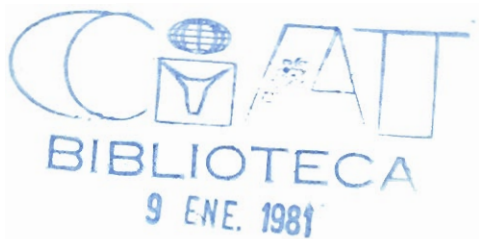


0005-79
Esp.



02SI-79
Mayo 1980

INFORME CIAT 1980



Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Contenido

CGIAR.....	5
El CIAT.....	6
Junta Directiva.....	8
Prefacio.....	9
Programa de Frijol.....	12
Programa de Yuca.....	34
Programa de Arroz.....	56
Programa de Pastos Tropicales.....	68
Adiestramiento y Conferencias.....	88
Unidad de Semillas.....	92
Personal.....	94

Investigación Agrícola Internacional



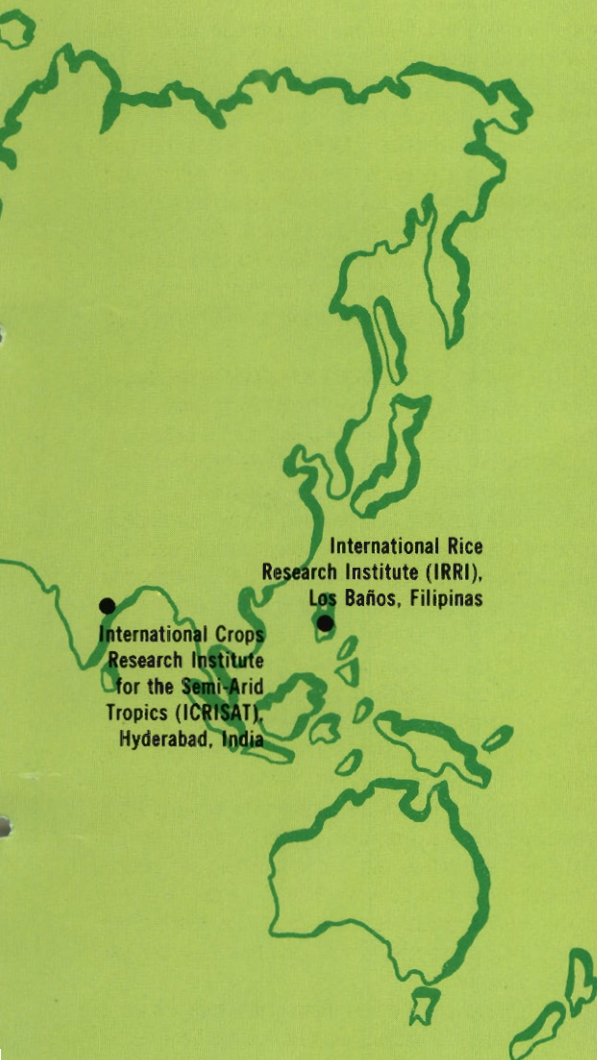
CGIAR

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) fue creado en 1971 como mecanismo para movilizar la amplia base financiera de apoyo a la investigación y desarrollo agrícola internacional. A pesar de que ya existían cuatro centros internacionales financiados, la creación del CGIAR significó el deseo de las agencias donantes de continuar dando apoyo, a largo plazo, al desarrollo agrícola por intermedio de un sistema de análisis, a alto nivel, de las necesidades y logros.

Bajo la asesoría del Comité Técnico Asesor — un grupo de prestantes científicos el cual supervisa de manera muy amplia los programas técnicos de los centros — el CGIAR está capacitado para asegurarle a los donantes financieros que sus recursos están siendo utilizados para lograr el máximo de beneficios en pro de la investigación y el desarrollo. La solidez de este sistema administrativo está evidenciada por el creciente número de donantes del CGIAR, de 15 integrantes en 1972 (con un aporte total de aproximadamente US\$20 millones) a 30 en 1979 (aportando alrededor de US\$100 millones). El CIAT es uno de los 12 centros internacionales de investigación agrícola (o de las entidades relacionadas con los centros) que recibe apoyo del CGIAR.

Cada centro u otra organización en el sistema es autónomo, por lo general con su propia junta directiva u otro cuerpo gobernante. Cada uno desarrolla su propio presupuesto, en concordancia con sus objetivos y con las metas globales del sistema del CGIAR. Los presupuestos individuales de cada centro son sometidos a estudio cada año en la Semana de los Centros Internacionales, durante la cual cada centro presenta ante el cuerpo de donantes y otros representantes del CGIAR, una pequeña revisión de su programa y sus logros. Los fondos son suministrados a cada presupuesto de los centros según el total de dinero que estará disponible para el año siguiente y según la afinidad del programa del centro con las metas del sistema.

El CGIAR opera informalmente y por consenso; además, es un ejemplo de colaboración efectiva, flexible y exitosa entre el mundo industrializado y el mundo en desarrollo. La sede CGIAR se encuentra en oficinas del Banco Mundial en Washington, D.C. El Banco también proporciona los servicios de un Presidente y el Secretario Ejecutivo. El Secretario del Comité Técnico Asesor es un miembro de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura en Roma.



EL CIAT

Instituido a finales de 1967, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) fue el cuarto de los centros mundiales de investigación agrícola internacional. Su objetivo es:

Generar y transferir, en colaboración con las instituciones nacionales, tecnología mejorada que contribuya a incrementar la producción, la productividad y la calidad de alimentos básicos específicos de los trópicos, principalmente en países de América Latina y del área del Caribe, permitiendo así a los productores y consumidores, especialmente a aquellos de recursos limitados, aumentar su poder adquisitivo y mejorar su nivel de nutrición.

Claramente se manifiesta en esta declaración que el CIAT dedica sus mayores esfuerzos al mejoramiento de la producción agrícola en el trópico de América Latina y el área del Caribe. Durante estos años de desarrollo, el CIAT ha intentado moldear su programa global en uno en el cual se utilice mejor la ventaja comparativa que tiene el Centro en lo que respecta a la investigación internacional y al adiestramiento. Con esta mira, el CIAT ha enfocado sus esfuerzos hacia cuatro productos alimenticios importantes en la región: frijol, yuca, arroz y pastos tropicales (para la producción de ganado de carne y leche). En lo que respecta al frijol, la yuca y el arroz, el objetivo primordial es aumentar la productividad de cada uno de ellos en las tierras en donde actualmente se cultivan. En el caso de los pastos tropicales y, nuevamente, de la yuca, el Centro está desarrollando tecnología mejorada la cual permitirá aumentar su producción en tierras en donde pueden ser potencialmente más productivos. Dichas tierras incluyen millones de hectáreas de suelos ácidos e infértiles en donde otras especies no se pueden cultivar económicamente.

Como consecuencia de las interacciones dentro de la red de centros internacionales, cada centro tiene zonas de responsabilidades claramente definidas. El CIAT tiene responsabilidad total para el desarrollo internacional y el mejoramiento de sus cuatro productos en el trópico del hemisferio occidental, pero también trabaja en otras regiones. Entre los centros, el CIAT tiene responsabilidad mundial en el trabajo de investigación con frijol *Phaseolus* y, en el caso del mejoramiento de yuca, en todas las regiones, excepto en África. Las actividades en

Donantes del CIAT-1980

Para sus operaciones anuales, el CIAT recibe fondos de los miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Durante 1980 los miembros del CGIAR que contribuyen al programa del presupuesto básico del Centro son: los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, Alemania, Japón, Holanda, Noruega, Suiza, el Reino Unido y los Estados Unidos; la Fundación Rockefeller y la Fundación Ford; la Comisión de las Comunidades Europeas, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola.

La financiación para varios proyectos especiales y otras actividades no incluidas en el proyecto básico es proporcionada por los gobiernos de Holanda, Suiza y los Estados Unidos; y por la Fundación Kresge, la Fundación Rockefeller, el Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación (Canadá) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

el mejoramiento de arroz se limitan a América Latina, pero aún dependen en alguna medida de la cooperación técnica con el Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI), especialmente en el intercambio de material genético. Aunque no forma parte del programa básico del CIAT, el centro también sirve de base a actividades en mejoramiento de maíz para la región Andina en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México.

La sede del CIAT se encuentra localizada en una granja de 522 hectáreas entre Cali y Palmira al sur-occidente de Colombia. Aquí los científicos tienen el respaldo de servicios completos complementarios y, dependiendo del Programa, realizan investigación preliminar a nivel de campo y evaluaciones en casas de malla, invernaderos y laboratorio. El Centro también tiene en alquiler, a la Fundación para la Educación Superior (FES) de Colombia, una granja más pequeña a 50 kilómetros al sur de Cali en donde se adelantan evaluaciones preliminares para la adaptación de cultivos a suelos más pobres. En los Llanos Orientales de Colombia, el CIAT co-administra con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), una granja extensa en donde se adelanta investigación en yuca y en pastos tropicales para ganado bovino.

El CIAT también mantiene acuerdos cooperativos con instituciones nacionales y regionales en muchas localidades para ayudar a realizar las evaluaciones regionales e internacionales. En algunos casos, estos acuerdos ofrecen apoyo a los científicos que realizan investigación fuera del CIAT o que manejan redes de proyección externa.

Junta Directiva

(Miembros para 1979-80)

Dr. Werner Treitz (*Presidente*)
Federal Ministry of Economic Cooperation
Bonn, República Federal Alemana

Dr. John A. Pino (*Vicepresidene*)
Director of Agriculture
The Rockefeller Foundation
New York, N.Y., U.S.A.

Dr. Paulo de T. Alvim
Scientific Technical Director
Centro de Cacau, CEPLAC
Itabuna, B.A., Brasil

Dr. Almiro Blumenschein
Director
Centro de Pesquisas, Arroz e Feijao
Goianias, Goias, Brasil

Dr. Germán Bula Hoyos
Ministro de Agricultura
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Ramses Hakim Murad
Rector
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Jaap Hardon
Ministerie van Ladbouw en Visserij
Wageningen, The Netherlands

Dr. Reed Hertford
Program Officer
The Ford Foundation
New York, N.Y., U.S.A.

Dr. Matthew Dagg
The Ford Foundation
New Delhi, India

Dr. Pedro León Velásquez
Director General
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Alvaro Gómez Hurtado
Abogado y Director del
periódico "El Siglo"
Bogotá, D.E., Colombia

Dr. Leobardo Jiménez Sánchez
Profesor, Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura
Chapingo, México

Dr. John L. Nickel
Director General
Centro Internacional de Agricultura Tropical,
Cali, Valle, Colombia

Dr. Shiro Okabe
Director
Tropical Agricultural Research Center
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
Yatabe, Tsukuba, Ibaraki, Japón

Dr. Martín Piñeiro
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
San José, Costa Rica

Dr. Luis Paz Silva
Director, Oficina de Planeación
Ministerio de Agricultura
Lima, Perú

Prof. J.A. Spence
Dean of Agriculture
Faculty of Agriculture
University of the West Indies
St. Augustine, Trinidad and Tobago

Prefacio

El producto físico de un centro internacional de investigación agrícola como el CIAT es el germoplasma mejorado, complementado por mejores prácticas de manejo asociadas con él. Virtualmente todo lo que hacemos como grupo de científicos se relaciona, de alguna manera, con la producción, evaluación y distribución de material genético que se comporte mejor que cualquier otro existente.

La situación crítica a la cual se está enfrentando el mundo en materia de alimentación nos dictamina que trabajemos con un sentido de urgencia. En nuestros primeros años como centro internacional respondimos a este sentido de la urgencia dirigiendo nuestros esfuerzos hacia la evaluación, selección y distribución de germoplasma que ya había sido desarrollado por otras instituciones. Estos materiales incluyeron cultivares comerciales y líneas genéticas avanzadas. Muchos han presentado un comportamiento superior al de materiales locales en sitios diferentes que para los que fueron desarrollados. Por consiguiente, la distribución de dichas selecciones de germoplasma ya le ha servido a diversos programas nacionales mientras que van avanzando los procesos de hibridación y selección los cuales requieren más tiempo. En este momento el CIAT se encuentra en un punto en el cual una mayor cantidad de nuestros propios productos está siendo distribuida, a medida que los resultados de nuestros esfuerzos interdisciplinarios en mejoramiento genético han alcanzado etapas avanzadas de desarrollo y de evaluación.

El movimiento de germoplasma se puede comparar con los flujos que ocurren en una tubería de conducción. Los materiales, incluyendo cultivares existentes, germoplasma avanzado de programas nacionales y líneas avanzadas del CIAT, entran a la tubería de conducción por diferentes vías y fluyen por una serie compleja de redes de ensayos. Estas redes dependen en gran medida de la cooperación estrecha de colaboradores a los niveles regional, nacional y local. Finalmente, unos pocos materiales salen de la tubería de conducción por la vía de nuestros clientes — los programas nacionales los cuales trabajarán para asegurarse de que las nuevas variedades sean adaptadas a las condiciones locales y adoptadas por los agricultores.



Frijol

Es fácil llenar la tubería de conducción. La gran cantidad de germoplasma existente hoy día, proveniente de toda clase de fuentes y de las actividades de hibridación, podría asegurar que las tuberías de conducción se mantengan llenas. Sin embargo, la nuestra tiene un diseño exclusivo con una serie de "válvulas de control", las cuales sólo permiten el paso de los mejores materiales. A medida que los materiales se mueven por la tubería hacia el cliente, se deben refinar continuamente. Los avances de nuestro trabajo en 1979 reflejan en gran parte estos métodos refinados que estamos incorporando para asegurar que los materiales de germoplasma bajo nuestra responsabilidad se mueven eficiente y rápidamente hacia nuestros clientes. Muestran que, en efecto, hay material muy promisorio que está fluyendo por la tubería de conducción del CIAT hacia los conductos de los programas nacionales. Igual de alentadores con los numerosos materiales mejorados que vienen avanzando en etapas tempranas de la tubería de conducción.



Pastos Tropicales

Como se puede concluir de los informes de los cuatro programas básicos del centro, aún dependemos en gran medida de los cultivares existentes de las diversas especies. Estos constituyen las fuentes de cada uno de los caracteres favorables que buscamos aislar e incorporar en materiales mejorados. Una meta que siempre ha sido importante es el aislamiento de estos caracteres a fin de hacer el uso más eficiente de ellos. Este año se modificaron y mejoraron varios métodos de selección para asegurarnos que se están seleccionando los materiales más valiosos para su utilización como progenitores y que se está rechazando el material inútil.

Ya sea que estemos trabajando con germoplasma existente o con materiales nuevos, para que exhiban su potencial es necesario que estos cultivares y líneas sean adaptados a las condiciones locales y a las prácticas agrícolas utilizadas. Nuestros programas están al tanto de estos requerimientos y están trabajando para tratar de entender las complejas relaciones ambientales que existen en sus respectivas áreas geográficas objetivo. Aunque no esperamos producir una gran cantidad de materiales nuevos específicamente adaptados a cada una de las miles de condiciones locales existentes por toda nuestra zona de influencia, sí necesitamos entender la forma cómo los diversos factores locales de los ambientes van a afectar el comportamiento de los materiales que están emergiendo de nuestros programas.

Gran parte del progreso es el resultado de la sólida colaboración que recibimos de nuestra contraparte en América Latina y el Caribe, en Asia y en otras partes del

mundo. Estamos en la capacidad de proporcionar juegos de viveros de materiales a los investigadores agrícolas, pero este esfuerzo sería inútil para nosotros a menos que recibamos datos completos y precisos de las evaluaciones que se hagan con este material. En consecuencia, es satisfactorio para nosotros anotar el inmenso valor que tiene la colaboración que hemos recibido en las diversas válvulas de control a lo largo de la tubería de conducción. Nuestras inversiones en el adiestramiento a cientos de profesionales en años pasados está pagando ahora grandes dividendos puesto que nuestros científicos pueden trabajar cercana y productivamente con estos antiguos becarios. Tal vez más importante aún sea el hecho que estamos observando el trabajo excelente que se está haciendo en los países para satisfacer las necesidades locales.

