método de soplado para *Panicum maximum* y *Brachiaria decumbens*. Estas muestras han sido ofrecidas a laboratorios claves en América Latina y facilitarán las evaluaciones de pureza de las semillas de estas especies. El control interno de calidad de la semilla producida en la unidad es coordinado por el jefe del laboratorio. Se ha instituido un sistema regular de inspecciones de campo y de pruebas de muestras.

Avances en la Tecnología de Semillas Mediante la Comunicación

El Boletín Informativo de la Unidad de Semillas se envió en 1982 a un total de 1500 organizaciones y personas interesadas. Por este medio la Unidad proporciona a los tecnólogos semillistas información sobre sus actividades y logros en la región. Se han identificado personas en determinados países quienes aporten información de interés sobre su área. Se ha continuado el trabajo iniciado en 1982 con tres nuevas unidades audiotutoriales sobre evaluación de la calidad de las semillas.

Cuadro 2. Cantidad de semillas producidas y distribuidas por la Unidad de Semillas durante 1982.

Variedades y país receptor de semillas	Cantidad producida (kg) ^a	Cantidad vendida (kg) ^b
Frijol	14,126 ^c	4,146
Argentina		
BAT 58, BAT 271, BAT 304,		
A 211, A 231, A 235, DOR 41		
Colombia		
ICA-Llanogrande		
Costa Rica		
Chorotega, Huetar, BAT 41,		
BAT 76, BAT 304		
Honduras		
Copan		
Arroz	108,650 ^d	59,450
Colombia		
CICA 7, CICA 8, CICA 9,		
CICA 4, IR 22, Oryzica 1		
Pastos	3,209 ^e	1,525
Venezuela		
<i>Andropogon gayanus</i>		
Perú		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	110	83

a. Peso de semillas sin limpiar y con humedad.

b. Semilla limpia y seca con un 12% de humedad.

c. Incluye 6,500 kg programados para Argentina.

d. Incluye 24,800 kg para el ICA y 4,000 kg programados para Panamá.

e. Incluye 2,796 kg acondicionados y 413 kg sin acondicionar.

Con el apoyo financiero de la Fundación Rockefeller se publicó una edición en español del libro *Programas de Semillas: Guía de Planeación y Manejo*

cultura (IADS) para fomentar el desarrollo y la capacitación en semillas. Igualmente, se inició en 1982 la

producción del manual *Metodología para Obtener Semillas de Calidad—Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo* y están en preparación las memorias de los cuatro talleres en el CIAT.

Investigación y Desarrollo en Tecnología de Producción y Problemas de Distribución

En la actualidad se están llevando a cabo proyectos de investigación para tesis sobre la interacción ambiente-variedad, los cuales ayudarán a definir características descriptivas de variedades de arroz y frijol. Además, se inició en la Unidad un estudio del daño causado por la operación mecánica en el acondicionamiento de semillas.

Muchos especialistas y organizaciones, tanto dentro como fuera de Latinoamérica y el Caribe, han contribuido a los cursos, talleres y al logro de los objetivos de la Unidad. Entre ellos están el ICA de Colombia, EMBRAPA de Brasil, varias empresas semillistas y la Universidad Estatal de Mississippi con asistencia de USAID. Se hace especial reconocimiento también a la Cooperación Suiza para el Desarrollo (SDC) que financió la mayoría de estas actividades e hizo que la Unidad de Semillas fuera una realidad, gracias a un acuerdo para sostener este proyecto a 5 años a partir de 1979.

Aunque todavía falta mucho por hacer, la Unidad de Semillas está en una excelente posición para cooperar con los programas de investigación, institutos nacionales e internacionales, y con asociaciones y empresas semillistas y continuar jugando un papel catalizador en el incremento del uso de buenas semillas de las mejores variedades de la región.

MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING



PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION
MUNICATI
PACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION
MUNICATION TRAINING AND COMMUNICATION TRAINING
CAPACITACION CIENTIFICA Y COMUNICACION CAPACITACION

Como centro de investigación y de capacitación, el CIAT involucra un amplio componente educacional que complementa tanto la generación de tecnología y su transferencia como el desarrollo de los recursos humanos.

Capacitación Científica y Conferencias

El desarrollo de los recursos humanos a través de cursos intensivos en grupos y el internado individual siguen siendo los recursos principales por medio de los cuales el CIAT colabora con los programas nacionales para incrementar su capacidad de investigación en apoyo a los productos básicos materia de investigación en el CIAT.

Esta capacitación a nivel de posgrado sigue los siguientes esquemas:

- Cursos intensivos de investigación sobre los productos con que trabaja el CIAT.
- Especialización en las diferentes disciplinas de los cuatro productos que se investigan en el CIAT.
- Tesis de maestría y doctorado.

En 1982, 237 profesionales de 33 países recibieron capacitación en el CIAT (Cuadro 1). La duración de las estadias varió de 1 a 12 meses, con un promedio de 3.5 meses.

Como reflejo de las estrechas relaciones de trabajo del CIAT con las instituciones colaboradoras en América Latina y el Caribe, y por razones de proximidad, el 90% de los participantes procedió de esta región. El número de participantes por países aparece en la Figura 1.

Aproximadamente las tres cuartas partes de los participantes recibieron capacitación no relacionada con programas de grado. En su mayoría estas personas tomaron parte en alguno de los nueve cursos de 4 a 12 semanas de duración ofrecidos por el CIAT en 1982. Siguiendo una práctica que ha mostrado sus beneficios en los últimos años, después de completar su participación en los cursos

cortos, cerca de un tercio de los participantes ingresó a especializaciones individuales de 3 a 6 meses de duración.

El número total de profesionales que ha recibido capacitación en el CIAT desde 1970 supera ahora los 2300. Naturalmente, se han presentado algunas bajas en las instituciones nacionales entre los profesionales capacitados en el CIAT. No obstante, éste sostiene que hay disponible un gran número de científicos capacitados y que, en el futuro, se puede hacer mayor énfasis en una capacitación de mayor duración especialmente con propósitos de posgrado, para así ayudar a las instituciones nacionales en sus esfuerzos por elevar aún más el nivel científico de su personal. Con tal objetivo, el CIAT ofreció oportunidades de investigación para tesis de maestría a 23 estudiantes en 1982. Además, 14 estudiantes hicieron investigación para tesis de doctorado en el CIAT, en su mayor parte procedentes de países desarrollados donde hacen estudios en universidades con las cuales el CIAT colabora.

Complementando el lanzamiento de nuevas variedades en algunos países colaboradores, en 1982 el CIAT aumentó sus esfuerzos para apoyar cursos en los respectivos países en la producción de los cultivos con los cuales trabaja. Es común que con estos cursos los países intenten ayudar a cerrar la brecha entre la investigación y la extensión y que por lo tanto estén enfocados al personal de las respectivas organizaciones. Los cursos están organizados y dirigidos por los programas nacionales colaboradores. La función del CIAT es ofrecer asistencia técnica y organizativa hasta el momento en que los programas estén en posición de continuar los cursos por sí mismos. En 1982, el CIAT colaboró en 14 cursos de instituciones nacionales (ocho en frijol, dos en arroz, dos en yuca y dos en semillas) en ocho países: Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Haití, Honduras y Nicaragua.

Durante 1982, 12 conferencias fueron organizadas o copatrocinadas por el CIAT —entre talleres, seminarios, y reuniones— con el fin de intercambiar conocimientos y acordar estrategias en las

Cuadro 1. Profesionales capacitados en el CIAT en 1982, por categorías, en cada programa y unidad de apoyo.