Nuestros logros en 1979 resultaron de una combinación cuidadosa de proyectos globales y específicos. El hecho de que nuestros programas han sido capaces de definir certeramente sus respectivas metas, establecer prioridades, desarrollar las estrategias apropiadas para alcanzarlas y mover nueva tecnología a lo largo de la tubería de conducción, claramente demuestra nuestra evolución como un centro.

El año pasado mencionamos que nuestra madurez se mediría por la cantidad y, en últimas, por el grado en que las nuevas tecnologías fueran incluidas en los esfuerzos investigativos de adaptación/validación por los programas nacionales y finalmente adoptadas por los agricultores. Creemos que los resultados obtenidos este año muestran que estamos logrando progresos significativos hacia la primera parte y que la segunda pronto proseguirá.

Aprovecho esta oportunidad para congratular a mis colegas en el CIAT y a nuestros colegas en los programas nacionales por los progresos palpables que se resumen en este informe y, además, agradecer a nuestros donantes, cuya generosidad e interés han hecho que éste sea posible.

John L. Nickel
Director General



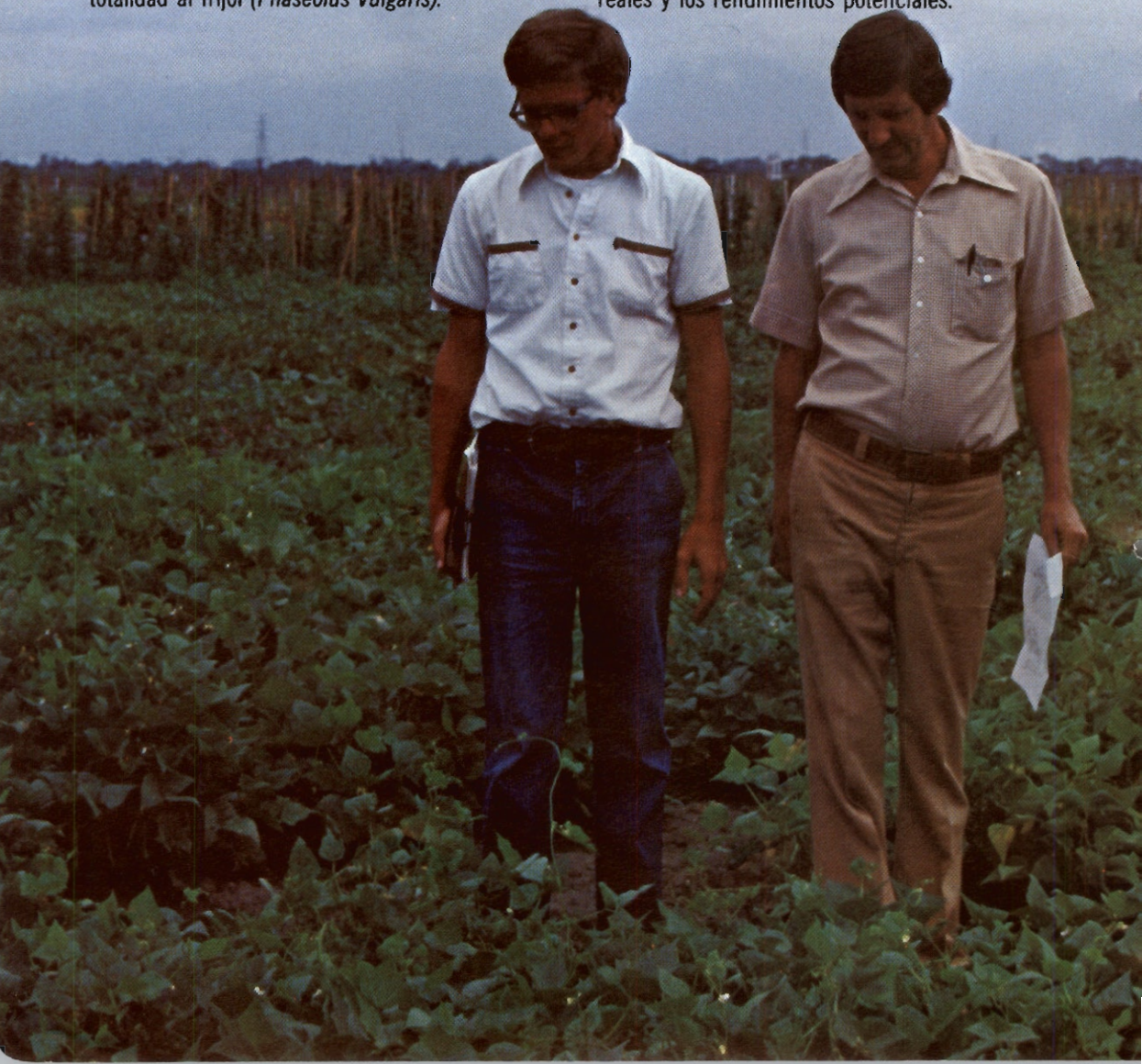
Yuca



Arroz

Las leguminosas de grano son tradicionalmente fuentes importantes de proteína en muchas partes del mundo y especialmente en áreas en desarrollo. La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estimó que, para el período 1975-77, la producción mundial de frijol fue de 12.4 millones de toneladas. La zona más importante es América Latina, con una producción de 4.7 millones de toneladas, equivalentes al 38 por ciento del total. Le sigue en importancia África Oriental, con una producción anual de 0.8 millones de toneladas. Mientras que estos datos de producción mundial total incluyen varias leguminosas comestibles, tanto en América Latina como en África Oriental las leguminosas comestibles producidas corresponden casi en su totalidad al frijol (*Phaseolus vulgaris*).

En América Latina, en donde el CIAT ha concentrado sus esfuerzos en el mejoramiento de *P. vulgaris*, la producción de frijol ha quedado considerablemente atrás en comparación con la tasa promedio de crecimiento de la población estimada en 2.8 por ciento. A pesar del rápido aumento en las importaciones en varios países de la región, el consumo de frijol per capita ha disminuido de 16.8 a 13.5 kg/año, para toda la región. Aunque durante los últimos 15 años la producción ha aumentado ligeramente de un año a otro, los aumentos se han debido a la expansión del área sembrada. Para América Latina en general, los rendimientos promedio han disminuido y ahora se encuentran por debajo de 600 kg/ha. Esta cifra representa una gran brecha entre los rendimientos reales y los rendimientos potenciales.



Programa de Fríjol

INTRODUCCION

El objetivo del Programa de Frijol del CIAT es producir, en colaboración con los programas nacionales, tecnología para mejorar la productividad del frijol. El Programa busca lograr sus objetivos de las siguientes maneras: desarrollando genotipos mejorados con resistencia o tolerancia a varios factores limitantes importantes; por medio del desarrollo de mejores prácticas agronómicas que sean compatibles tanto con los genotipos mejorados como con los diversos sistemas de cultivo practicados por los productores de frijol en la región; mediante el adiestramiento de personal de programas nacionales; y por medio de actividades de cooperación internacional para desarrollar redes sólidas de investigación de frijol en América Latina y África Oriental.

Durante 1979, el Programa de Frijol logró progresos significativos en cada una de cuatro áreas. La mayoría de las líneas mejoradas que entraron a las pruebas internacionales este año eran portadoras de resistencia a los principales problemas bióticos, incluyendo a las enfermedades de alta prioridad tales como el virus del mosaico común (BCMV), la roya, el añublo bacterial común, la mancha angular y la antracnosis y al insecto más limitante, el lorito verde. Se lograron mejoramientos en la selección por reacciones a factores limitantes de importancia y se ajustaron los esquemas de manejo para permitir la evaluación más eficiente de los viveros del Programa. Se definieron los métodos para el mejoramiento genético y la evaluación de generaciones tempranas de frijoles trepadores. Durante el año se intensificó el movimiento de cultivares comerciales y líneas genéticas promisorias avanzadas entre países de la región.

En los estudios agronómicos, se logró fijar nitrógeno bajo condiciones de campo a temperaturas altas. Se identificaron materiales con tolerancia a suelos moderadamente ácidos y bajos niveles de fósforo disponible. Los experimentos realizados a nivel de finca confirmaron que hay ciertos componentes tecnológicos de bajo costo que son rentables y que pueden aumentar significativamente los rendimientos del frijol.

Las actividades de adiestramiento se mantuvieron sólidas durante 1979. A pesar de que el adiestramiento se ofreció primordialmente a profesionales de América Latina, este año también trabajaron en el CIAT los primeros becarios provenientes de África Oriental.



En dos reuniones de discusión patrocinadas por el CIAT - una sobre enfermedades del frijol y otra sobre estrategias para el mejoramiento genético del frijol — se reunieron científicos de programas nacionales de América Latina y otras partes del mundo. Se inició la publicación de un boletín informativo para investigadores de frijol de América Latina y se produjo otra serie de informes para suministrar información útil y en el momento oportuno.

SELECCION DE GERMOPLASMA POR CARACTERISTICAS DESEABLES

En 1979, la Unidad de Recursos Genéticos sumó a la colección de especies de *Phaseolus* más de 5000 nuevas accesiones de germoplasma. El número total de accesiones en el banco es ahora de casi 27,000, de las cuales 24,000 corresponden a *P. vulgaris*.

Para lograr las metas del Programa de producir y distribuir germoplasma mejorado, es básico identificar y utilizar en los proyectos específicos de mejoramiento genético la variabilidad presente en los materiales parentales. Por consiguiente, como parte del manejo de esta colección, los científicos en la Unidad de Recursos Genéticos y del Programa de Frijol están sistemáticamente evaluando todas las accesiones según una lista de 32 caracteres básicos. Esto va permitiendo a los científicos del Programa de Frijol del CIAT o a investigadores de otras partes del mundo seleccionar y utilizar materiales promisorios.

Durante el año se completó la evaluación de las primeras 10,000 accesiones de *P. vulgaris*. Los materiales se sembraron en varias localidades de Colombia para observar su adaptación en una diversidad de ambientes y sus reacciones contra varios factores limitantes.

Resistencia a Enfermedades

El virus del mosaico común del frijol (BCMV) es una de las enfermedades más difundidas en América Latina. La selección de las 10,000 accesiones se hizo este año en el invernadero (inoculaciones) y en el campo en CIAT-Palmira y Popayán. Sólo 8.7 por ciento de los materiales mostró resistencia uniforme y el 13.8 por ciento presentó reacciones variables. Las accesiones dentro de esta última categoría se seleccionarán contra cepas específicas del BCMV para eliminar materiales susceptibles y segregantes adicionales.

Cuadro 1. Información climática sobre las localidades mencionadas en este informe en donde el CIAT realiza investigaciones con frijol.

Localidad (Departamento)	Altitud (msnm)	Temp. media (°C)	Precip. media (mm/año)
Principales			
CIAT-Palmira (Valle del Cauca)	1000	23.7	1000
Popayán (Cauca)	1850	17.9	1600
Secundarias			
CIAT-Quilichao (Cauca)	1052	24.8	1845
Huila (4 áreas) (Huila)	900-1300	17.0-23.0	1100-1500
La Selva (Antioquia)	2200	18.0	1500
Obonuco (Nariño)	2710	13.0	575
Restrepo (Valle del Cauca)	1500	19.9	1000
Santa Fé (Antioquia)	400	26.7	1120

¹ En colaboración con la Secretaría de Agricultura del departamento del Cauca

² En colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Los resultados de cuatro años de evaluaciones de un grupo de materiales promisorios en el Vivero Internacional de Roya de Frijol (IBRN) mostraron que, si bien todos los materiales fueron susceptibles en una o más localidades durante uno o más años, varios fueron ampliamente resistentes a muchos de los complejos de razas de roya presentes en América Latina y otras partes del mundo. Este año se despacharon más de 30 juegos del IBRN de 1979-80.

La Figura 1 muestra la variabilidad específica por localidad y por tiempo para los 41 testigos estandar del IBRN. Estas localidades y estaciones contrastantes forman una red complementaria de ensayos de germoplasma la cual permite identificar los materiales que tienen resistencia amplia o intermedia a la variabilidad de razas del patógeno de la roya presentes en estas áreas.

En Popayán, los 10,000 materiales de germoplasma recibieron inoculaciones múltiples con los patógenos causales de la antracnosis y de la mancha angular. Aproximadamente 300 de estos materiales se seleccionaron como promisorios por su adaptación local y resistencia a una o ambas enfermedades. Estos materiales se evaluarán más intensivamente en próximas estaciones de siembra.

En el invernadero se inocularon plántulas de aproximadamente 1000 líneas genéticas avanzadas, todas resistentes al BCMV, y se evaluaron por su reacción al añublo bacterial común. Aproximadamente un 5 por ciento fue resistente o intermedio.

Otras 1500 líneas genéticas se evaluaron en el invernadero por su reacción al añublo de halo, observándose un porcentaje de resistencia a los aislamientos colombianos del patógeno similar al anterior. Las selecciones resistentes de ambos grupos se reevaluarán para confirmar sus reacciones.

Resistencia a Insectos

Este año se evaluaron otros 4000 materiales por su resistencia al lorito verde (*Empoasca kraemeri*) observándose un 5 por ciento con altos niveles de tolerancia. Se hacen esfuerzos especiales en la selección de materiales de semilla de color rojo, puesto que en el banco de germoplasma se ha identificado muy poca resistencia entre las accesiones de este color.

Se estructuró un Vivero Internacional de *Empoasca* el cual se despachó a siete países de América Central y del Caribe. El Vivero incluye 54 materiales seleccionados en años anteriores como tolerantes o resistentes bajo altos niveles de infestación en los campos del CIAT.

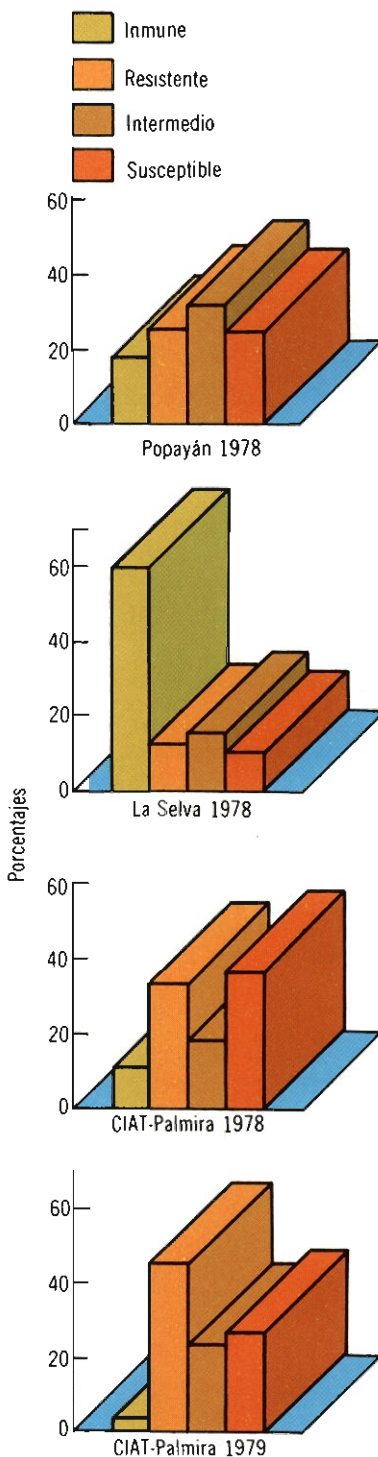


Figura 1. Variabilidad patogénica de poblaciones del hongo de la roya que infectaron accesiones testigo del Vivero Internacional de Roya del Frijol (IBRN) en localidades de Colombia.



Figura 2.
Este campo, localizado en Popayán, tiene sembradas 10.000 accesiones (cada sitio de unas cuantas plantas contiene una accesión) las cuales se estarán evaluando simultáneamente por su reacción a la mancha angular y a la antracnosis.

Figura 3.
El suelo ácido e infértil de la subestación CIAT-Quilichao es ideal para evaluar materiales de frijol por su adaptación a las condiciones de suelos pobres, en este caso, por sus reacciones a los bajos niveles de fósforo.

Figura 4.
Pocos materiales, tales como el que está sosteniendo el Agrónomo Michael Thung, toleran suelos moderadamente ácidos y bajos niveles de fósforo.



Tolerancia a Suelos Moderadamente Ácidos

En muchas áreas de América Latina la producción de frijol está siendo forzada hacia tierras de fertilidad marginal. Problemas típicos en muchas de estas tierras incluyen un bajo nivel de fósforo aprovechable y alta acidez del suelo acompañada por altos niveles de aluminio y manganeso. Aunque el Programa de Frijol no está desarrollando materiales específicamente adaptados a los suelos ácidos e infértiles del trópico, es deseable identificar genotipos que presenten un buen comportamiento bajo condiciones de acidez moderada.

Este año se modificó ligeramente el sistema de selección de tal manera que se pudiera utilizar el rendimiento real de frijol bajo la incidencia de estos factores de estrés, para medir la tolerancia a las condiciones de suelos pobres. Entre los materiales evaluados, los cultivares provenientes de Brasil se identificaron como los mejores en condiciones de bajos niveles de fósforo aprovechable y acidez moderada del suelo. Algunas de estas accesiones se han utilizado en cruzamientos por resistencia a la antracnosis y mejor arquitectura de la planta.

Arquitectura de la Planta

Entre los 10,000 accesiones del germoplasma evaluadas en cuatro localidades de Colombia, se seleccionaron varios materiales promisorios por sus hojas de tamaño pequeño, entrenudos cortos, vainas pequeñas, etc. Cada uno de estos caracteres se está evaluando para determinar su potencial para mejorar los rendimientos.



Tolerancia a la Sequía

Los resultados de dos años de evaluaciones en CIAT-Palmira mostraron 15 materiales del germoplasma y selecciones híbridas que presentaron un comportamiento favorable bajo condiciones de sequía. Otros ocho materiales presentaron un comportamiento variable de una estación a otra pero también parecen poseer tolerancia.

Adaptación a Temperaturas Extremas

Muy pocas variedades arbustivas de frijol se adaptaron a condiciones de temperatura media de 14°C (en la localidad de Obonuco) o a 28°C (localidad de Santa Fé) y ninguna se adaptó a las condiciones de ambas localidades. Se han identificado unos pocos materiales como fuentes parentales para mejorar la adaptación a las condiciones de temperaturas extremas. (Los resultados de las evaluaciones de frijoles trepadores por su adaptación a las condiciones de temperatura se presentan bajo la sección de Mejoramiento de Frijol voluble).

MEJORAMIENTO GENETICO Y EVALUACION DE MATERIALES AVANZADOS

La mayor parte del esfuerzo del Programa de Frijol por mejorar el germoplasma de *P. vulgaris* se concentra en proyectos de mejoramiento genético diseñados para mejorar y combinar caracteres específicos en esta especie. Los materiales promisorios que van surgiendo

Figura 5.

La nueva técnica para inocular el agente causal del añublo bacterial común es rápida y efectiva para evaluar un gran número de materiales. Las segundas hojas trifoliadas se rajan con dos cuchillas de afeitar y a su vez entran en contacto con una esponja saturada con esporas del patógeno.

Figura 6.

Después de 10 a 14 días, se observan claramente los síntomas del añublo bacterial en los materiales de frijol susceptibles.



de estos proyectos entran a un proceso de selección de cuatro niveles. el cual se resume en la Figura 7. Además de las líneas genéticas provenientes de los proyectos del CIAT, también se pueden incluir en estas evaluaciones materiales promisorios de programas nacionales o accesiones del banco de germoplasma.

Progresos en los Principales Proyectos de Fitomejoramiento

El Cuadro 2 muestra el número de cruzamientos hechos en 1979 en los diversos proyectos de mejoramiento genético en el Programa de Frijol. A continuación se discuten actividades en algunos de los proyectos específicos.

Virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV)

El objetivo de este proyecto es incorporar el gene I dominante de resistencia al BCMV en cultivares comerciales que actualmente son susceptibles a este importante virus transmitido por la semilla y proteger al gene I de las cepas del BCMV que inducen necrosis. Los colaboradores en el Plant Breeding Institute, Holanda, han identificado familias F₃ con combinaciones de genes recesivos múltiples de resistencia. Se requerirán varios retrocruzamientos para incorporar esta resistencia de genes múltiples en materiales que presenten características agronómicas favorables.

Roya

Como resultado de las evaluaciones en diversas localidades, incluyendo los resultados del IBRN, se incluyeron en el esquema de cruzamientos muchas fuentes nuevas de resistencia a la roya, a fin de ayudar a asegurar la frecuencia y estabilidad de la resistencia a esta enfermedad de alta prioridad. Actualmente, la mayoría de los cruzamientos hechos en el Programa tienen por lo menos un progenitor resistente a la roya. Algunas de las nuevas fuentes incluyen diferentes tipos de resistencia y se han iniciado estudios sobre la heredabilidad y estabilidad de esta variabilidad.

Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV)

En 1979 se hicieron 417 cruzamientos por resistencia al BGMV, utilizando una proporción mucho más alta de progenitores de semilla no negra en comparación con años anteriores. Se distribuyó un ensayo uniforme internacional formado por 145 líneas híbridas mejoradas por resistencia al BGMV.

Cuadro 2. Número de cruzamientos hechos durante 1979 en varios de los proyectos de mejoramiento genético de frijol en el CIAT.

Proyecto de mejoramiento genético	No. de cruzamientos
Resistencia a:	
Mancha angular	43
Antracnosis	170
Apion	21
Virus del mosaico común del frijol (BCMV) (retrocruzamientos, genes múltiples)	244
Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV)	418
Añublo bacterial común	76
<i>Empoasca</i>	117
Roya	19
Factores múltiples	63
Tolerancia a:	
Sequía	0
Temperaturas extremas	6
Bajo contenido de fósforo en el suelo	61
Arquitectura y rendimiento	198
Frijol trepador (incluyendo resistencia al BCMV, añublo bacterial común, <i>Empoasca</i> y roya)	193
Rangos de madurez	11
Mejoramiento de cultivares nacionales	111
Fijación de nitrógeno	239
Otros	75
Total	2065

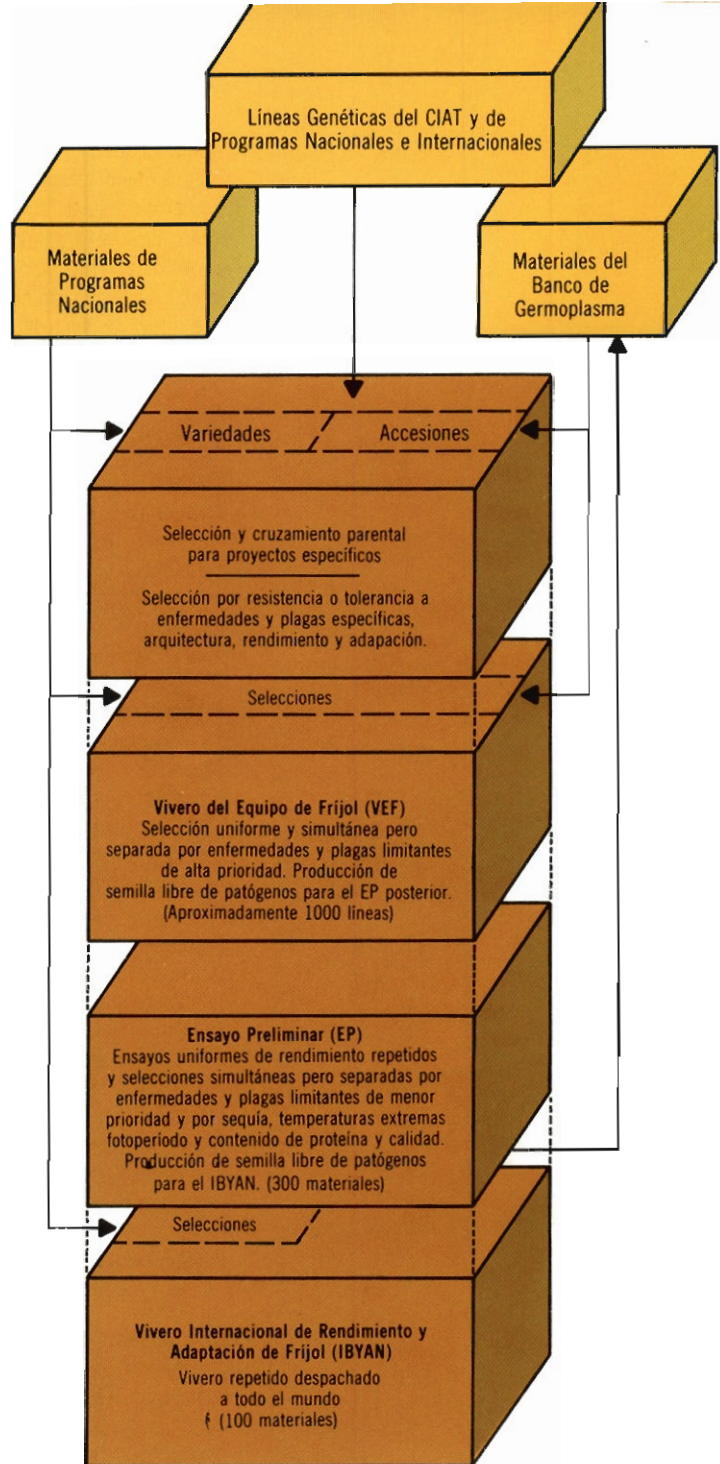


Figura 7.

Para producir y probar el germoplasma mejorado de frijol se sigue la secuencia de este esquema. No se muestra el Sistema computarizado de Información sobre Frijol (SIFRI) en el cual se almacenan los resultados de todos los cruzamientos y de las evaluaciones.

Figura 8.
El Coordinador del Programa de Frijol, Aart van Schoonhoven (izquierda) discute los resultados de esta selección con Steven Beebe, Científico Posdoctoral en Fitopatología.



Añublo Bacterial Común

Los resultados desalentadores obtenidos en el Vivero del Equipo de Frijol de 1978 (VEF) indicaron la necesidad de intensificar el programa para incorporar resistencia al añublo bacterial común en nuevo germoplasma mejorado. Se evaluaron cruzamientos adicionales mediante una nueva técnica de selección la cual hace énfasis en el tamaño de la lesión como el factor determinante primordial del grado de infección. Este método de selección resultó en un aumento considerable en el número de materiales con resistencia al añublo bacterial común.

Antracnosis

Utilizando más de dos docenas de nuevas fuentes de resistencia, se hicieron 170 cruzamientos con cultivares seleccionados provenientes de varios países de la región. Las fuentes de resistencia incluyeron varios materiales con el tipo de grano deseable.

Picudo de la Vaina

Se hicieron nuevos cruzamientos por resistencia al picudo de la vaina, *Apion godmani*, utilizando selecciones promisorias provenientes de El Salvador. A mediados de 1979 se distribuyeron 90 familias de cruzamientos previos con progenitores resistentes al picudo, para su evaluación en América Central.

Fijación de Nitrógeno

Durante el año se completaron dos ciclos para desarrollar poblaciones con una mayor capacidad de fijación de nitrógeno. En el segundo ciclo de cruzamientos se introdujeron algunos materiales promisorios del VEF y de los Ensayos Preliminares (EP). Todos los materiales en estos cruzamientos son portadores de resistencia al BCMV. Un total de 140 líneas F₃, derivadas de selecciones promisorias de plantas individuales hechas en el invernadero en el primer ciclo, está siendo evaluado en el campo en CIAT-Quilichao por su capacidad de fijación de nitrógeno, adaptación y rendimiento.

Mejoramiento de Frijol Voluble

El proyecto de mejoramiento de frijol trepador incluye la evaluación y selección de materiales sobresalientes del banco de germoplasma, como también la hibridación para producir nuevos materiales. Como este programa es relativamente nuevo, se ha hecho algún énfasis en la definición de la metodología para el mejoramiento genético y las evaluaciones. Esto es necesario ya que los frijoles trepadores se seleccionan primordialmente por su adaptación a los sistemas de cultivo prevalientes en

las fincas pequeñas como son los sistemas de relevo y asociación directa con maíz.

Metodología para el Mejoramiento Genético. El sistema de cultivo de relevo, en el cual el frijol se siembra cuando el maíz ha alcanzado su madurez fisiológica, es importante en América Central y en áreas de América del Sur. En este sistema prácticamente no existen efectos de competencia y los potenciales de rendimiento de ambos cultivos son más altos que en los sistemas asociados.

En ensayos realizados en CIAT-Palmira, el frijol trepador se comportó relativamente diferente en monocultivo y en relevo, lo cual indica la necesidad de seleccionar variedades y desarrollar híbridos para el sistema de cultivo particular. Nuevamente se observaron grandes diferencias en la incidencia de insectos, especialmente de *Empoasca* y del ácaro tropical. Se observaron niveles de ataque mucho menores en los sistemas de relevo y asociación que en monocultivo.

Las evaluaciones realizadas en tres localidades de baja temperatura mostraron la adaptación a localidades específicas, con una marcada diferencia entre la localidad de mayor altitud (Obonuco, 2710 m, 12.7°C) y la localidad intermedia (La Selva, 2100 m, 17.0°C). Por esta razón, el mejoramiento del frijol trepador para su adaptación a áreas más frías se realiza como un proyecto separado.

También se realizaron ensayos para comparar los rendimientos de frijol y maíz sembrados en hileras a chorro continuo con la siembra tradicional a golpes, para verificar si este último se puede utilizar para la selección por rendimiento en generaciones tempranas. Aunque los rendimientos de ambos cultivos fueron mayores en el sistema intercalado, bajo las condiciones del sistema tradicional, los rendimientos fueron casi iguales cuando el frijol se sembró a razón de 8 plantas/m², lo cual indica que este sistema es válido para hacer ensayos de selección.

También se estudiaron algunos efectos de la competencia. La resistencia al volcamiento fue la característica más importante del maíz para ser tenida en cuenta al escoger el tipo adecuado para el sistema de cultivo asociado. La competencia ejercida por las variedades de frijol trepador se determinó primordialmente por sus efectos en el volcamiento del maíz. A su vez, el tipo de hábito de crecimiento del frijol afectó el volcamiento del maíz; se observó que el frijol más vigoroso (tipo IVb) trató de tumbar el maíz.

Evaluación de Germoplasma. La colección completa de frijoles trepadores (1950 accesiones) se evaluó durante

Figura 9.

El frijol trepador es un cultivo tradicional para el agricultor pequeño. Como con frecuencia se cultiva en asociación con otros cultivos tales como el maíz, los fitomejoradores le prestan atención especial a su comportamiento bajo condiciones de competencia.





Figura 10.
La antracnosis es una de las enfermedades de frijol más seria y ampliamente distribuida; es uno de los problemas de alta prioridad para el Programa de Frijol del CIAT.

el año en Popayán, La Selva y Obonuco. Todas las accesiones se sembraron a golpe en monocultivo, en sistemas de relevo y en asociación directa con maíz.

La Selva ofreció condiciones excelentes para evaluar materiales por resistencia a la antracnosis en el campo. Se seleccionaron varias nuevas fuentes promisorias resistentes y la selección posterior de estos materiales en el invernadero en CIAT-Palmira mostró que eran resistentes a varias razas del patógeno.

Dos accesiones, seleccionadas por su potencial de rendimiento en sistemas de relevo y por su resistencia a la antracnosis, están siendo evaluadas en ensayos a nivel de finca en Antioquia, Colombia.