Programa o unidad	Participantes (no.)						Subtotal de programas
	Asociados de investigación visitantes		Investigadores visitantes			Participantes en curso intensivo	
	Tesis Ph. D.	Otros estudios	Tesis M.S.	Especialización	Especialización más curso intensivo		
Programas básicos							
Frijol	5	1	10	7	11	9	43
Yuca	3	1	2	17	11	5	39
Arroz			3	1	12	3	19
Pastos Tropicales	6	5	8	13	14	2	49
Total programas básicos	14	7	23	38	48	19	149
Unidades de Apoyo y otros							
Producción de Audiotutoriales				4	2	75	81
Manejo de Laboratorios		1					1
Tecnología y Producción de Semillas				4	2	75	81
Manejo de Estaciones Experimentales				2			2
Total unidades de Apoyo y otros		1		10	2	75	88
Total	14	8	23	48	50	94	237

101

redes de investigación de los cultivos del CIAT. Otras conferencias no relacionadas con los cultivos examinaron el estado del conocimiento en varios temas específicos de investigación. Además, se llevaron a cabo en las instalaciones del CIAT seis importantes conferencias patrocinadas por varias instituciones colombianas.

Los amplios y persistentes esfuerzos de capacitación en el CIAT han demostrado ser un instrumento efectivo en la creación y operación de la red internacional de investigación en frijol, yuca, arroz (en América Latina), y pastos tropicales. Las actividades de las redes están descritas en detalle en cada uno de los capítulos correspondientes a los programas de investigación.

Comunicación e Información

El proceso de mutuo intercambio de información relacionado con la investigación desempeña un

papel integral en el desarrollo y transferencia de tecnología. La importancia del componente de apoyo en comunicación e información del CIAT está ilustrada por el gran número y la alta calidad de las publicaciones y los audiovisuales producidos y distribuidos a través de los años, y por el creciente énfasis en los servicios de documentación profesional.

Las publicaciones varían desde boletines trimestrales con información actualizada acerca de las actividades en cada uno de los productos básicos del CIAT y la Unidad de Semillas hasta publicaciones de análisis de datos (p. ej., los resultados del IBYAN); manuales-guías para la red de colaboradores; monografías y libros sobre los resultados de la investigación. Cada programa también proporciona a la red de colaboradores y sin ningún costo su informe anual. A principios de 1982, se comenzó a producir y a distribuir un boletín trimestral con información general sobre las actividades del CIAT bajo el nombre de *CIAT Internacional*.

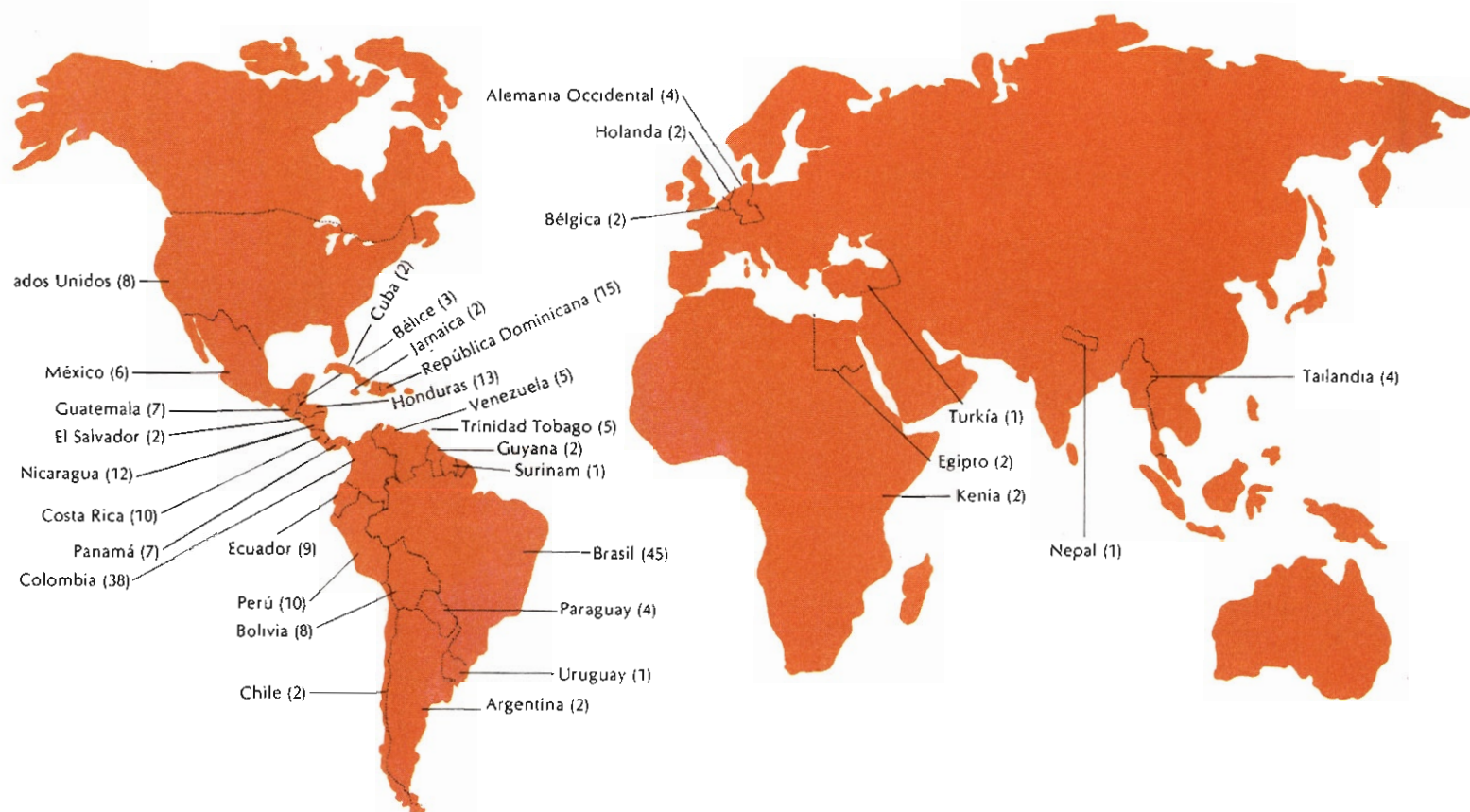


Figura 1. Un total de 237 profesionales procedentes de todo el mundo recibieron capacitación en el CIAT durante 1982.

El fuerte componente educacional del CIAT permite la transferencia de tecnología y complementa su propia generación de tecnología.

103

Los servicios de Documentación proporcionan a los suscriptores resúmenes analíticos de todos los trabajos y publicaciones de cada uno de los tres productos básicos —frijol, yuca, y pastos tropicales— tres veces al año, así como las "páginas de contenido" mensuales con un listado en varios campos.

En los últimos 3 años, la Unidad de Audiotutoriales del CIAT, un proyecto especial financiado por la Fundación Kellogg, ha ganado una amplia aceptación por la calidad y el cubrimiento de las unidades de estudio producidas y distribuidas. En total, 99 unidades audiotutoriales (compuestas por una guía de estudio, transparencias con cinta magnetofónica de pulsación automática, y el guión de la cinta) se

han producido en el CIAT, proporcionando a estudiantes u otros interesados una visión general de las investigaciones del CIAT.

El concepto de centros de utilización desarrollado por esta unidad ha resultado en nueve centros en Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Honduras, Perú y República Dominicana. Nueve personas procedentes de estos centros recibieron 27 meses de entrenamiento en la Unidad de Audiotutoriales y ahora están capacitados para producir y utilizar materiales similares en sus propias organizaciones nacionales.