Mejoramiento Genético. El Programa de mejoramiento genético de frijol trepador tiene el objetivo básico de combinar un alto potencial de rendimiento con resistencia a las principales enfermedades e insectos, especialmente a la antracnosis, BCMV y *Empoasca*. Después de hacer evaluaciones en generaciones tempranas, las selecciones avanzadas entran en el Vivero del Equipo de Frijol, VEF. Se seleccionaron varias familias en generaciones tempranas por sus rendimientos aceptables en asociación con maíz y se están evaluando más intensivamente por sus reacciones a las enfermedades y plagas prioritarias.

Se están retrocruzando materiales comercialmente aceptables y ampliamente cultivados con el fin de introducir simultáneamente resistencia a la antracnosis y al BCMV. Para finales de 1980 se tendrán disponibles para las evaluaciones a nivel de finca, selecciones de líneas uniformes de Cargamanto con la resistencia doble (Cargamanto es el primer cultivar utilizado en este proyecto).

EVALUACIONES UNIFORMES DE MATERIALES PROMISORIOS Y MEJORADOS

Las accesiones del germoplasma que presenten rasgos valiosos y las líneas genéticas promisorias que han pasado las evaluaciones en generaciones tempranas, pueden ser seleccionadas para entrar al sistema uniforme de evaluación del Programa de Frijol (Fig. 7). Las selecciones promisorias provenientes de programas nacionales de mejoramiento genético también pueden entrar a este sistema. Todos los materiales que entren a estas evaluaciones uniformes deben ser resistentes al BCMV.



Figura 11.
Aunque parece un campo de frijol extenso, estas parcelas sembradas mediante el sistema de relevo realmente son campos de unas pocas hectáreas cuyos propietarios son pequeños agricultores. Los mejores agricultores de esta región de Antioquia, Colombia, producen en sus tierras 1 ton/ha o más.

Figura 12.
Durante un viaje de estudio realizado a Antioquia, Colombia, dos becarios del Programa de Frijol del CIAT observan el método tradicionalmente utilizado en la región para secar la yuca.



Figura 13.
Cuatro participantes en la Reunión de Discusión de Mejoramiento Genético de Frijol discuten las estrategias de fitomejoramiento mientras visitan los campos de evaluación de frijol trepador en CIAT-Palmira.

Vivero del Equipo de Frijol (VEF)

El VEF es el primer vivero uniforme de selección. El VEF de 1979 contuvo un número mucho menor de introducciones (594 en comparación con 1464 para el año anterior) debido en gran parte a que las exigencias para los materiales fueron más estrictas, especialmente en lo relacionado con su resistencia al BCMV. La mayoría de las disciplinas del Programa mejoraron sus criterios de evaluación de los materiales en este vivero.

Los niveles de resistencia registrados para las enfermedades importantes evaluadas en el VEF incluyeron: roya (7 por ciento de todos los materiales); mancha angular (0.5 por ciento); antracnosis (15 por ciento); y mancha blanca (6 por ciento). Varios materiales fueron resistentes a *Empoasca* y al añublo bacterial común, pero ninguno fue inmune.

Entre las características importantes que determinarán, en últimas, la adopción de cultivares por los agricultores están el color y el tamaño del grano de los nuevos materiales. El VEF de 1979 presentó una buena variabilidad en color; sólo un 22 por ciento de las introducciones fue de semilla negra. El 45 por ciento de las introducciones correspondió a semilla intermedia y grande, los tamaños más deseables.

Figura 14.

Un ejemplo claro de una nueva línea genética arbustiva del CIAT, seleccionada por arquitectura mejorada, especialmente por un hábito de crecimiento erecto.



Ensayos Preliminares (EP)

El EP es el segundo nivel de evaluación uniforme de materiales promisorios y mejorados e incluye la primera selección por rendimiento con repeticiones. Es un vivero cerrado y todos los materiales incluidos son seleccionados del VEF. El EP de 1979 incluyó 180 selecciones provenientes del VEF de 1978. Los rendimientos se evaluaron en parcelas repetidas sembradas en CIAT-Palmira y Popayán. En esta etapa se hacen evaluaciones adicionales por reacciones a enfermedades y adaptación general a éstas y otras localidades.

En ensayos de rendimiento realizados en CIAT-Palmira, seis introducciones de semilla negra y ocho de semilla no negra sobrepasaron en rendimiento a los respectivos testigos internacionales. En Popayán, 27 materiales de semilla negra y 47 de semilla no negra superaron los rendimientos de los testigos. Estos resultados demuestran el mejoramiento significativo que se ha logrado en términos de rendimiento durante los últimos años, especialmente entre los materiales no negros. En el Cuadro 3 se presenta un resumen de los rendimientos obtenidos en cada grupo.

Además del rendimiento, en el vivero EP se evalúan

otros factores, incluyendo la tolerancia a la sequía. Se observaron 17 introducciones con niveles relativamente altos de tolerancia a condiciones moderadas de sequía. Seis materiales mostraron reducciones en rendimiento de menos del 10 por ciento y cuatro de estos materiales dieron rendimientos de más de 2200 kg/ha bajo condiciones de sequía moderada.

En materiales de varios colores y diversos tipos de planta se encontraron resistencias a la roya, la mancha angular, la antracnosis, el añublo sureño, el añublo de halo, la mancha gris y la mancha blanca y al lorito verde, *Empoasca*. Veinte introducciones de semilla no negra y 35 de semilla negra presentaron resistencia a tres o más de estos problemas prioritarios y una de las introducciones presentó resistencia a siete de estos problemas. Fueron pocos los materiales resistentes a mustia hilachosa y al ácaro tropical y ninguno presentó alta resistencia al BGMV, añublo bacterial común o mancha foliar de *Ascochyta*.

Los materiales del EP también se evaluaron por su contenido de proteína. Ninguno presentó menos de un 23 por ciento de proteína, en tanto que nueve materiales presentaron niveles por encima del 30 por ciento. Para las introducciones del EP también se determinaron los tiempos de cocción obteniendo un rango de variación entre 25 y 80 minutos.

Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN)

El IBYAN es la tercera prueba en la secuencia de ensayos uniformes y la primera que se hace en una amplia escala

Cuadro 3. Resumen de los rendimientos obtenidos con las introducciones del Ensayo Preliminar (EP)-1979 del Programa de Frijol del CIAT.

	Todas las introducciones de prueba	Testigos internacionales	Mejor testigo internacional	Selecciones del IBYAN 1979
	Rendimiento (kg/ha)			
Semilla negra:				
CIAT-Palmira	2764 (105) ¹	2964 ²	3232 (6)	3003 (15)
Popayán	2796 (105)	2868	3282 (27)	2838 (15)
Semilla no negra:				
CIAT-Palmira	2497 (75)	2496	2918 (8)	2686 (25)
Popayán	2779 (75)	2352	3147 (47)	2695 (25)

¹ Los valores entre paréntesis corresponden al número de materiales

² Tres cultivares comerciales de cada grupo de color fueron testigos

internacional. Para el segundo semestre de 1979, todos los materiales evaluados en el IBYAN fueron seleccionados del EP previo, según el esquema de desarrollo de germoplasma del Programa. La Figura 16 muestra como ha cambiado la composición de los IBYAN durante cuatro años; vale la pena anotar que los juegos de 1979 estuvieron conformados, casi en su totalidad, por nuevas líneas genéticas. Para finales de 1979 se habían distribuido 120 juegos de estos viveros (dos de frijoles arbustivos y tres de frijoles trepadores), casi todos en América Latina.

Los resultados del IBYAN de 1978 para los frijoles arbustivos y divididos según el color del grano, mostraron que, en casi todas las localidades de ensayo, el germoplasma mejorado presentó un mejor comportamiento que los testigos locales. En el caso de los materiales de semilla no negra, a pesar de que pueden haber sobrepasado en rendimiento a las variedades locales, la mayoría de los materiales aún carecían de las características deseables en términos del color y tamaño del grano. La Figura 17 presenta un resumen de los resultados de tres años de evaluación del IBYAN, según los promedios para los mejores materiales locales y promisorios enviados por el CIAT.

Figura 15.
En 1979 se distribuyó el Primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN) para frijoles trepadores. Este IBYAN para frijoles trepadores de semilla roja está siendo evaluado en Costa Rica por el Agrónomo/Fitomejorador, Jeremy Davis.



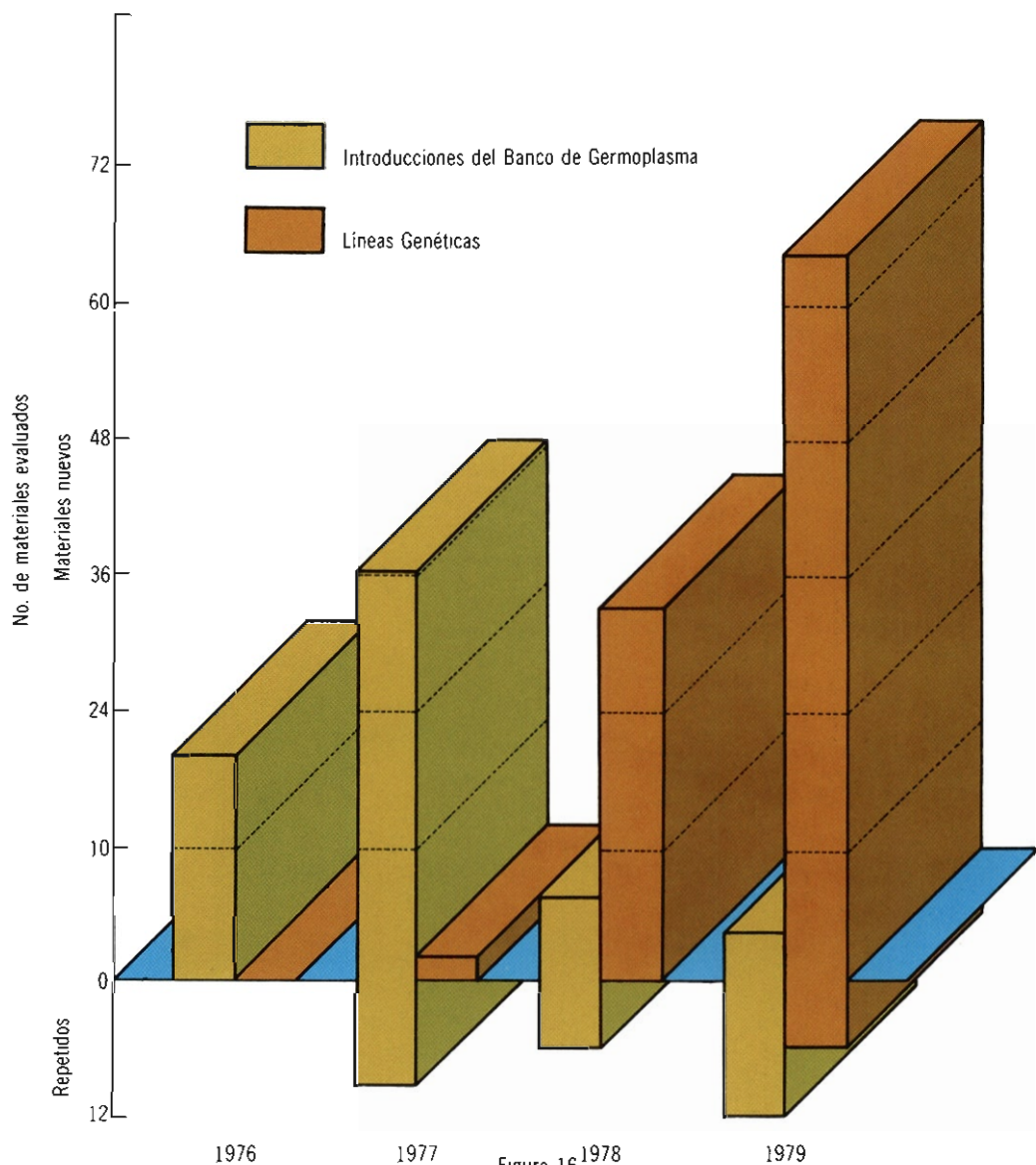


Figura 16. Después de cuatro años de desarrollo del programa de Viveros Internacionales de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN), la composición de los viveros ha cambiado; en 1976 todos los materiales eran accesiones del banco de germoplasma, en tanto que en 1979 la mayoría eran líneas genéticas.

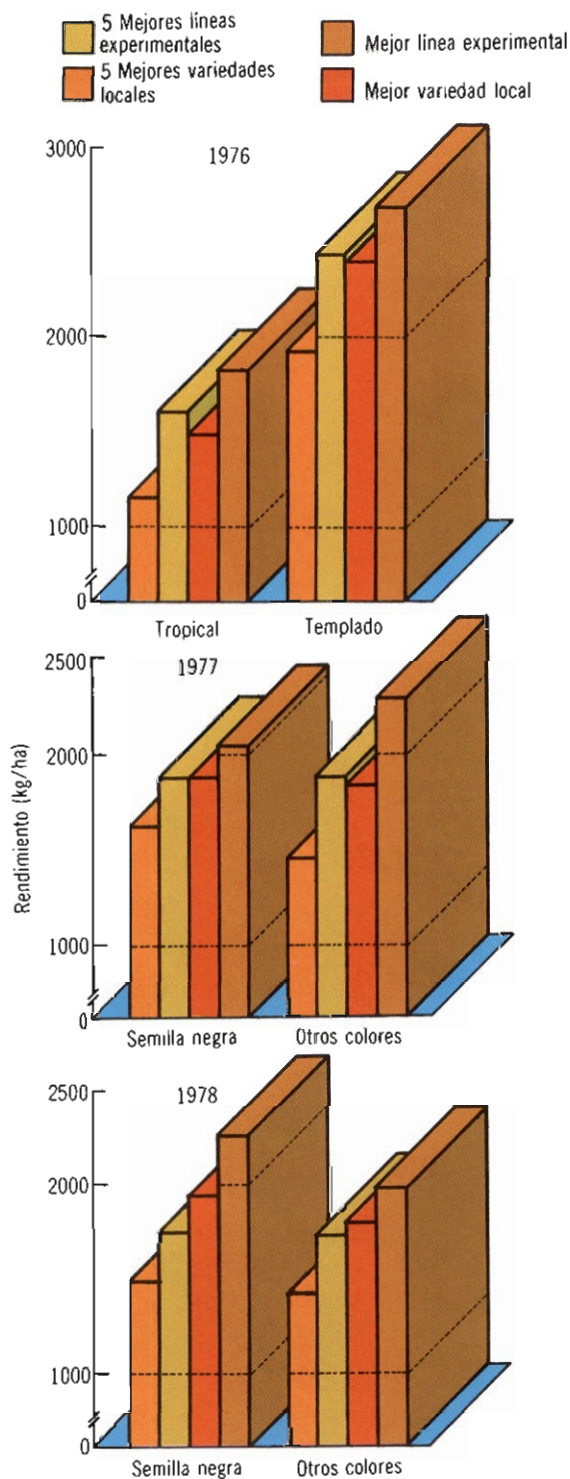


Figura 17. Los resultados del IBYAN muestran que hay muchos materiales bien adaptados y de alto rendimiento a la disposición de los programas nacionales de frijol.

Utilización de Materiales para Ensayos Locales a Nivel de Finca o para Distribución

Este año, varios programas nacionales seleccionaron 21 materiales promisorios, incluyendo cultivares del banco de germoplasma y líneas genéticas generadas por el CIAT, para someterlos a ensayos a nivel de finca o para adelantar la fase de multiplicación para su distribución a los agricultores.