A continuación sigue una lista de las publicaciones, servicios de documentación y audiotutoriales producidos durante 1982.

Investigadores visitantes de todo el mundo vienen cada año al CIAT a recibir capacitación; esta actividad acrecienta la descentralización y permite el establecimiento de redes de colaboradores quienes adelantan investigación en los cuatro productos agrícolas principales del CIAT.



Publicaciones y Audiotutoriales del CIAT en 1982

Periódicas

Boletines de los Programas y Redes

	no. copias	no. páginas
1. Arroz del CIAT para América Latina, nos. 5, 6, 7, 8	1200 c/u	4 c/u
2. Hojas de Frijol para América Latina, nos. 12, 13, 14, 15	900 c/u	4-6 c/u
3. Semillas para América Latina, nos. 5, 6, 7, 8, 9	1900 c/u	4 c/u
4. Yuca: Boletín Informativo, nos. 10, 11	600 c/u	8-12 c/u
5. Cassava Newsletter, nos. 10, 11	600 c/u	8-12 c/u
6. Pastos Tropicales: Boletín Informativo, nos. 6, 7	600 c/u	8-12 c/u

Informes Anuales (1981)

1. Arroz	1100	104
2. Beans	1500	198
3. Cassava	1500	260
4. Pastos Tropicales	1500	302
5. Tropical Pastures	1500	304

Avances en la Investigación

1. CIAT International, Vol. 1, Nos. 1, 2	3500 c/u	8 c/u
2. CIAT Internacional, Vol. 1, Nos. 1, 2	4500 c/u	8 c/u
3. CIAT Report 1982	3500	128
4. Informe CIAT 1982	4500	128

Resúmenes Analíticos (volúmenes acumulativos)^a

1. Abstracts on Field Beans, Vol. 6, 1981	600	276
2. Resúmenes Analíticos sobre Frijol, Vol. 6, 1981	600	294
3. Abstracts on Cassava, Vol. 7, 1981	600	266
4. Resúmenes Analíticos sobre Yuca, Vol. 7, 1981	600	278
5. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales, Vol. 3, 1981	600	266
6. Resúmenes Analíticos en Economía Agrícola Latinoamericana, Vol. 6, 1981	600	290

Resúmenes Analíticos (revistas)^b

1. Abstracts on Field Beans, Vol. 7, nos. 1-3, 1982	280 c/u	prom. 122 c/u
2. Resúmenes Analíticos sobre Frijol, Vol. 7, nos. 1-3, 1982	320 c/u	122 c/u
3. Abstracts on Cassava, Vol. 8 nos. 1-3, 1982	300 c/u	prom. 111 c/u
4. Resúmenes Analíticos sobre Yuca, Vol. 8, nos. 1-3, 1982	300 c/u	prom. 111 c/u
5. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales, Vol. 4, nos. 1-3, 1982	550 c/u	prom. 126 c/u

Páginas de Contenido (mensual):

1. Agropecuaria General	488 c/u	34 c/u
2. Fisiología Vegetal	306 c/u	12 c/u
3. Protección de Plantas	304 c/u	18 c/u
4. Suelos y Nutrición de Plantas	299 c/u	10 c/u
5. Pastos Producción/Animal y Nutrición	255 c/u	20 c/u
6. Economía Agrícola/Desarrollo Rural	205 c/u	16 c/u

a Los volúmenes acumulativos anuales de resúmenes analíticos en forma de tarjetas fueron descontinuos con estas ediciones de 1981

b Los resúmenes analíticos empezaron a publicarse en 1982 en forma de revista tres veces al año; éstos reemplazan a las tarjetas y los volúmenes acumulativos anuales.

Memorias, Manuales de Campo, Informes Técnicos y Monografías

	no. copias	no. páginas
1. Amazonia: Agriculture and Land Use Research (S. B. Hecht, ed.)	2000	428
2. Amazonia: Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras (S. B. Hecht, ed.)	2000	448
3. Biological Nitrogen Fixation: Technology for Tropical Agriculture (P. Graham y S. C. Harris, eds.)	2000	726
4. Chlorotic Mottle of Beans (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) (W. U. Jayasinghe, ed.)	550	156
5. Programas de Semillas: Guía de Planeación y Manejo (J. E. Douglas, ed.)	1500	358
6. Proceedings of the Fifth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria (J. C. Lozano, ed.)	2000	640
7. Primer Taller Latinoamericano sobre Intercambio de Germoplasma de Papa y Yuca—Memorias (W. H. Roca, C. H. Hershey, y O. S. Malamud, eds.)	1000	296
8. Problemas de Campo en los Cultivos de Frijol en América Latina (C. Cardona, C. A. Flor, F. J. Morales, y M. A. Pastor-Corrales, eds.)	3000	184
9. Manual para la Evaluación Agronómica: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (J. M. Toledo, tech. ed.)	1500	170
10. Informe de la Cuarta Conferencia del IRTP para América Latina (M. Rosero)	200	78
11. Report on the Fourth IRTP Conference for Latin America (M. Rosero)	200	70
12. Yuca: Investigación, Producción, y Utilización (C. Domínguez, ed.)		

Audiotutoriales

	Guía de studio (no. pp.)	Diapo- sitivas (no.)
Frijol		
1. La Mancha Angular del Frijol y su Control (H. F. Schwartz, F. Correa, y M. P. Corrales, producido por Héctor F. Ospina y Carlos Flor, 1982)	24	79
2. La Mustia Hilachosa del Frijol y su Control (G. W. Gálvez, J. J. Galindo, y M. Castaño, producido por Héctor F. Ospina, Marceliano Lopez, y Mayra Bonilla, 1982)	20	75
Yuca		
3. El Coquito (<i>Cyperus rotundus</i> L.): Biología y Control (D. Leihner, J. Doll, y C. L. Fuentes de Piedrahita; producido por Cilia L. Fuentes de Piedrahita, 1982)	55	127
4. El Cultivo de Meristemas para el Saneamiento de Clones de Yuca (W. Roca y U. Jayasinghe; producido por Fernando Fernández O., 1982)	45	61
5. Intercambio Internacional de Clones de Yuca <i>in vitro</i> (W. M. Roca; producido por Fernando Fernández O., 1982)	30	72
6. Multiplicación Acelerada de Material Genético Promisorio de Yuca (J. H. Cock, J. C. Toro, y W. M. Roca; producido por Fernando Fernández O., 1982)	25	75

Arroz

7	Descripción y Daño de los Insectos que Atacan al Arroz en América Latina (Y. C. de Galvis, J. González, y J. Reyes; producido por Oscar Arregocés, 1982)	36	111
8	Enfermedades del Arroz en América Latina y su Control (S. W. Ahn y P. R. Jennings, producido por Oscar Arregocés, 1982)	39	102
9	Fertilización Nitrogenada del Arroz (O. Arregocés y L. León, producido por Oscar Arregocés, 1982)	40	101

Pastos Tropicales

10	Cercopidos Plagas de los Pastos en América Tropical: Biología y Control (M. Calderón, G. Arango, y F. A. Varela; producido por Carlos Valencia, 1982)	51	79
11	Descripción de las Plagas que Atacan los Pastos Tropicales y Características de sus Daños (M. Calderón y F. A. Varela; producido por Carlos Valencia, 1982)	50	106
12	Efectividad Agronómica de las Rocas Fosfóricas (L. L. Hammond y L. A. León; producido por Oscar Arregocés, 1982)	40	80
13	La Heterogeneidad del Suelo y los Ensayos de Uniformidad (J. A. Escobar; producido por Hector F. Ospina, 1982)	24	76

Artículos en Revistas Científicas y Trabajos Presentados

Garver, C. L. 1982. Senior staff in communication at international research centers. *ACE Quarterly* 65(4):43-46

Harris, S. C. 1982. La experiencia del CIAT como centro de información especializada: consolidación e integración. Trabajo presentado en la 13a Mesa Redonda del Sistema Interamericano de Información Agrícola (AGRINTER), CIAT, Cali, Colombia.

Estados Financieros



CENTRO SEGUROS BOLIVAR
CARRERA 4 No. 12-41
APARTADO AEREO: 180
TELEFONO: 701-146
CALI - COLOMBIA

107

Marzo 16, 1983

DICTAMEN DE LOS AUDITORES INDEPENDIENTES

Señores Miembros de la Junta Directiva del

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

En nuestra opinión, los balances generales y los correspondientes estados de ingresos y egresos y fondos sin desembolsar que se acompañan presentan razonablemente la situación financiera del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1982 y 1981 y los resultados de sus operaciones por los años terminados en esas fechas, de conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados y uniformemente aplicados. Nuestros exámenes de estos estados financieros se efectuaron de acuerdo con normas de auditoría generalmente aceptadas y por consiguiente incluyeron las pruebas de los registros de contabilidad y los demás procedimientos de auditoría que consideramos necesarios en las circunstancias.

Nuestro examen por el año terminado en Diciembre 31, 1982 también cubrió los estados de análisis de donaciones y los desembolsos correspondientes, ingresos devengados, comparación de presupuesto aprobado y los desembolsos reales y fechas de recibo de donaciones para el año terminado en esa fecha, que se acompañan como información suplementaria y, en nuestra opinión, estos estados presentan razonablemente la información mostrada en ellos.

Price Waterhouse

BALANCE GENERAL

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

108

	Diciembre 31	
ACTIVO	1982	1981
ACTIVO CORRIENTE		
Caja	2.698	1.484
Cuentas por recibir		
Donantes	316	273
Empleados	447	275
Otros	1.594	1.268
	2.357	1.816
Inventarios	947	1.335
Gastos pagados por anticipado	52	69
Total del activo corriente	6.054	4.704
ACTIVOS FIJOS		
Equipos	4.441	3.682
Avión	676	676
Vehículos	2.557	1.993
Vehículos (reemplazos) en tránsito	75	523
Muebles, enseres y equipos de oficina	1.364	1.286
Edificios	7.116	6.929
Otros	201	201
 Total de activos fijos	16.430	15.290
 Total del activo	22.484	19.994

	Diciembre 31	
PASIVO Y SALDO DE FONDOS	1982	1981
PASIVO CORRIENTE		
Sobregiros bancarios	40	44
Cuentas por pagar	3.982	2.371
Total del pasivo corriente	4.022	2.415
 DONACIONES RECIBIDAS POR ANTICIPADO	70	407
 SALDOS DE FONDOS		
Invertido en activos fijos	16.430	15.290
Fondos sin desembolsar (déficit)		
Programas básicos		
Sin restricción	165	(100)
Fondo de trabajo	1.099	603
Donaciones de capital		265
Proyectos especiales		
Donantes	820	1.217
Otros	(122)	(103)
	1.962	1.882
 Total saldos de fondos	18.392	17.172
 Total del pasivo y saldos de fondos	22.484	19.994

— Continúa

ESTADO DE INGRESOS Y EGRESOS Y FONDOS SIN DESEMBOLSAR

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

109

	<u>Diciembre 31</u>	
	<u>1982</u>	<u>1981</u>
<u>Ingresos</u>		
Programas básicos		
Donaciones de operación		
Sin restricción	10.447	9.283
Restringidos	7.653	6.358
Donaciones para fondos de trabajo		
Donaciones de capital	470	678
Total programas básicos	18.570	16.319
Proyectos especiales - donaciones	1.897	2.732
Ingresos devengados	926	540
Total ingresos	21.393	19.591
<u>Egresos</u>		
Programas básicos		
Investigación en cultivos	6.311	5.554
Investigación en recursos de tierra	4.592	3.949
Cooperación internacional	2.374	2.165
Gastos de administración	1.625	1.343
Gastos generales de operación	2.985	3.200
Total programas básicos	17.887	16.211
Proyectos especiales	2.286	1.934
Adquisición de activos fijos	1.140	1.096
Total egresos	21.313	19.241
<u>Exceso de ingresos sobre egresos</u>		
Fondos sin restricción	265	(100)
Fondo de trabajo	244	70
Donaciones de capital	(40)	(418)
Proyectos especiales	(389)	798
	80	350
<u>Traspasos entre fondos</u>		
A (de) fondo de trabajo	252	(327)
De proyectos especiales	(27)	(158)
(De) a donaciones de capital	(225)	485
	80	350
<u>Fondos sin desembolsar al principio del año</u>	<u>1.882</u>	<u>1.532</u>
<u>Fondos sin desembolsar a fin del año</u>		
(ver balance general)	<u>1.962</u>	<u>1.882</u>

Las notas en la página 110 son parte integrante de los estados financieros.

NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS

110

NOTA 1 — PROCEDIMIENTOS CONTABLES

Los siguientes procedimientos y prácticas contables significativos de CIAT se presentan para facilitar el entendimiento de la información presentada en los estados financieros:

Inventarios

Los inventarios son valorados al costo promedio que es menor que el valor de mercado.

Activos fijos

Los activos fijos están registrados al costo.

Depreciación

De acuerdo con principios de contabilidad generalmente aceptados aplicables a entidades sin ánimo de lucro, CIAT no registra depreciación sobre sus propiedades y equipo.

NOTA 2 — TRANSACCIONES EN MONEDA EXTRANJERA

Las transacciones en dólares estadounidenses están controladas por el gobierno colombiano y por consiguiente, los dólares que se reciban en Colombia deben ser vendidos por conductos oficiales. Las siguientes tasas de cambio fueron utilizadas por CIAT para expresar en dólares estadounidenses (\$) las transacciones en pesos colombianos (P):

	<u>P/\$1</u>	
Saldos en pesos incluídos en activos corrientes y pasivos corrientes	70.29	Tasa de cambio a fin de año
Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos	61.35	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

NOTA 3 — OPERACIONES

El terreno en el cual CIAT lleva a cabo sus operaciones fue cedido a CIAT bajo un acuerdo con el gobierno colombiano que vence en Julio 15, 2000. El acuerdo puede ser prorrogado después de dicha fecha por consentimiento mutuo, pero si no lo es, entonces CIAT será obligado a ceder sus activos inmovibles en el terreno al gobierno colombiano.