Entre estos materiales hay tres híbridos que fueron entregados a los agricultores para su producción comercial en Guatemala; estos híbridos resultaron de un programa colaborativo entre el ICTA y el CIAT por resistencia al BGMV (ICTA-Quetzal, ICTA-Jutiapan e ICTA-Tumazulapan). También hay otras tres líneas en Honduras desarrolladas a partir de cruzamientos hechos en el CIAT, las cuales se están considerando para su producción comercial en ese país. En Cuba, la variedad ICA-Pijao se está multiplicando extensivamente para su producción comercial. En Ecuador, la variedad Brasil 2 fue entregada a los agricultores con el nombre de INIAP-Bayito. La mayoría de los materiales fue seleccionada de los viveros internacionales por personal de las instituciones nacionales de estos países.

DESARROLLO Y EVALUACION DE PRACTICAS AGRONOMICAS

Fijación Simbiótica de Nitrógeno

El año pasado se indicó que era posible que las temperaturas altas no fueran tan adversas para la fijación de nitrógeno en las asociación frijol/*Rhizobium* como se pensaba. En ensayos de campo realizados este año en CIAT-Quilichao (temperatura media de 24°C y bajo contenido de nitrógeno en el suelo), varias cepas de *Rhizobium phaseoli* fueron efectivas para fijar nitrógeno. En asociaciones con tres cepas de la bacteria se obtuvieron rendimientos de frijol por encima de la producción lograda en el testigo con alto nivel de nitrógeno aplicado (100 kg de N/ha).

Con el fin de evaluar el comportamiento de cepas de *R. phaseoli* en diferentes localidades de América Latina, se distribuyó en 1979 un Ensayo Internacional de Inoculación de Frijol. El ensayo enviado a colaboradores de ocho países incluyó diez cepas y los testigos apropiados de nitrógeno.

Evaluación de Nueva Tecnología a Nivel de Finca

En Antioquia, Huila y Restrepo (Colombia) se evaluaron prácticas agronómicas mejoradas en ensayos a nivel de finca. Estos ensayos a nivel de finca están diseñados para evaluar la rentabilidad de las prácticas y su adaptabilidad a los sistemas de producción existentes, y para identificar los factores que podrían afectar la introducción o el comportamiento de la nueva tecnología.

Las prácticas agronómicas mejoradas con baja utilización de insumos en Huila, y con un nivel de insumos moderadamente alto en Restrepo y Antioquia, son rentables y fácilmente adoptadas por los agricultores que deseen maximizar sus beneficios. Las prácticas de bajo costo con mayor ingerencia incluyeron: mayores densidades de siembra de frijol y un mejor control de malezas. En los sitios donde la antracnosis constituyó un problema, se lograron ganancias significativas en los rendimientos utilizando un fungicida más efectivo (benomyl) para proteger el cultivo de la enfermedad. En las fincas de Huila en donde la baja fertilidad constituyó un problema, una dosis mínima de un fertilizante completo también fue efectiva para aumentar los rendimientos.

Las experiencias con semilla limpia (libre de patógenos) han demostrado que las variedades deben presentar resistencia genética al BCMV, una enfermedad fácilmente transmisible y prevalente en la mayoría de las regiones productoras de frijol.

ESTUDIO AGROCLIMATICO DEL AREA OBJETIVO DEL PROGRAMA DE FRIJOL

El objetivo de este estudio es proporcionar al Programa



Figura 18. (Izquierda) Multiplicación de semilla de una nueva línea tolerante al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), bajo una alta incidencia de la enfermedad en Guatemala.

Figura 19. Una variedad local susceptible al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en el mismo campo que muestra la Figura 18.



Figura 20.

El Economista Agrícola John Sanders evalúa el comportamiento de los frijoles trepadores en ensayos realizados a nivel de finca para probar las técnicas agronómicas mejoradas.



de Frijol un sistema integrado de manejo y análisis de la información para el área objetivo, incluyendo datos climáticos, edáficos y de sistemas de cultivo. Se han procesado datos de aproximadamente 2700 estaciones meteorológicas y se están definiendo las microregiones. La verificación de rangos de temperatura para las estaciones de crecimiento utilizando juegos de datos más refinados, concordaron cercanamente con estimativos hechos el año pasado. En tanto que la producción dentro de los regímenes de temperatura fue ligeramente mayor que la estimada, alrededor de un 80 por ciento del frijol en el área objetivo sí se produce entre temperaturas medias extremas de 17.5° y 25°C. Este rango está adecuadamente cubierto por las principales localidades de selección del CIAT en Popayán y Palmira.

Se realizó un análisis de conglomerados ("cluster" analysis) para clasificar los principales sistemas climáticos en los cuales se cultiva frijol. Las principales variables incluyen las temperaturas máxima, mínima y media durante el período de floración y el balance promedio diario de precipitación y evapotranspiración para los periodos vegetativo, de floración y reproductivo. Los sistemas se resumen en la Figura 21.

Como se puede observar, una proporción considerable del área objetivo está sujeta a condiciones de sequía después de la floración, lo cual hace énfasis en la necesidad de continuar seleccionando por tolerancia a la sequía.

Las localidades en Antioquia y Huila, en donde se realizan los ensayos a nivel de finca para evaluar tecnología mejorada de frijol, se encuentran bajo las condiciones de los sistemas A y E, sistemas que responden por casi un 60 por ciento de las cifras de producción de frijol del área objetiva.

COOPERACION INTERNACIONAL

Las actividades de cooperación internacional constituyeron una parte importante de los esfuerzos del Programa de Frijol durante 1979. Junto con la Oficina de Adiestramiento del CIAT, el Programa proporcionó adiestramiento a 83 profesionales, incluyendo a 66 quienes asistieron a dos cursos cortos de un mes sobre producción de frijol. Todos los becarios retornan a trabajar a sus programas nacionales, fortaleciendo de esta manera las operaciones de la red de investigación de frijol en América Latina.

El Programa ha hecho planes para comenzar el desarrollo de una red de mejoramiento de frijol en África Oriental. Este año trabajaron en el CIAT cuatro becarios de esta región (uno de Tanzania y tres de Kenia). Uno de

los primeros pasos en esta nueva actividad será una conferencia para explorar los problemas y los potenciales del frijol en esa región. La reunión se realizará en marzo de 1980 en Malawi.

El Coordinador Regional del Programa para América Central y el área del Caribe continuó proporcionando el apoyo por parte del CIAT a los programas nacionales de esa región, prestando asistencia en la transferencia de germoplasma dentro del área, supervisando la distribución y la evaluación de los propios viveros internacionales del CIAT y ayudando a identificar candidatos para los cursos de adiestramiento. Como parte de un proyecto especial en Perú, un agrónomo de proyección externa fue ubicado allí, con la responsabilidad de fortalecer la colaboración entre los programas de frijol del CIAT y del Perú.

En noviembre de 1979, el Programa de Frijol patrocinó dos reuniones de discusión. A la primera, sobre antracnosis, mancha angular y añublo bacterial común, asistieron 40 participantes. Una semana después se realizó una reunión de discusión sobre mejoramiento varietal de frijol, con la asistencia de 11 científicos. La mayoría de los participantes provinieron de programas

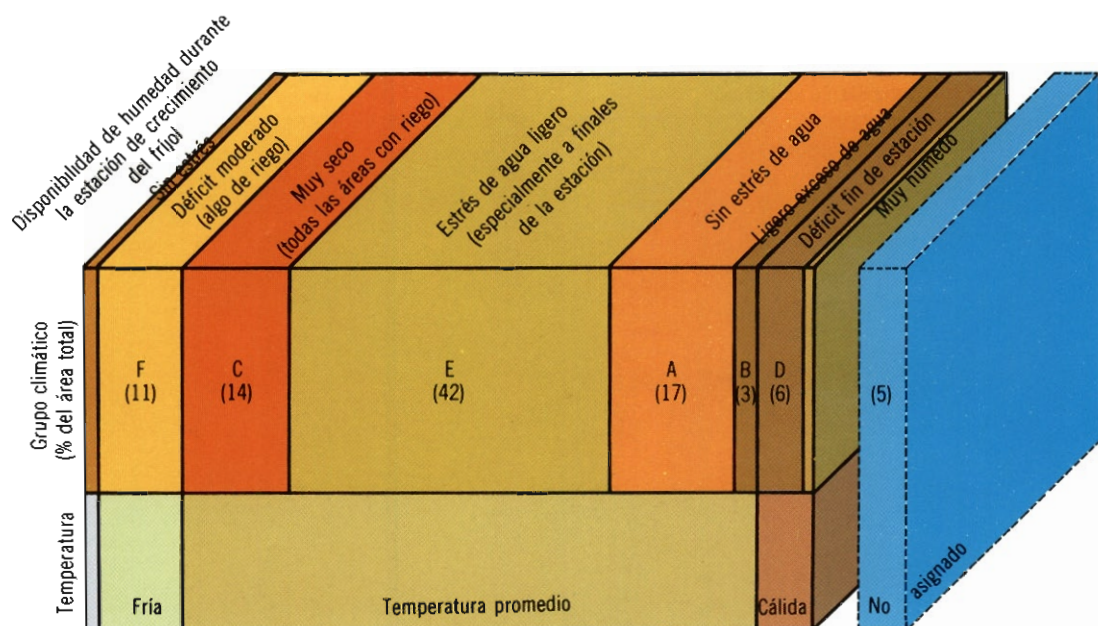


Figura 21. Los principales sistemas climáticos en los cuales se cultiva frijol en América Latina, con base en la disponibilidad de humedad y en las temperaturas medias durante las estaciones de crecimiento de frijol.

nacionales de América Latina. Las reuniones proporcionaron la oportunidad de intercambiar ideas sobre las necesidades de los diversos programas y discutir y evaluar las estrategias que está siguiendo el Programa de Frijol del CIAT.

Figura 22.
Los participantes en la Reunión de Discusión sobre Enfermedades de Frijol realizada en el CIAT visitaron este extenso campo de evaluación en Popayán



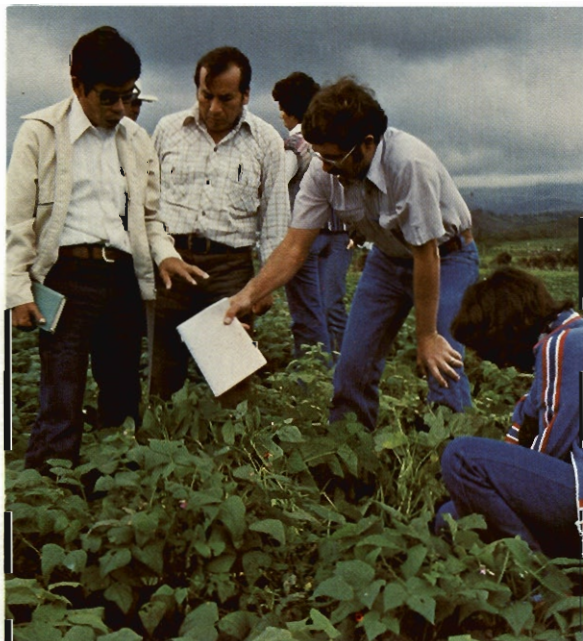


Figura 23.
El Fitopatólogo Howard Schwartz le muestra a Kazuhiro Yoshii, Fitopatólogo del CIAT con sede en Guatemala, y a Félix Camarena de Perú, reacciones interesantes a enfermedades.

Figura 24.
José Galindo, un estudiante de la Universidad de Cornell quien trabaja en Costa Rica, y el Fitopatólogo George Abawi, de la Universidad de Cornell, discuten los síntomas de la enfermedad que presenta esta planta.

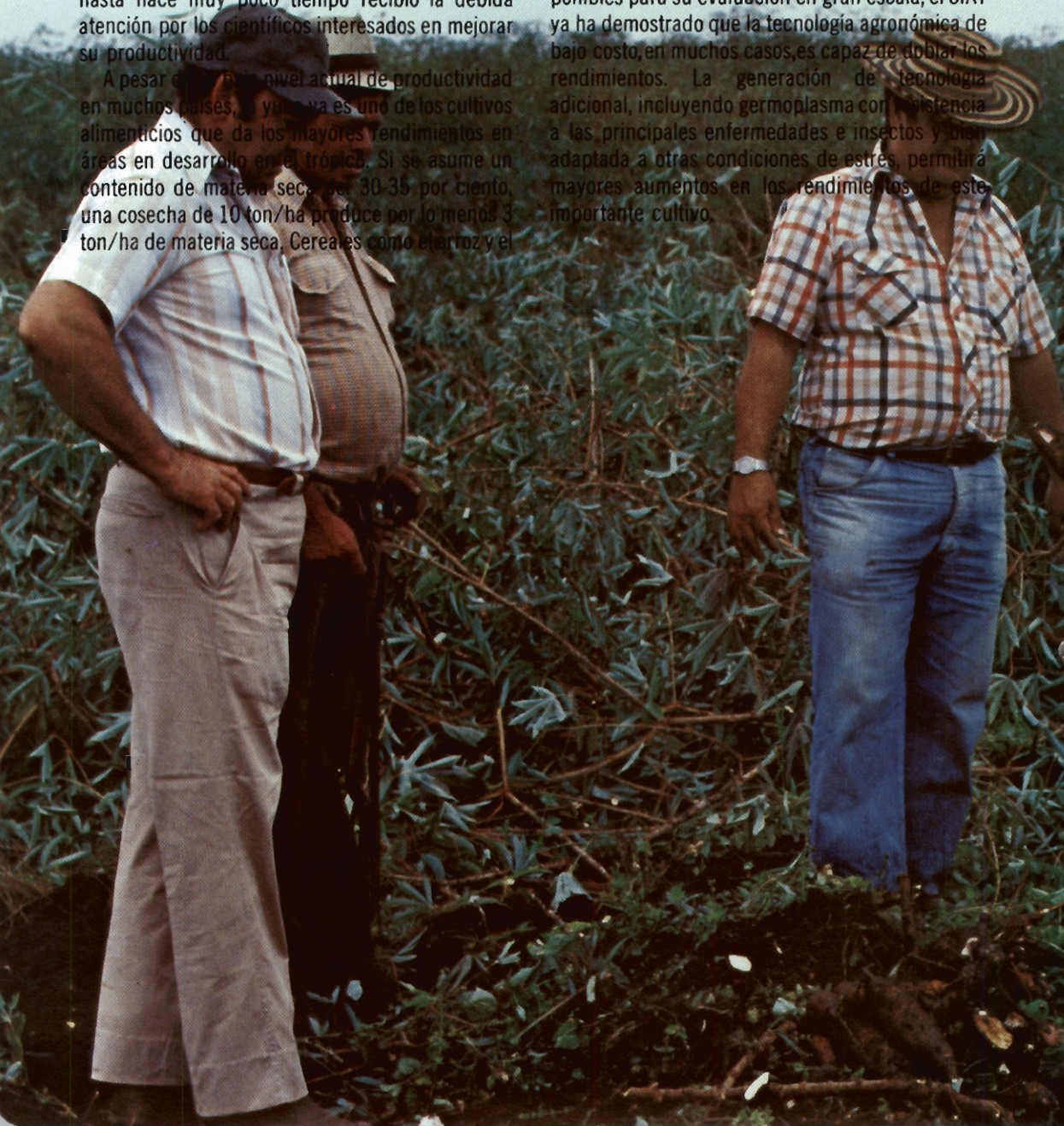


Cultivada durante más de 4000 años, primero en su centro de origen en América tropical y posteriormente llevada a África y Asia, la yuca es la principal fuente de alimento energético para muchos millones de personas. Aproximadamente el 40 por ciento de la producción mundial proviene de África y el resto se divide en partes aproximadamente iguales entre América y Asia. A pesar de su larga historia como especie cultivada y de su importancia como alimento básico, la yuca sólo hasta hace muy poco tiempo recibió la debida atención por los científicos interesados en mejorar su productividad.

A pesar de su bajo nivel anual de productividad en muchos países, la yuca es uno de los cultivos alimenticios que da los mayores rendimientos en áreas en desarrollo en el trópico. Si se asume un contenido de materia seca del 30-35 por ciento, una cosecha de 10 ton/ha produce por lo menos 3 ton/ha de materia seca. Cereales como el arroz y el


maíz sólo dan un rendimiento de 1 a 2 ton/ha cuando se cultivan bajo condiciones tropicales sin riego y normalmente se obtiene una sola cosecha anual.

Los rendimientos promedio de yuca en América Latina y Asia son de aproximadamente 11 ton/ha. El nivel potencial de rendimiento aún se desconoce; sin embargo, sin introducir germoplasma seleccionado o nuevos híbridos, los cuales apenas están comenzando a estar disponibles para su evaluación en gran escala, el CIAT ya ha demostrado que la tecnología agronómica de bajo costo, en muchos casos, es capaz de doblar los rendimientos. La generación de tecnología adicional, incluyendo germoplasma con resistencia a las principales enfermedades e insectos y bien adaptada a otras condiciones de estrés, permitirá mayores aumentos en los rendimientos de este importante cultivo.



Programa de Yuca

INTRODUCCION

A photograph of a man wearing a yellow cap and a blue and white plaid shirt, working in a field of yuca plants. He is looking down at something in his hands. The field is filled with green yuca plants, and the background shows a hazy sky.

Este año, los científicos del Programa de Yuca del CIAT continuaron adquiriendo conocimientos sobre el funcionamiento básico de la planta de yuca durante su ciclo de crecimiento. Se obtuvieron resultados importantes sobre el desarrollo de la materia seca de las raíces y sobre dos de las principales enfermedades de la yuca — el añublo bacterial y el superalargamiento. Se inició un estudio para entender las relaciones hídricas del cultivo bajo condiciones de sequía. En estudios sobre fertilidad de suelos, se obtuvo información adicional sobre el comportamiento de la yuca en tierras agrícolas marginales, especialmente en las regiones de suelos ácidos e infértiles.

En una escala más amplia, se está adelantando un estudio sobre la interacción de la planta de yuca y diversos ecosistemas, el cual está proporcionando una base para definir mejor las necesidades del desarrollo de tecnología en las áreas objetivo del Programa. El desarrollo de bancos de germoplasma para aumentar las frecuencias de genes para sistemas particulares se inició como un medio para poner a la disposición de los programas nacionales, genotipos con adaptabilidad al amplio espectro de condiciones climáticas, bióticas y edáficas.

Las líneas híbridas provenientes de la sección de mejoramiento varietal continuaron presentando buen comportamiento en su segundo año de pruebas regionales en una diversidad de condiciones ambientales. Además de este nuevo germoplasma, se están desarrollando otros componentes tecnológicos. Estos incluyen métodos efectivos de control químico y cultural de malezas y sistemas de cultivos intercalados para las áreas de suelos marginales.

Este año se logró desarrollar y evaluar ampliamente el método de cultivo de tejidos meristemáticos de yuca. Esta técnica se puede utilizar para propagar nuevos materiales, erradicar enfermedades, conservar germoplasma en un ambiente muy reducido y libre de enfermedades y, lo que es muy importante, intensificar el intercambio de material vegetativo de yuca entre el CIAT y los programas nacionales.

Debido en gran parte a los esfuerzos del Programa en el adiestramiento de personal de programas nacionales y en otros tipos de asistencia colaborativa, la red de América Latina para la evaluación internacional de

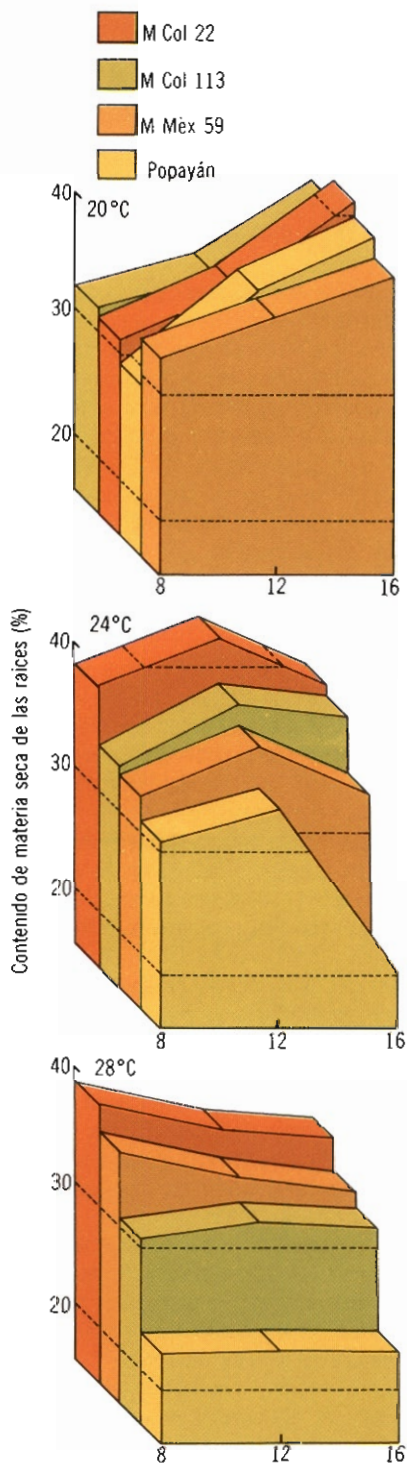


Figura 1. Meses después de la siembra. Cambios en el contenido de materia seca de las raíces de cuatro variedades de yuca cultivadas bajo tres regímenes de temperatura.

germoplasma ha crecido rápidamente en los últimos dos años. En Asia también se está formando una red y este año se distribuyeron materiales de germoplasma para los primeros ensayos internacionales en esa región.

Por medio del adiestramiento continuado, del mejoramiento de los sistemas de evaluación de tecnología, del mejoramiento del intercambio de germoplasma con las recientes técnicas de cultivos de meristemos y acrecentando el interés de los países tropicales en el potencial económico de la yuca, el Programa está ahora haciendo más énfasis en el fortalecimiento de programas nacionales y poniendo a su disposición la tecnología mejorada.

ESTUDIOS BASICOS SOBRE FACTORES ADVERSOS PARA LA YUCA

Factores Fisiológicos

Sólo en los últimos años se han hecho esfuerzos concertados por comprender cómo funciona la planta de yuca durante su crecimiento y cómo los diversos factores afectan el cultivo de la yuca. En comparación con muchas otras especies cultivadas, el ciclo de crecimiento de la yuca es mucho más largo — por lo menos ocho meses y, con frecuencia, el doble de ese tiempo — dependiendo del cultivar y del ambiente. Durante este largo periodo, la planta está sujeta a cambios estacionales en la disponibilidad de humedad, temperatura e incidencia de enfermedades e insectos. Entre las áreas importantes de trabajo del Programa de Yuca este año, se pueden indicar aquellas dirigidas hacia el entendimiento de la manera cómo los factores ambientales afectan el funcionamiento de la planta de yuca.

Contenido de Materia Seca en las Raíces

El porcentaje de materia seca (contenido de almidón) en las raíces cosechadas es un criterio importante de calidad tanto para el consumo humano como para su procesamiento. El contenido de materia seca de la raíz varía entre variedades, pero también se ha observado que varía dentro de la misma variedad de una localidad a otra.

Las observaciones hechas en estudios sobre los factores que influyen sobre el contenido final de materia seca en las raíces indican cuatro relaciones básicas: a) las diferencias varietales en el contenido de materia seca son mayores a temperaturas más altas; b) el contenido de

materia seca en las raíces aumenta con la edad de la planta y luego disminuye; c) en la misma variedad, el máximo contenido de materia seca ocurre más temprano cuando las temperaturas son mayores; y d) los factores que reducen el suministro de carbohidratos a las raíces durante el período de engrosamiento (por ejemplo, sequía, baja fertilidad o competencia por malezas) reducirán el contenido de materia seca. La Figura 1 muestra la forma como varió con el tiempo el contenido de materia seca de cuatro cultivares a diferentes temperaturas.

Sequía

En la mayoría de las áreas en donde se produce yuca, el cultivo experimenta una o dos estaciones de sequía durante su ciclo de crecimiento. Este año se iniciaron los trabajos para estudiar la respuesta de la planta de yuca a la falta de agua. Un ensayo preliminar con 50 clones mostró diferencias grandes en las reducciones del rendimiento cuando no hubo humedad disponible durante cuatro a siete meses después de la siembra de la yuca.

Cuando los clones M Col 22 y M Mex 59 (de engrosamiento temprano y tardío, respectivamente) se cultivaron en el campo, demostraron una capacidad bien desarrollada para mantener su nivel interno de agua dentro de un rango relativamente pequeño a pesar de la disminución rápida del suministro de agua. Esta respuesta se logra por una combinación de factores: mayor senescencia foliar, reducciones en la producción y expansión de hojas, modificaciones morfológicas y fisiológicas en el sistema de estomas y capacidad del sistema radical fibroso para explorar el suelo a profundidad. Esta investigación continuará con el fin de comprender a cabalidad la actividad de la planta durante el período de sequía.

Factores Biológicos

Resistencia a los Acaros

Los ácaros constituyen una de las plagas más importantes de la yuca; generalmente, por lo menos una especie de ácaro está presente donde quiera que se cultive yuca. Este año se realizaron estudios de laboratorio para aprender sobre los tipos de mecanismos de resistencia que existen en la planta de yuca.

Se observaron mecanismos antibióticos y de no preferencia contra *Mononychellus tanajoa*. En el caso de *Tetranychus urticae*, se observaron preferencias alimen-

Figura 2.

Los trabajadores miden la penetración de la luz en la cobertura del cultivar de yuca M Col 22 sembrado bajo condiciones de sequía en CIAT-Quilichao.

Figura 3.

Esta planta del cultivar M Col 22 no recibió agua de lluvia en su sistema radical durante 10 semanas. La producción de hojas se reduce y las nuevas hojas formadas no se extienden hasta el tamaño normal.



ticias y de oviposición en cultivares susceptibles. No se observaron diferencias significativas en las preferencias por alimentación u oviposición entre cultivares resistentes. La fecundidad de las hembras también fue menor en los cultivares resistentes que en los materiales susceptibles.

Desarrollo de Enfermedades

Añublo Bacterial Común. Se estudió la severidad de los ataques del añublo bacterial común (CBB) bajo condiciones controladas y se demostró que la severidad es afectada por el patrón de temperaturas diurnas/nocturnas; los cambios estables en las temperaturas redujeron la severidad de la enfermedad, en tanto que los cambios fluctuantes la aumentaron.

Los estudios epidemiológicos realizados a nivel de campo en Carimagua y Caribia (véase el Cuadro 1) durante 1978 y 1979 indicaron que la duración, cantidad y distribución de la precipitación son factores que influyen sobre el desarrollo de la epidemia. Los cambios climáticos durante diferentes estaciones de crecimiento parecen ocasionar diversos patrones de desarrollo y severidad de la epidemia.

Superalargamiento. Este año se adelantó trabajo básico en colaboración con fitopatólogos de la Universidad de Cornell (Estados Unidos) para estudiar el mecanismo de la acción de la enfermedad del superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*). Se encontró que el hongo produce *in vitro* un regulador del crecimiento de la planta identificado como ácido gibbélico (AG₄). Esta es la primera vez que se identifican estos compuestos en especies de hongos diferentes de *Gibberella fujikuroi*.

Interacciones entre la Yuca y Diferentes Ecosistemas

Se están investigando las relaciones que existen entre cultivares de yuca y diferentes ecosistemas, sembrando genotipos locales o regionales e introducidos en cinco ecosistemas y evaluando parámetros importantes de producción. Hasta el momento se han observado cinco interacciones.

(1) En genotipos introducidos en cada ecosistema se han identificado varios problemas bióticos no registrados anteriormente en ellos (enfermedades, insectos y ácaros) y su importancia se ha evaluado según el daño ocasionado en cultivares susceptibles. Las incidencias y

Figura 4.

Después de evaluaciones extensivas por resistencia a los ácaros en el invernadero y en dos localidades a nivel de campo, se seleccionaron 43 accesiones de yuca promisorias por su resistencia a esta plaga.



severidades de los problemas bióticos parecen estar relacionadas con las características ecológicas de una región determinada. La identificación y evaluación de los potenciales de estos problemas se logra de mejor manera en cultivares introducidos que en los materiales regionalmente adaptados.

(2) La resistencia a los principales factores negativos de la producción (FNP) de un ecosistema dado es mucho mayor en cultivares provenientes de ecosistemas similares que la de materiales provenientes de ecosistemas con un conjunto diferente de FNP. Esto se observa claramente en la Figura 5, en comparaciones del comportamiento de cultivares en los ecosistemas muy disímiles de Carimagua y Popayán. Es evidente la presencia de fuertes interacciones cultivar/ecosistema por lo menos entre ecosistemas con diferentes FNP.

(3) Las reacciones promedio de grupos de a) cultivares nativos, b) cultivares de los ecosistemas más disímiles y c) cultivares de los otros tres ecosistemas, mostraron que los cultivares nativos de cada ecosistema fueron los más resistentes a los FNP en ese ecosistema (Fig. 6).

(4) Los resultados también indican que, por lo menos para las enfermedades y plagas, el material seleccionado en ecosistemas con problemas bióticos severos pueden presentar un buen comportamiento en otros ecosistemas con problemas similares pero moderados. Sin embargo, si los problemas edáficos y climáticos son disímiles, el

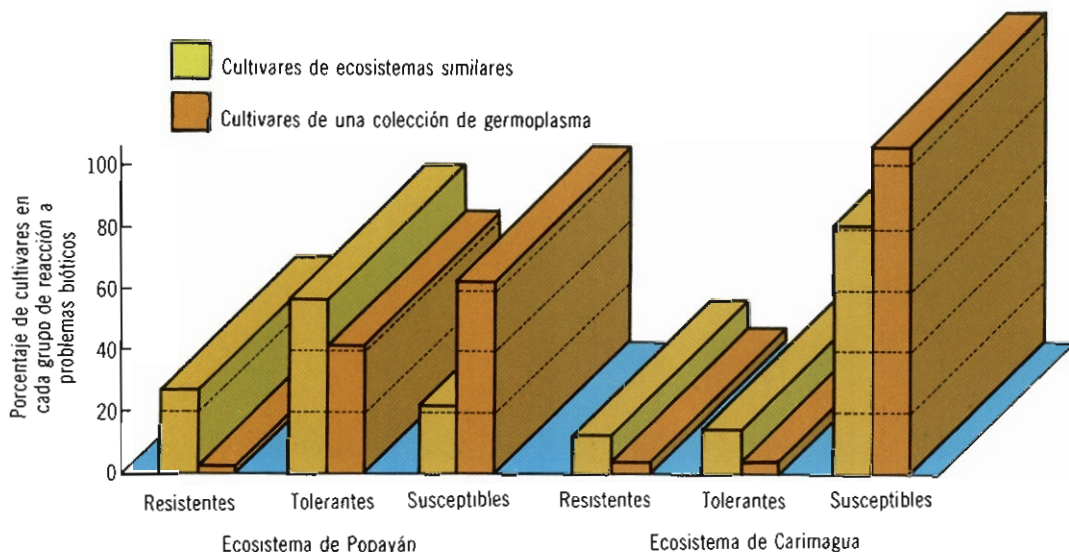


Figura 5.
Reacciones generales de cultivares de yuca a problemas bióticos de la producción en dos ecosistemas disímiles.

comportamiento de los materiales seleccionados puede no ser el esperado. El material seleccionado de ecosistemas con problemas bióticos moderados puede ser severamente afectado por los problemas bióticos presentes en ecosistemas con FNP más severos o aún moderados pero diferentes.