INFORMACION SUPLEMENTARIA: COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS REALES POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1982

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	Programas básicos sin restricción		Programas básicos restringidos		Capital	
	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real
<u>Investigación en cultivos</u>						
Oficina del Director	236	224	72	80		
Frijol	680	633	1.164	1.283		
Yuca	431	480	1.470	1.540		
Arroz	65	110	627	643		
Recursos genéticos	232	257	65	55		
Servicios a la investigación	179	144	142	124		
Operaciones de la estación	485	400	386	338		
	<u>2.308</u>	<u>2.248</u>	<u>3.926</u>	<u>4.063</u>		
<u>Investigación en recursos de tierra</u>						
Oficina del Director	200	194	61	77		
Pastos tropicales	2.041	2.266	1.030	1.030		
Carimagua	367	237	263	248		
Servicios de datos	338	281	245	259		
	<u>2.946</u>	<u>2.978</u>	<u>1.599</u>	<u>1.614</u>		
<u>Cooperación internacional</u>						
Oficina del Director	165	173	6	6		
Adiestramiento y confe- rencias	377	276	501	400		
Servicios de comunicación	571	537	436	433		
Servicios de documen- tación	306	331	219	218		
	<u>1.419</u>	<u>1.317</u>	<u>1.162</u>	<u>1.057</u>		
<u>Administración</u>						
Junta Directiva	49	67	13	17		
Oficina del Director General	143	176	36	47		
Contraloría	398	435	100	110		
Administrador ejecutivo	597	617	145	156		
	<u>1.187</u>	<u>1.295</u>	<u>294</u>	<u>330</u>		

— Continúa

Información Suplementaria — Continuación

112

Gastos generales

Planta física	1.036	1.067	267	265
Parque automotor	813	787	202	192
Gastos generales	898	543	202	131
	<u>2.747</u>	<u>2.397</u>	<u>671</u>	<u>588</u>
Total programas básicos	<u>10.607</u>	<u>10.235</u>	<u>7.652</u>	<u>7.652</u>

Capital

Activos fijos			<u>1.036</u>	<u>1.140</u>
---------------	--	--	--------------	--------------

Análisis de variaciones

Menor valor recibido en donaciones	107			
Mayor valor de fondos utilizados			(77)	
Traslado de fondos de proyectos especiales			(27)	
Exceso de fondos transferidos a fondos sin desembolsar		265		
		<u>372</u>	(104)	

Personal Principal y Profesional

(a Diciembre 1982)

113

DIRECCION GENERAL

Científicos principales

John L. Nickel, Ph.D., Dr.sc.agr. h.c., Director General

Fritz Kramer, Ph.D., Asistente del Director General
(Nueva posición a partir de noviembre 1982)

Asistentes

Cecilia Acosta, Asistente Administrativo

AUDITORIA INTERNA

Asociados

Luis Fernando Montoya, C.P.T., Auditor Interno

Asistentes

Jorge Alberto Bermúdez, C.P.T., Auditoría Interna
Orlando Millán, Auditoría Interna

OFICINA DE VISITANTES

Asociados

Fernando Mora, B.A., A.H.A., Jefe

Asistentes

Rodrigo Chávez, Servicios de Información
Jorge Enrique Paz, Ing. Agr., Servicios de Información

FINANZAS Y ADMINISTRACION

Científicos principales

Andrew V. Urquhart, F.C.A., Director (Nueva posición a
partir de abril 1982)

ADMINISTRACION

Científicos principales

Jesús Antonio Cuéllar, M.B.A., Administrador
Industrial, Administrador Ejecutivo

Grupo Administrativo de Servicio

José J. Cortés, Superintendente, Estación de
Carimagua

Asociados

Camilo Alvarez, M.S., Asociado Administrativo

Asistentes

Ricardo Castañeda, Asistente Administrativo,
Relaciones Gubernamentales (Bogotá)
Edgar Vallejo, Adm. Emp., Jefe, Oficina de Viajes

Alimentos y Vivienda

Grupo Administrativo de Servicio

David Evans, Jefe
*Eduardo Fonseca, Jefe

Recursos Humanos

Grupo Administrativo de Servicio

Germán Vargas, M.S., Administrador Industrial, Jefe

Asistentes

Germán Arias, Abog., Jefe de Personal

Servicios de Mantenimiento

Grupo Administrativo de Servicio

Germán Gutiérrez, Ing. Mec., Superintendente

Asistentes

Marvin Heenan, Jefe, Parque Automotor

Suministros

Grupo Administrativo de Servicio

*Fernando Posada, M.S., Jefe

Asistentes

*Percy de Castro, Jefe, Bodega
*Marino López, Jefe, Importaciones
Diego Mejía, Jefe, Compras

FINANZAS

Grupo Administrativo de Servicio

Héctor Flórez, C.P.T., Contralor Asistente
*Joffre E. Guerrero, Contralor Asistente

Asistentes

Alexis Corrales, Tesorería (con sede en Carimagua)
Jaime E. Cumba, Asistente, Presupuesto
César Moreno, C.P.T., Contabilidad
Mario Rengifo, Caja

* Se retiró en 1982

INVESTIGACION EN CULTIVOS

Científicos principales

Douglas R. Laing, Ph.D., Director

PROGRAMA DE ARROZ

Científicos principales

Joaquín González, M.S., Agrónomo, Coordinador

San-Won Ahn, Ph.D., Fitopatólogo, Fitopatología

Peter R. Jennings, Ph.D., Fitomejorador,
Fitomejoramiento (asignado por la Fundación
Rockefeller)

César Martínez, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento

Manuel Rosero, Ph.D., Fitomejorador, Científico de
Enlace del IIRRI

Hector Weeraratne, Ph.D., Fitomejorador,
Fitomejoramiento

Especialistas visitantes

Surapong Sarkarung, Ph.D., Fitomejoramiento

Científicos posdoctorales

Jairo Castaño, Ph.D., Fitopatología

Rafael Posada, Ph.D., Economía

Asociados de investigación

Marco Perdomo, Ing. Agr., Agronomía (con sede en
Villavicencio)

Asistentes de investigación

Luis Eduardo Berrio, Ing. Agr., Pruebas Internacionales

Luis Eduardo Dussán, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Yolanda Cadavid de Galvis, Ing. Agr., Agronomía

Jenny Gaona, Ing. Agr., Pruebas Internacionales

Luis Eduardo García, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Julio Eduardo Holguín, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Luis Octavio Molina, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Eliseo Nossa, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Miguel Eduardo Rubiano, Ing. Agr., Fitopatología

Edgar Tulande, Ing. Agr., Fitopatología

PROGRAMA DE FRIJOL

Científicos principales

Aart van Schoonhoven, Ph.D., Entomólogo,
Coordinador

Stephen Beebe, Ph.D., Fitomejorador, Proyecto Frijol
para América Central (con sede en Ciudad de
Guatemala, Guatemala)

Jeremy H. Davis, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento

Guillermo E. Gálvez, Ph.D., Fitopatólogo, Coordinador
Regional, Proyecto Frijol para América Central (con
sede en San José, Costa Rica)

*Peter H. Graham, Ph.D., Microbiólogo, Microbiología

Francisco J. Morales, Ph.D., Virólogo, Virología

Silvio H. Orozco, M.S., Agrónomo, Proyecto Frijol
para América Central (con sede en Asunción Mita,
Guatemala)

Douglas Pachico, Ph.D., Economista Agrícola, Economía
Marcial Pastor-Corrales, Ph.D., Fitopatólogo,
Fitopatología

Federico Scheuch, M.S., Agrónomo, Proyecto
Colaborativo de Frijol Perú/CIAT
(con sede en Lima Perú)

Shree P. Singh, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento

Steven R. Temple, Ph.D., Fitomejorador,
Fitomejoramiento

Michael D. Thung, Ph.D., Agrónomo, Agronomía
(con sede en el CNPAF, Goiania, Brasil)

Oswaldo Voysest, Ph.D., Agrónomo, Agronomía
Jonathan Woolley, Ph.D., Agrónomo, Sistemas de
Cultivo