(5) La germinación, la producción y el rendimiento obtenido de estacas de siembra de cultivares susceptibles a los FNP presentes en cada uno de cuatro ecosistemas sufrieron reducciones cuando las estacas se resembraron en el mismo ecosistema. Sin embargo, cuando las estacas se tomaron de cultivares resistentes y se sembraron en el mismo ecosistema, ni siquiera sufrieron una reducción ligera. Esto puede indicar que la calidad del material de siembra producido por un cultivar dado se relaciona con las presiones bióticas y abióticas (clima, suelo, etc.) ejercidas sobre el cultivar durante su ciclo de cultivo y la capacidad genética de dichos cultivares para superar esas presiones.

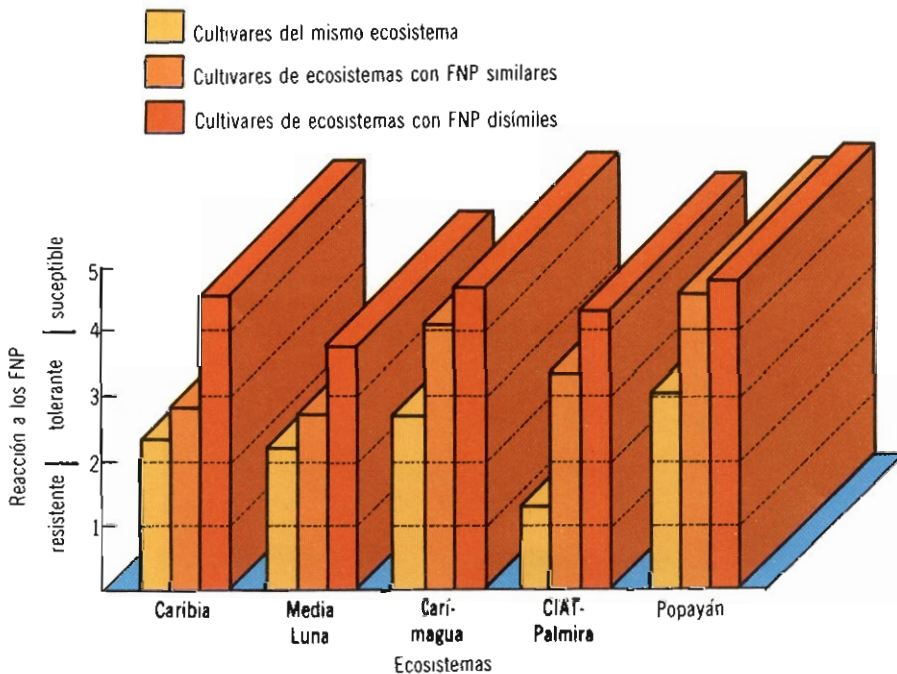


Figura 6. Reacción promedio de 25 cultivares de yuca a los factores negativos de la producción (FNP) presentes en cada uno de cinco ecosistemas. (Los 25 cultivares fueron colectados o seleccionados en los cinco ecosistemas.)

DESARROLLO DE GERMOPLASMA

Las observaciones preliminares del estudio anterior sobre las interacciones genotipo/ecosistema y de resultados obtenidos anteriormente en pruebas regionales y de otros experimentos sobre adaptación, demuestran que cada cultivar parece tener límites claros de adaptabilidad. Según esto, el Programa de Yuca comenzó este año a clasificar materiales regionalmente adaptados para su uso en los principales sistemas de producción en asocio con ecosistemas específicos, definidos principalmente por los regímenes climáticos (excepto para las sabanas de suelos ácidos e infértiles). Las principales características de los ecosistemas identificados se presentan en el Cuadro 1.

Evaluación de Germoplasma

Casi todas las accesiones del germoplasma de yuca han sido evaluadas en los ensayos preliminares en CIAT-Palmira por su rendimiento, forma y calidad de las raíces, hábito de crecimiento de la planta y otras características. Los materiales continuarán siendo evaluados de esta manera.

Sin embargo, en otros ensayos se hará énfasis en el comportamiento de los cultivares en cuatro ambientes con condiciones de estrés que varían de moderadas a altas y representativas de combinaciones de varios factores limitantes que se encuentran en una gran proporción de las áreas donde actualmente se cultiva yuca o en áreas potenciales. En estas evaluaciones intervendrán las diferentes disciplinas del Programa. El objetivo principal es identificar genotipos con tolerancia moderada-alta o resistencia a una combinación de FNP, en vez de que cada disciplina busque características particulares. El rendimiento final será la medida de la tolerancia a todos los factores limitantes y del potencial de rendimiento.

Carimagua

Los principales FNP en esta localidad son el bajo pH, el bajo contenido de fósforo en el suelo, el CBB, la antracnosis y la enfermedad del superalargamiento. Se seleccionaron 103 accesiones con base en los rendimientos de raíces, el índice de cosecha y las reacciones a las enfermedades.

Popayán

La selección en esta localidad se hará principalmente con base en el criterio de la adaptación a las temperaturas

Figura 7.
Dos cultivares sembrados en Carimagua presentan diferencias marcadas en su adaptación a las condiciones locales del ecosistema.

Figura 8.
Sembrados en Popayán, los mismos dos cultivares de la Figura 7 presentan ahora reacciones de adaptación contrarias.



Cuadro 1. Ecosistemas de producción de yuca y sus principales características.

Eco-sistema	Descripción general y áreas representativas	Temperatura media	Duración de la estación seca	Precipitación anual
1	Trópico de tierras bajas con estación seca prolongada; precipitación anual baja a moderada; temperatura anual alta (Media Luna, Caribia, Nataima y la Guajira, Colombia; Sur de India; Brasil nororiental; norte de Venezuela y Tailandia)	superior a 25°C	3-4 meses	700-200 mm (Distribución unimodal)
2	Trópico de tierras bajas con precipitación moderada a alta; vegetación de sabana en suelos ácidos e infértiles; estación seca moderada a prolongada; humedad relativa baja durante la estación seca. (Llanos de Colombia (Carimagua); Llanos de Venezuela; Cerrado de Brasil)	superior a 25°C	3-6 meses	superior a 1200 mm (Distribución unimodal)
3	Trópico de tierras bajas sin estaciones secas pronunciadas; alta precipitación; humedad relativa permanentemente alta. (Florencia, Quibdó y Leticia, Colombia; Cuencas del Amazonas en Brasil, Ecuador y Perú; bosques húmedos de África y Asia)	superior a 25°C	ausente o muy corta	superior a 2000 mm
4	Trópico de altitud intermedia estación seca y temperatura moderadas. (CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao, Colombia; Costa Rica; Bolivia; Brasil; Filipinas; África; India; Indonesia; Vietnam)	21°-24°C	4 meses	1000-2000 mm (Distribución bimodal)
5	Áreas frescas de tierras altas; precipitación moderada a alta (Popayán, Colombia; Región Andina; África Oriental)	17°-20°C	—	superior a 2000 mm
6	Áreas sub-tropicales; inviernos frescos; fotoperíodos fluctuantes. (México (Culiacán); sur de Brasil; Cuba; Paraguay; norte de Argentina; Taiwan; sur de China)	Min. 0°C	—	superior a 1000 mm

bajas, a la antracnosis y a la mancha foliar por *Phoma*. Este año se seleccionaron tres accesiones y dos híbridos del CIAT como materiales promisorios por su adaptación a este ecosistema.

Costa Norte de Colombia

Algunos factores limitantes de importancia para la producción de yuca en esta región incluyen la sequía, los ácaros y la mancha foliar por *Cercospora*. En Media Luna se sembraron 392 accesiones y se seleccionaron 101 para adelantar con ellas evaluaciones más extensivas.

Desarrollo de Bancos de Genes

Este año se inició el desarrollo de tres bancos de germoplasma a fin de ampliar la base genética de materiales de yuca para los ecosistemas representados por las localidades de Carimagua, Popayán y la Costa Norte. Estos tres sitios son considerados como ambientes con niveles altos de estrés y presentan combinaciones de factores limitantes que ocurren en extensas áreas en donde se produce yuca. Se requerirán unos cuantos ciclos de selección y recombinación para desarrollar poblaciones bien adaptadas a cada área, después de lo cual se podrá hacer énfasis en el mejoramiento del rendimiento y de la calidad. El objetivo final será desarrollar estos bancos de genes adaptados, a fin de que los fitomejoradores en los programas nacionales puedan hacer la selección definitiva por adaptación a las condiciones climáticas y agronómicas específicas de cada país.

MEJORAMIENTO VARIETAL DE LA YUCA

Durante 1979 continuaron las hibridaciones, las selecciones de plántulas F_1 , los ensayos de observación del rendimiento y los ensayos repetidos de rendimiento, en CIAT-Palmira, Caribia y Carimagua.

Ensayos en CIAT-Palmira

En CIAT, 46 líneas (aproximadamente el 25 por ciento de las accesiones) dieron un rendimiento de más de 50 ton/ha/año, con un rendimiento máximo de 82.2 ton/ha/año. El contenido de materia seca en las raíces generalmente fue alto, con un promedio para todas las accesiones de 33.5 por ciento.

Figura 9.
El híbrido del CIAT CM 523-7 combina resistencia a enfermedades con un alto contenido de materia seca (37-38 por ciento). En Carimagua ha dado 28 ton/ha de raíces frescas pero no presenta un buen comportamiento en otras localidades.



Ensayos en Caribia

En esta localidad de la Costa Norte de Colombia, varias líneas híbridas dieron un rendimiento de más de 50 ton/ha/año. La línea CM 323-403, la cual dio el rendimiento más alto (66.4 ton/ha), sólo se cosechó nueve meses después de la siembra.

El bajo contenido de materia seca de las raíces es una característica general de los materiales cosechados en Caribia. Cuando se cosecharon a los ocho meses, todos los genotipos dieron un rendimiento promedio de 27.3 ton/ha y un contenido promedio de materia seca del 33.2 por ciento. Cuando los mismos materiales se cosecharon a los 12 meses, el rendimiento promedio fue de 35.9 ton/ha, pero el contenido de materia seca disminuyó a 28 por ciento. Estos resultados son similares a los que se han presentado en los estudios de fisiología e indican que, para los climas de temperaturas altas, la cosecha temprana puede proporcionar niveles más aceptables de materia seca.

Ensayos en Carimagua

En esta localidad, en donde los FNP son numerosos y severos, los rendimientos de raíces son siempre mucho más bajos que en CIAT-Palmira o Caribia. En los ensayos de rendimiento sembrados en mayo de 1978, cinco líneas superaron al mejor cultivar local (M Col 638) y la mejor línea dio un rendimiento de 18 ton/ha/año. En un ensayo sembrado en octubre, aproximadamente la mitad de las líneas superaron el rendimiento de M Col 638. Ocho materiales, incluyendo la mejor accesión de germoplasma (M Col 1684), dieron un rendimiento promedio de más de 25 ton/ha/año.

Aunque el CBB y el superalargamiento son enfermedades limitantes severas en Carimagua, las comparaciones de las reacciones a las enfermedades entre la población original de germoplasma del CIAT sembrada en Carimagua en 1974 y los nuevos materiales seleccionados por resistencia a las dos enfermedades, muestran que se ha logrado un gran progreso en el desarrollo de materiales resistentes (Fig. 10).

Clasificación de Líneas Promisorias

Cada año, de 6 a 10 líneas híbridas pasan a multiplicación y a ensayos agronómicos avanzados en pruebas regionales. Entre estas líneas se han identificado cuatro grupos principales.

(1) Líneas con un comportamiento estable. Aunque los rendimientos varían, las líneas en este grupo han mostrado buena estabilidad del rendimiento en todas las localidades.

(2) Líneas con resistencia al CBB y al superalargamiento. Una de estas líneas es CM 523-7 la cual ocupó el primer lugar en los ensayos de rendimiento en Carimagua (15 ton/ha/año en la siembra de mayo y 28 ton/ha/año en la siembra de octubre). Además, presenta un contenido muy alto de materia seca (37 y 38 por ciento de Carimagua y 39 por ciento en CIAT-Palmira). Otros genotipos que ahora presentan buena adaptación a las condiciones de Carimagua generalmente presentan un bajo contenido de materia seca.

(3) Líneas de alto rendimiento bajo buenas condiciones. Estos materiales incluyen aquellos que dan rendimientos muy altos (más de 60 ton/ha/año en CIAT-Palmira y más de 40 ton/ha/año en Caribia). Sin embargo, las líneas existentes son altamente susceptibles al CBB y al superalargamiento, de tal forma que su utilización está restringida a las áreas donde estas enfermedades están ausentes.

(4) Líneas adaptadas a climas cálidos de tierras bajas. Entre éstas está la línea CM 323-403 que durante tres estaciones ha dado en Caribia un rendimiento de 48 y 52 ton/ha/año y 66 ton/ha en nueve meses.

Metodología de Mejoramiento Genético por Resistencia al CBB y al Superalargamiento

Durante los últimos dos años se hicieron estudios en Carimagua para ayudar a definir la base genética de la resistencia al CBB y al superalargamiento. Para ambas enfermedades, los resultados mostraron que las etapas de la iniciación y del desarrollo de la enfermedad estaban controladas por sistemas genéticos independientes. Esto indica que la resistencia de campo es continua para ambas enfermedades y que también se pueden producir líneas altamente resistentes las cuales se pueden seleccionar de cruzamientos hechos entre progenitores moderadamente resistentes.

Los datos de otro ensayo indicaron que se puede esperar que los actuales niveles de resistencia al CBB y al superalargamiento sean duraderos. Los resultados de otro experimento mostraron que la selección por alta resistencia a estas dos enfermedades se puede hacer sin sacrificar un rendimiento alto.

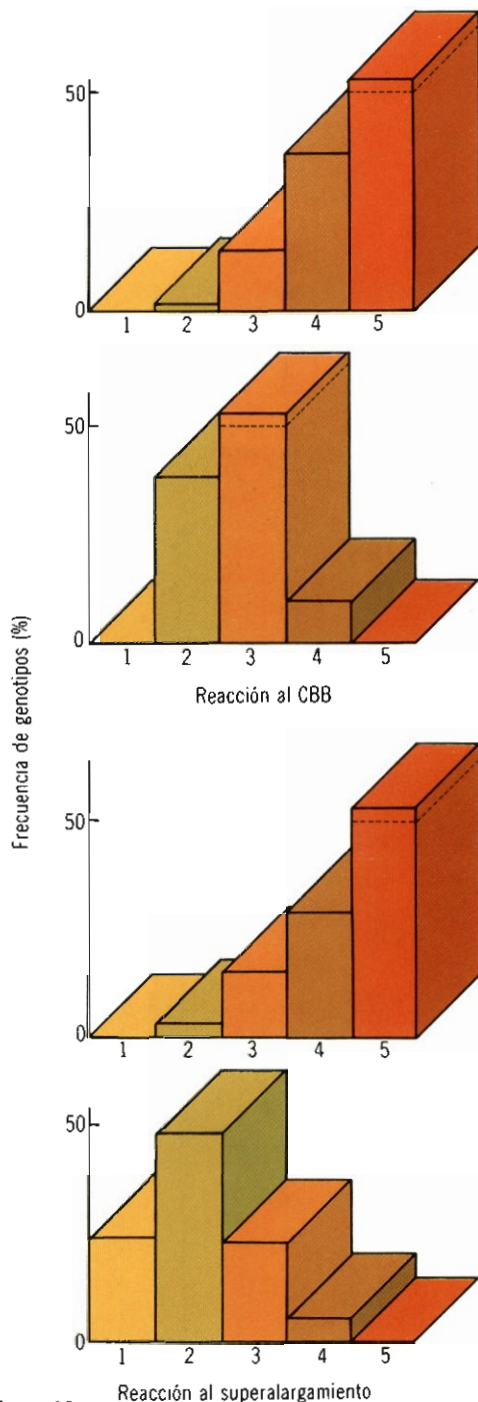


Figura 10. Cambios en reacciones a enfermedades después de cinco años de selección en Carimagua. Las columnas superiores para cada enfermedad corresponden a las accesiones de germoplasma de yuca evaluadas en 1974-75; las columnas inferiores son para las poblaciones híbridas del CIAT evaluadas y seleccionadas en 1979.