Científicos visitantes

*César Cardona, Ph.D., Entomología

*Ramiro de la Cruz, Ph.D., Fisiología

Científicos posdoctorales

Michael Dessert, Ph.D., Fitomejoramiento

Guy Hallman, Ph.D., Entomología

James Nienhuis, Ph.D., Fitomejoramiento

Asociados de investigación visitantes

Krista C. Dessert, M.S., Nutrición

*Julia Kornegay, M.S., Fitomejoramiento

Jeffrey MacKelroy, M.S., Fitomejoramiento

Asociados de investigación

José Ariel Gutiérrez, M.S., Fitomejoramiento

*Carlos Jiménez, M.S., Fitomejoramiento

Nohra R. de Londoño, Ing. Agr., Economía

Jorge Ortega, M.S., Agronomía

Jorge E. García, Ing. Agr., Entomología

Asistentes de investigación

*Bernardo Alzate, Ing. Agr., Agronomía

Jorge Beltrán, Ing. Agr., Sistemas de Cultivos

César Cajiao, Ing. Agr., Fitomejoramiento

*Horacio Carmen, Ing. Agr., Fitopatología

Mauricio Castaño, Ing. Agr., Virología



Jesús A. Castillo, Ing. Agr., Fisiología
 *Fernando Correa, Ing. Agr., Fitopatología
 Carlos Francisco Chavarro, Ing. Agr., Coordinación
 Aurora Duque, Ing. Agr., Microbiología
 Myriam C. Duque, Lic. Mat., Economía
 Oscar Erazo, Ing. Agr., Agronomía
 Diego Fonseca, Ing. Agr., Fisiología
 Oscar Herrera, Ing. Agr., Sistemas de Cultivos
 Germán Llano, Fitopatología
 Carlos Mantilla, Ing. Agr., Entomología
 Nelson Martínez, Ing. Agr., Agronomía
 Gustavo Montes de Oca, Ing. Agr., Agronomía
 Carlos Aníbal Montoya, Fitopatología
 Darío Ramírez, Ing. Agr., Fitomejoramiento
 Gerardo Tejada, Ing. Agr., Agronomía

PROGRAMA DE YUCA

Científicos principales

James H. Cock, Ph.D., Fisiólogo, Coordinador

Anthony C. Bellotti, Ph.D., Entomólogo, Entomología
 Guillermo G. Gómez, Ph.D., Nutricionista/Bioquímico,
 Utilización

Clair Hershey, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
 Reinhardt Howeler, Ph.D., Edafólogo, Nutrición de
 Plantas y de Suelos

Kazuo Kawano, Ph.D., Fitomejorador,
 Fitomejoramiento (con sede en Rayong, Tailandia)
 Dietrich Leihner, Dr. agr., Agrónomo, Prácticas
 Culturales

J. Carlos Lozano, Ph.D., Patólogo, Fitopatología
 John K. Lynam, Ph.D., Economista Agrícola, Economía
 Julio César Toro, Ph.D., Agrónomo, Agronomía

Científicos visitantes

Rupert Best, Ph.D., Utilización

*Mabrouk El-Sharkawy, Ph.D., Fisiología

*Shinichu Sawada, Ph.D., Fisiología

Especialistas visitantes

Ewald Sieverding, Dr. agr., Nutrición de Plantas y
 de Suelos

Christopher Wheatley, Ph.D., Utilización

Científicos posdoctorales

Upali Jayasinghe, Ph.D., Virología

Asociados de investigación visitantes

*Jan Margaret Salick, M.S., Entomología

Asociados de investigación

*Alvaro Amaya, M.S., Germoplasma

Rafael Orlando Díaz, M.S., Economía

Rafael Alberto Laberry, M.S., Fitopatología

Benjamín Pineda, M.S., Fitopatología

*Jorge Santos, M.S., Utilización

Octavio Vargas, M.S., Entomología

Asistentes de investigación

Bernardo Arias, Ing. Agr., Entomología

Darío Ballesteros, Ing. Agr., Suelos

(con sede en Carimagua)

Eitel Adolfo Burckhard, Lic. Biol., Suelos

Luis Fernando Cadavid, Ing. Agr., Suelos

Fernando Calle, Ing. Agr., Germoplasma

*Ernesto Celis, Ing. Agr., Agronomía

Carolina Correa, Lic. Econ., Economía

*Julián Hernández, Ing. Agr., Suelos

(con sede en Carimagua)

Diego Izquierdo, Lic. Econ., Economía

Gustavo Jaramillo, Ing. Agr., Agronomía

*Lucy Kadoch, Lic. Biol., Fisiología

Javier López, Ing. Agr., Prácticas Culturales

*Pedro Millán, Ing. Agr., Germoplasma

Germán E. Parra, Ing. Agr., Fisiología

Edgar Salazar, Ing. Agr., Prácticas Culturales

Mauricio Valdivieso, Zoot., Utilización

Ana Cecilia Velasco, Lab. Clin., Fitopatología

UNIDAD DE SEMILLAS

Científicos principales

Johnson E. Douglas, M.S., Especialista en Semillas, Jefe

Federico Poey, Ph.D., Especialista en Semillas,
 Producción de Semillas

Asociados de investigación

Joseph E. Cortés, Ing. Agríc., Capacitación

Asistentes de investigación

José F. Aristizábal, Ing. Agríc., Control de la Calidad
 de Semilla

José Fernández de Soto, Ing. Agríc., Comunicaciones

Guillermo Giraldo, Ing. Agr., Producción de Semilla

Napoleón Viveros, Ing. Agríc., Procesamiento de Semilla

RECURSOS GENETICOS*Científicos principales*

William M. Roca, Ph.D., Fisiólogo, Jefe Interino

Asociados de investigación visitantes

*Thierry Vanderborgh, Ir. agr., Germoplasma (Frijol)

Asociados de investigación

Germán Alvarez, M.S., Germoplasma (Forrajes)
Rigoberto Hidalgo, M.S., Germoplasma (Frijol)

Asistentes de investigación

Javier Narváez, Ing. Agr., Fisiología
Jorge Alberto Rodríguez, Ing. Agr., Fisiología
Hember Rubiano, Ing. Agr., Germoplasma (Frijol)

SERVICIOS DE LABORATORIO*Asociados de investigación*

Octavio Mosquera, M.S., Servicios Analíticos

Asistentes de investigación

Charles McBrown, Tec. Elec., Mantenimiento de Instrumentos
Roberto Segovia, Ing. Agr., Invernaderos/Plantas Ornamentales

OPERACIONES DE LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES*Científicos principales*

Alfonso Díaz-Durán, Ing. Agr., P.E., Superintendente

Asistentes de investigación

Javier Carbonell, M.S., Estación de Palmira
Javier Castillo, Ing. Agr., Jefe, Subestación de Popayán
Ramiro Narváez, Ing. Agr., Jefe, Subestación de Quilichao
Edgar Quintero C., Ing. Agr., Estación de Palmira

INVESTIGACION EN RECURSOS Y COOPERACION INTERNACIONAL⁺*Científicos principales*

Gustavo A. Norez, Ph.D., Director

*José Valle-Riestra, Ph.D., Director, Cooperación Internacional

Asociados

Uriel Gutiérrez, M.S., Asociado Administrativo
*Jorge Peña, M.S., Asociado Administrativo

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES*Científicos principales*

José M. Toledo, Ph.D., Agrónomo de Pasturas, Coordinador

Eduardo Aycardi, Ph.D., D.V.M., Zootecnista, Salud Animal

Rosemary S. Bradley, Ph.D., Microbióloga de Suelos, Microbiología

Mario Calderón, Ph.D., Entomólogo, Entomología

Walter Couto, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en el CPAC, Brasilia, Brasil)

John E. Ferguson, Ph.D., Agrónomo, Producción de Semillas

Bela Grof, Ph.D., Agrostólogo, Agronomía de Leguminosas, (con sede en Carimagua)

Carlos Lascano, Ph.D., Zootecnista, Calidad de Pasturas y Nutrición Animal

Jillian M. Lenné, Ph.D., Fitopatóloga, Fitopatología

John W. Miles, Ph.D., Fitomejorador, Agronomía/Mejoramiento de Forrajes

C. Patrick Moore, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Ganado (con sede en el CPAC, Brasilia, Brasil)

Esteban A. Pizarro, Ph.D., Agrónomo, Ensayos Regionales

José G. Salinas, Ph.D., Edafólogo/Nutricionista de Plantas, Nutrición de Plantas y de Suelos

Rainer Schultze-Kraft, Dr.agr., Agrónomo, Germoplasma

Carlos Seré, Dr.agr., Economista Agrícola, Economía James M. Spain, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)

Luis E. Tergas, Ph.D., Agrónomo, Productividad y Manejo de Pasturas

Derrick Thomas, Ph.D., Agrónomo de Forrajes, Agronomía (con sede en el CPAC, Brasilia, Brasil)

Raúl R. Vera, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado

Científicos visitantes

Haruo Hayashi, B.S., Productividad y Manejo de Pastos

⁺ Cooperación Internacional fue integrada a Investigación en Recursos de Tierras a partir de noviembre 1982.

*E. Mark Hutton, D.Sc., Mejoramiento de Leguminosas

Especialistas visitantes

Christoph Plessow, Dipl.agr., Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)

Científicos posdoctorales

*Pedro J. Argel, Ph.D., Producción de Semillas

*Raymond F. Cerkauskas, Ph.D., Fitopatología (con sede en Brasilia, Brasil)

*Frank Müller, Dr.agr., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)

Saif ur Rehman Saif, Dr.agr., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)

Rupprecht Schellenberg, Dr.agr., Zootecnia/Economía (con sede en Panamá)

Asociados de investigación visitantes

*Gerhard Keller-Grein, Dipl.agr., Germoplasma

Martin Schneichel, Dipl.agr., Proyecto ETES (con sede en Puerto Gaitán, Colombia)

*Isabel Valencia, M.S., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)

Asociados de investigación

*Miguel Angel Ayarza, M.S., Microbiología de Suelos

Edgard Burbano, M.S., Microbiología de Suelos

*Carlos E. Castilla, M.S., Agronomía/Ensayos Regionales

*Rodolfo Estrada, M.S., Economía

Rubén Darío Estrada, M.S., Economía

Libardo Rivas, M.S., Economía

Asistentes de investigación

Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología

Guillermo Arango, Lic. Biol., Entomología

Alvaro Arias, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)

Hernando Ayala, D.V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)

Gustavo Benavides, Ing. Agr., Germoplasma

*Gerrit Carlos Buch, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)

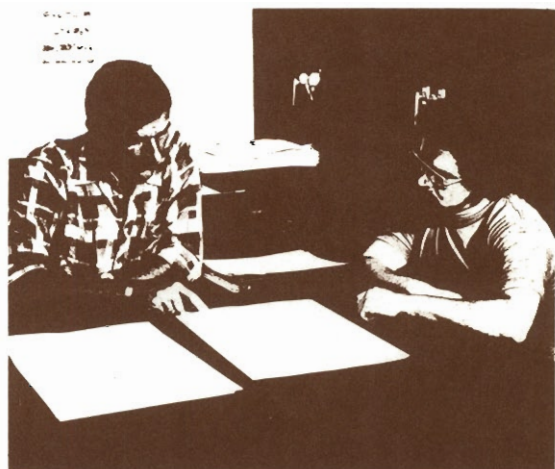
Raúl Botero, D.V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado

Javier Asdrúbal Cano, Lic. Econ., Asistente Administrativo del Coordinador

Gustavo Cuenca, Zoot., Calidad de Pasturas y Nutrición (con sede en Carimagua)

Martha Lucía Escandón, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía

Carlos Escobar, Ing. Agr., Nutrición de Suelos y de Plantas



Luis H. Franco, Ing. Agr., Ensayos Regionales

Manuel Arturo Franco, Ing. Mec., Analista de Sistemas, Oficina del Coordinador

Duván García, Ing. Agr., Producción de Semillas

*Obed García, D.V.M., Salud Animal

Hernán Giraldo, Ing. Agr., Agronomía

Arnulfo Gómez Carabaly, Ing. Agr., Agronomía/Ensayos Regionales

*Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Nutrición de Suelos y de Plantas

*Francisco J. Henao, D.V.M.Z., Salud Animal (con sede en Carimagua)

Phanor Hoyos, Zoot., Calidad de Pastos y Nutrición

Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía

Dazier Mosquera, Ing. Agr., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)

Gloria Navas, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)

Fabiola de Ramírez, Lic. Bact., Microbiología de Suelos

Raimundo Realpe, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)

Bernardo Rivera, D.V.M., Salud Animal (con sede en Carimagua)

Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas

Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología

Fernán Alberto Varela, Ing. Agr., Entomología

*Jaime Velásquez, Zoot., Productividad y Manejo de Pastos (con sede en Carimagua)

*Bernardo Velosa, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/ Mejoramiento de Leguminosas (con sede en Carimagua)

PROYECTO FOSFORO DEL IFDC/CIAT

Científicos principales

Luis Alfredo León, Ph.D., Edafólogo, Jefe

Jacqueline A. Ashby, Ph.D., Socióloga Rural, Sociología

*Larry L. Hammond, Ph.D., Químico de Suelos, Jefe

Científicos posdoctorales

Elizabeth Hansen, Ph.D., Antropología



Asociados de investigación visitantes

David J. Harris, M.S., Suelos, Proyecto de Suelos del IFDC/Benchmark

Asistentes de investigación

*Germán Montes de Oca, Ing. Agr., Agronomía
Carlos Arturo Quirós, Ing. Agr., Agronomía
Luis Guillermo Restrepo, Ing. Agr., Agronomía

CAPACITACION CIENTIFICA Y CONFERENCIAS

Científicos principales

Fernando Fernández, Ph.D., Edafólogo, Coordinador

Científicos posdoctorales

Jairo Cano, Ph.D., Evaluación de Capacitación

Grupo Administrativo de Servicio

Alfredo Caldas, M.S., Administrador de Admisiones

Asociados

Carlos Domínguez, M.S., Yuca
Carlos Flor, M.S., Frijol
Eliás García, Ing. Agr., Arroz
Marceliano López, M.S., Frijol
Alberto Ramírez, M.S., Pastos Tropicales
Jesús Reyes, M.S., Yuca
Eugenio Tascón, Ing. Agr., Arroz/Capacitación en los Países

Asistentes

Carlos Suárez, B.S., Orientación

SERVICIOS DE DATOS

Científicos principales

Leslie C. Chapas, Dipl. Estad. Mat., Biometrista, Jefe

Científicos visitantes

Peter Jones, Ph.D., Estudios Agroecológicos

Grupo Administrativo de Servicio

María Cristina Amézquita de Quiñones, Dipl. Estad. Mat., Jefe, Biometría

Asociados de investigación

James Arbey García, M.S., Biometría
José Eduardo Granados, M.S., Biometría
*Gloria Quintero, Ing. San., Computación
Hugo Macías, Ing. Civil, Programación del Sistema

Asistentes de investigación

María del Rosario Henao, Ing. Sist., Computación
*Camilo Jordán, Computación
Oscar L. Quevedo, Ing. Sist., Computación
Julián E. Rengifo, Ing. Sist., Computación
Alfredo Rojas, Biometría
*José Alfredo Saldarriaga, Ing. Sist., Biometría

UNIDAD DE APOYO EN COMUNICACIONES

E INFORMACION

(Nueva organización a partir de noviembre 1982)

Científicos principales

Susan C. Harris, M.L.S., Especialista en Información, Jefe

Audiotutoriales

Asociados

Cornelio Trujillo, M.S., Supervisor
Oscar Arregocés, Ing. Agr., Producción
*María Lucía de Posada, M.S., Servicios Editoriales

Asistentes

Fernando Fernández O., Ing. Agr., Producción
*Cilia Fuentes de Piedrahita, Ing. Agr., Producción
Héctor Fabio Ospina, Ing. Agr., Producción
Carlos Alberto Valencia, Ing. Agr., Producción

Biblioteca y Servicios de Documentación

Asociados

Jorge López S., Supervisor, Centro de Documentación

Asistentes

Fabiola Amariles, Lic. Educ., Servicios de Referencia
Stella Gómez, Lic. Bibl., Supervisora, Servicios de Biblioteca
*Carlos P. González, Ing. Agr., Documentación en Frijol
Francy González, Ing. Agr., Documentación en Frijol
Mariano Mejía, Lic. Educ., Documentación en Pastos Tropicales
Lynn Menéndez, Edición y Traducciones
Piedad Montaña, Supervisora, Adquisiciones
Hernán Poveda, Lic. Bibl., Supervisor, Procesos Técnicos
*Himilce Serna, Lic. Bibl., Supervisora, Procesos Técnicos (Libros)



Comunicaciones

Científicos principales

Susana Amaya, Ph.D., Editora/Especialista en Comunicaciones, Comunicación con Redes de Investigadores

Cynthia L. Garver, M.A., Editora/Especialista en Comunicaciones, Comunicación Científica y Técnica

Editores visitantes

*Paul Gwin, M.S., Servicios Editoriales

Asociados

Francisco Motta, M.S., Comunicación con Redes de Investigadores

Ana Lucía de Román, Ing. Agr., Comunicación con Redes de Investigadores

Asistentes

Maria Lida Cabal, Comunicación con Redes de Investigadores

Rodrigo Ferreros, Lic. Econ., Comunicación Científica y Técnica

Alexandra Walter, Comunicación Científica y Técnica

Producción y Artes Gráficas

Grupo Administrativo de Servicio

Walter Correa, Ph.D., Jefe

Asociados

Alvaro Cuéllar, Supervisor, Fotografía

Carlos Rojas, Supervisor, Diseño Gráfico

Asistentes

Didier González, Diseño Gráfico

Carlos Vargas, Diseño Gráfico

REPRESENTACION EN EL CIAT DE INSTITUCIONES COLABORADORAS

Proyecto de Maíz para la Región Andina (CIMMYT)

Científicos principales

Gonzalo Granados, Ph.D., Entomólogo, Jefe

James Barnett, Ph.D., Fitomejorador, Servicios a la Región Andina

Asistentes de investigación

Edgar Castro, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Proyecto Regional de Sorgo (INTSORMIL)

Científicos principales

Lynn Gourley, Ph.D., Fitomejorador, Jefe

Asistentes de investigación

Manuel Coronado, Ing. Agr., Fitomejoramiento

Representación Regional del CIP

Oscar Malamud, Ph.D., Funcionario de Enlace, Jefe (con sede en Bogotá)

Jan Henfling, Ph.D., Funcionario de Enlace (con sede en Medellín)

Representación Regional del CIRF

Miguel Holle, Ph.D., Representante Regional para América Latina del CIRF

Representación Regional de la GTZ

Günther John, Dr.agr., Funcionario de Enlace

PROYECTOS REGIONAL Y BILATERALES

Proyecto de Investigación y Extensión

Agrícola, INIPA, Perú (Banco Mundial)

Edward Pulver, Ph.D., Co-líder, Arroz (con sede en Tarapoto, Perú)

El Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) fue constituido en 1971 para proveer un mecanismo de movilización del apoyo financiero al sistema global de 13 centros y organizaciones de investigación agrícola internacional. La creación del CGIAR puso de presente el deseo de las agencias donantes de proveer apoyo a largo plazo al desarrollo agrícola del mundo en desarrollo. Además, en consulta con el Comité Técnico Asesor —un grupo de científicos de alto nivel que orienta los programas de investigación de los centros— el CGIAR está en capacidad de garantizar a los donantes que sus recursos se emplean para obtener los máximos beneficios.

La eficacia del sistema se desprende del hecho de que el número de donantes en el CGIAR ha aumentado de 15 en 1972, quienes contribuyeron con cerca de US\$20 millones, a 35 en 1982, cuya contribución total fue de unos US\$145 millones.

Cada centro (entre los cuales está el CIAT; véase información al comienzo de este informe) u organización en el sistema CGIAR es autónoma, con su propia junta u otro tipo de instancia directiva. Cada uno adopta su propio presupuesto con fondos provistos por el CGIAR en consonancia con la totalidad de fondos disponibles

para el año y con los programas del centro derivados de las metas del sistema. Anualmente cada centro presenta su presupuesto durante la semana de revisión de los centros, ocasión en la cual también se presenta brevemente la descripción de planes y logros ante el grupo de donantes del CGIAR y otros funcionarios.

El CGIAR opera informalmente y toma sus decisiones por consenso, constituyéndose en ejemplo de cooperación efectiva y flexible entre el mundo industrializado y el mundo en desarrollo. El Banco Mundial en Washington D.C. provee la sede así como los servicios del Coordinador y la Secretaría Ejecutiva. La Secretaría del Comité Técnico Asesor es provista por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en Roma.

Los nueve centros de investigación agrícola internacional y las cuatro organizaciones asociadas tienen la siguiente ubicación y responsabilidades de investigación:

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: frijol común, yuca, arroz y pastos tropicales.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), El Batán, México: maíz y trigo.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú: papa.
- Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), Aleppo, Siria: sistemas de producción de cultivos, cereales, leguminosas comestibles (habas, lentejas, garbanzos), cultivos forrajeros.
- Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para los Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT), Hyderabad, India: garbanzos guandul, mijo, sorgo, maní, sistemas de producción de cultivos.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Ibadan, Nigeria: sistemas de producción de cultivos, maíz, arroz, raíces y tubérculos (batatas, yuca, ñame), leguminosas comestibles (caupí, frijol lima, soya).
- Laboratorio Internacional de Investigación en Enfermedades Animales (ILRAD), Nairobi, Kenia: tripanosomiasis y teileriosis del ganado.
- Centro Internacional de Ganadería para África, (ILCA), Addis Ababa, Etiopía: sistemas de producción animal.
- Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI), Los Baños, Filipinas: arroz.

- **Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF)**, Roma, Italia: colección e información de variedades de plantas.
- **Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas de Alimentos (IFPRI)**, Washington, D.C., Estados Unidos: análisis de los problemas de producción mundial de alimentos.
- **Servicio Internacional de Investigación Agrícola Nacional (ISNAR)**, La Haya, Holanda: Apoyo a la investigación.
- **Asociación de Africa Occidental para el Desarrollo del Arroz (WARDA)**, Monrovia, Liberia: arroz.





Informe CIAT 1983

Editora Cynthia L. Garver

Editores Asistentes Alexandra Walter, Rodrigo Ferrerosa, Adriana Correa

Artes Gráficas Carlos Rojas, Jefe; Camilo Oliveros, Oscar Idárraga

Fotomecánica Ancízar Chamorro

Fotografía Alvaro Cuéllar, Jefe

Fotocomposición Janeth Loaiza, Jefe; Yolanda de González, Mariella Quebrada

Procesamiento de Palabras Beatriz Davis de Vallejo

Agradecimientos a Susana Amaya y Editec