CULTIVO DE TEJIDOS DE YUCA

En colaboración cercana con el Programa de Yuca, la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT está adaptando las técnicas del cultivo de tejidos meristemáticos para su uso en yuca. Para los científicos del Programa de Yuca, el cultivo de tejidos tiene cuatro ventajas de mucha importancia en el desarrollo y diseminación de nueva tecnología: a) una nueva técnica para propagar yuca; b) un medio para erradicar algunas enfermedades; c) un método conveniente para conservar recursos genéticos de yuca; y d) un medio seguro para transferir materiales vegetativos de yuca a nivel internacional.

Figura 11.
Una planta de yuca severamente afectada por una enfermedad del tipo mosaico . . .

Figura 12.
. . . y el mismo cultivar después del cultivo de meristemas para erradicar la enfermedad de tipo viral.



Propagación

Se diseñó un procedimiento simple para producir en tubos de ensayo plantitas de una sola raíz. Permite el enraizamiento rápido, cualquiera que sea la variedad de yuca, y también previene la formación de callo en la zona de transición retoño/raíz lo cual, en el caso contrario, afectaría adversamente la fase posterior de la siembra del nuevo retoño en materos. También se desarrolló una técnica para producir retoños múltiples de un solo cultivo. La capacidad de formación de retoños de los cultivos actuales dio una cosecha de 10-20 ápices de tallo semanales durante ocho o nueve semanas, antes de que la producción de retoños comenzara a disminuir. Se está adelantando trabajo para aumentar la capacidad de estos cultivos.

Erradicación de Enfermedades

Una de las aplicaciones más promisorias para el cultivo de tejidos es la erradicación de enfermedades. Los retoños de las plantas de yuca infectadas con la enfermedad del cuero de sapo recibieron un tratamiento con calor; luego, se tomaron ápices meristemáticos muy pequeños y se cultivaron en la forma usual. Después de sembrar en el campo las plantitas cultivadas, y de hacer selecciones durante dos ciclos, más del 90 por ciento de las plantas tratadas con calor y cultivadas por medio de meristemas, permaneció libre de los síntomas de la enfermedad. Se logró un éxito similar con las enfermedades del tipo mosaico, lo cual indica que, si es necesario, las poblaciones afectadas por enfermedades de tipo viral se pueden tratar, cultivar y eventualmente convertir en material de siembra sano.

Conservación de Germoplasma

Continuaron los trabajos para mejorar el medio de cultivo y otros procedimientos de operación a fin de que las plantitas se puedan almacenar en los tubos de ensayo por periodos más prolongados. Para finales de 1979, los cultivos de meristemas de yuca se habían logrado mantener hasta por un tiempo de 18 meses sin necesidad de rellenar los tubos con medio de cultivo. Eventualmente, el banco de germoplasma de yuca del CIAT se convertirá en la forma de un cultivo de meristemas, para su almacenamiento a largo plazo.



Figura 13. Plantitas individuales de yuca obtenidas mediante la técnica del cultivo de tejidos meristemáticos, listas para su despacho a Brasil.

Intercambio Internacional de Germoplasma

El cultivo de meristemas, en combinación con tratamientos de calor, proporciona un medio eficiente para erradicar enfermedades de tipo viral; otros organismos contaminantes (insectos, ácaros, hongos y bacterias) también deben estar ausentes en estos cultivos asépticos. En consecuencia, el intercambio internacional de germoplasma de yuca en la forma de cultivos de meristemas libres de enfermedades, reducirá en gran medida los riesgos de diseminar enfermedades y plagas. En colaboración con el Centro de Recursos Genéticos de Brasil (CENARGEN), se desarrolló este año un procedimiento simple para intercambiar germoplasma de yuca en la forma de cultivos de meristemas. Como primer paso del intercambio internacional de germoplasma en mayor escala, se hicieron tres despachos al Brasil y uno del Brasil al CIAT.

Figura 14. Los cultivares de yuca que llegan al CIAT en la forma de cultivos de tejidos meristemáticos se siembran inicialmente en un invernadero de cuarentena para confirmar su condición de material libre de enfermedades.



PROTECCION DEL CULTIVO

Control de Insectos

Un proyecto importante para los programas económicos de protección del cultivo de yuca ha involucrado los estudios del control biológico de los insectos plaga. Durante 1979 se desarrollaron técnicas para mantener colonias pequeñas y permanentes de los siguientes insectos benéficos: *Trichogramma* spp.; *Telenomus* sp.; *Anagrus* sp.; dos especies de *Podisus*; cuatro especies de Reduviidae; *Kalodiplosis coccidarum*; y el carabido *Calosoma* sp. Actualmente se tiene a la disposición de los programas nacionales cepas de fundación de estos insectos benéficos e instrucciones para su cría y liberación.

Los estudios realizados en el Programa han demostrado que éstos y otros insectos benéficos atacan varios estados de desarrollo de muchas plagas importantes de la yuca, incluyendo el gusano cachón, los piojos harinosos y los ácaros.

Control de Enfermedades

En Carimagua se observó que *Xanthomonas manihotis*, el agente causal del CBB, presenta una fase de supervivencia epifítica en malezas que crecen en plantaciones de yuca infectadas. Esto implica que el control de la enfermedad posiblemente se puede lograr mediante la rotación de cultivos y dejando barbechar los campos infectados, siempre y cuando también se practique un buen control de malezas.

X. manihotis también se detectó en embriones de semillas y en polen de yuca de plantaciones infectadas. Como las regulaciones de cuarentena generalmente son menos estrictas para la semilla verdadera que para los materiales vegetativos, se debe tener mucho cuidado y asegurarse que las semillas sólo sean colectadas de plantaciones libres de enfermedades.

Control de Malezas

El control de malezas es el principal factor de costos en la producción de yuca. Para ayudar a los productores con este problema, el Programa de Yuca continuó estudiando métodos efectivos de control químico y cultural.

Figura 15.
Aunque las larvas del gusano cachón de la yuca son una plaga muy seria, el CIAT ha desarrollado métodos biológicos efectivos para controlarlas en el campo.



Control Químico de las Malezas

Continuaron las evaluaciones con el herbicida preemergente promisorio oxifluorfen. En CIAT-Palmira, el oxifluorfen aplicado a razón de 0.5 kg de i.a./ha en combinación con alachlor (1.4 kg de i.a./ha) dio un buen control de las malezas y esta combinación también fue menos costosa que la aplicación de oxifluorfen a razón del doble de la dosis indicada. La misma combinación dio buenos resultados bajo una alta infestación de malezas en Caribia, incluyendo una reducción significativa del crecimiento del coquito (*Cyperus rotundus*) durante las primeras cinco semanas de la aplicación.

Control Cultural de las Malezas

Con el fin de ayudar a los pequeños productores de yuca, se están buscando métodos culturales de control para proporcionarle al cultivo una ventaja competitiva sobre las malezas. En CIAT-Palmira y Carimagua se probaron varias coberturas del suelo por su efectividad en el control de las malezas. En ambas localidades, los rendimientos de yuca fueron más altos cuando se utilizaron los tallos de maíz como cobertura del suelo. Otros materiales efectivos fueron las hojas de caña de azúcar y la paja de *Hyparrhenia rufa* y *Stylosanthes*.

En CIAT-Palmira, la cobertura verde establecida con la leguminosa *Desmodium heterophyllum* intercalada con frijol también proporcionó un buen control de malezas durante un período prolongado. Aunque los rendimientos de yuca se redujeron en aproximadamente un 20 por ciento, la producción adicional de frijol seco equilibró la disminución del rendimiento en términos del valor total de los cultivos.

EVALUACIONES AGRONOMICAS

Almacenamiento de Materiales de Siembra

La siembra de yuca frecuentemente sigue los ciclos de la precipitación anual, lo cual causa intervalos considerables de tiempo entre la cosecha y la siembra siguiente. Durante estos períodos, el material de siembra almacenado está expuesto al daño físico, a la deshidratación y a los ataques por enfermedades e insectos. En consecuencia, los científicos del Programa han estado buscando métodos baratos y satisfactorios para conservar el material de siembra en el campo.

El tratamiento químico (3000 ppm de BCM y captan) y

Figura 16.

La poda de tallos de plantas de yuca tres semanas antes de la cosecha ayuda a prevenir la deterioración de las raíces. La raíz de la izquierda no fue tratada y sólo han pasado tres días después de la cosecha; las raíces de la derecha han sido almacenadas durante 60 días después de la cosecha y provienen de plantas podadas.



Figura 17.

Los ensayos realizados por el Agrónomo Dietrich Leihner han mostrado que el maní es uno de los cultivos que se puede asociar bien con yuca en los suelos ácidos e infértiles.



almacenamiento de estacas de 1 m de longitud, ya sea en un recinto seco o paradas al aire bajo la sombra, permite preservar los materiales de siembra y asegurar una buena germinación durante varios meses. A medida que aumentó el tiempo de almacenamiento las condiciones de éste se tornaron más críticas

Cultivos Múltiples

Se seleccionaron varias especies de leguminosas en CIAT-Quilichao, con suelo de baja fertilidad, y en las localidades de Caribia y CIAT-Palmira, con suelos de fertilidad intermedia y alta, respectivamente. El caupi (*Vigna unguiculata*) fue la única leguminosa de grano con una buena productividad en CIAT-Quilichao y una adaptación considerable a las condiciones de las otras dos localidades. Una variedad local de maní (*Arachis hypogea*) también presentó buena adaptación en CIAT-Quilichao y presentó un hábito de crecimiento adecuado para su intercalamiento con yuca. El frijol mungo (*Vigna radiata*) se adaptó a las mejores condiciones de fertilidad encontradas en Caribia y CIAT-Palmira. Se estudiaron los ordenamientos espaciales para el caupí y el maní, con el fin de encontrar el patrón de siembra en el cual la competencia con la yuca sea mínima. Los rendimientos de grano de ambas leguminosas fueron más altos en el patrón de tres hileras entre dos de yuca espaciadas a 1.8 m. Las hileras externas de leguminosas se localizaron a 0.55 m de la yuca con 0.35 m de distancia entre hileras de leguminosas. Los rendimientos de yuca fueron más altos cuando se intercalaron dos hileras de leguminosas a 0.7 m de las hileras de yuca espaciadas a 1.8 m de distancia.

Experimentos sobre Fertilidad de Suelos

Respuesta de la Yuca en Suelos Muy Ácidos

La adaptación de la yuca a suelos altamente ácidos se confirmó en ensayos realizados en CIAT-Quilichao. El rendimiento promedio de 30 cultivares sembrados en parcelas sin encalamiento (pH 4.0 y 77 por ciento de saturación de aluminio) fue el 90 por ciento del obtenido en parcelas encaladas a razón de 6 ton/ha.

Respuestas de la Yuca al Fósforo y Potasio

El cultivar Llanera tiene un requerimiento externo de fósforo de 0.01-0.02 ppm en la solución del suelo, un nivel mucho más bajo que el requerido por otros cultivos de importancia. Sin embargo, los rendimientos generalmente fueron bajos en todos los ensayos con

fósforo debido a una reducción marcada en el índice de cosecha. En CIAT-Quilichao, Llanera respondió principalmente a las aplicaciones de fósforo con poca respuesta al potasio y sin responder al nitrógeno. En Carimagua, las aplicaciones de potasio no afectaron significativamente el contenido de materia seca de las raíces hasta un nivel de 200 kg de K_2O aplicado/ha.

En los suelos bajos en fósforo, la yuca aparentemente depende en gran medida de una micorriza efectiva para absorber fósforo. La inoculación de las raíces con la micorriza aumentó significativamente el crecimiento de las plantas y la absorción de fósforo, tanto en los ensayos hechos en suelos como en los ensayos hechos en soluciones nutritivas.

Pruebas Regionales de Rendimiento en Colombia

Durante 1979 se cosecharon ocho pruebas regionales en Colombia, completando así el quinto ciclo consecutivo de ensayos. Las localidades cubrieron una amplia gama de altitudes, temperaturas, precipitaciones y condiciones edáficas. La tecnología utilizada se basó en la utilización de bajos insumos, principalmente mediante el uso de prácticas agronómicas sencillas y germoplasma mejorado.

En siete de las ocho localidades, una selección de germoplasma del CIAT o un híbrido superó en rendimiento a los cultivares locales. En cinco localidades, el cultivar M Col 1684 dio el rendimiento más alto; en las siete localidades en donde se cultivó dio un promedio de 33.1 ton/ha. Este cultivar ha sido consistente en sus altos rendimientos en condiciones de estrés bajo o moderado. El cultivar Brasileiro CMC 40 ocupó el segundo lugar este año, con un promedio de 27.9 ton/ha en siete localidades. Este cultivar ya ha sido seleccionado para su producción comercial en varios países de América Latina.

Ensayos de Tecnología Mejorada a Nivel de Finca

Las prácticas agronómicas mejoradas se están evaluando en fincas pequeñas en Media Luna, en la Costa Norte de Colombia. Los cuatro componentes tecnológicos que se están evaluando incluyen: mayores poblaciones de plantas (de 6250/ha bajo el sistema tradicional hasta 10.000); selección y tratamiento de las estacas; fertilización; y diferentes materiales de germoplasma (dos selecciones que mostraron amplia adaptabilidad en cuatro años de pruebas regionales del CIAT).

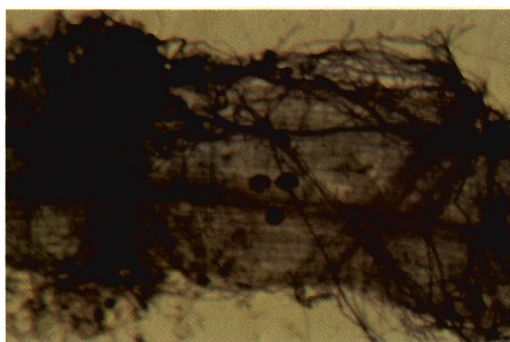


Figura 18. La yuca crece muy lentamente en el suelo esterilizado de la izquierda, pero cuando el mismo suelo se inocula con una micorriza, el crecimiento es vigoroso, la materia seca total aumenta hasta tres veces y la absorción de fósforo aumenta hasta siete veces.

Figura 19. Al microscopio se puede observar la gran red de hifas de la micorriza la cual amplía la capacidad de absorción de nutrimentos del sistema radical de la yuca.



Figura 20.
Los ensayos para evaluar tecnología a nivel de finca están confirmando que las prácticas agronómicas sencillas pueden aumentar significativamente los rendimientos de las variedades tradicionales sembradas por los agricultores.

La selección y el tratamiento de las estacas y la mayor densidad de siembra fueron prácticas que aumentaron los rendimientos del cultivar local de 7.1 a 12.1 ton/ha; el cultivar local también presentó un mayor contenido de almidón que los otros dos cultivares. Los rendimientos obtenidos con los tres cultivares no fueron significativamente diferentes y, con excepción del cultivar menos vigoroso (M Col 22), no se observaron respuestas significativas a las aplicaciones de fertilizantes.

COOPERACION INTERNACIONAL

América latina

La estrategia de proyección externa del Programa de Yuca varía de un país a otro con base en dos factores principales: el potencial, tanto de producción como de mercado, que tenga el cultivo de yuca en el país y el nivel actual de desarrollo del respectivo programa nacional. Se han definido cuatro categorías de países: (1) aquellos con sólidos programas nacionales de investigación de yuca ligados a programas de extensión bien desarrollados; (2) países con programas de investigación fuertes pero no ligados a objetivos de producción y mercado bien definidos; (3) países sin programas de investigación de yuca o con programas limitados, pero con una necesidad e interés en aumentar la producción de yuca; y (4) países con deficiencias en la producción de calorías y que no muestran interés en aumentar la producción de yuca, o que no tienen un programa de yuca bien definido pero si tienen el potencial para producir este cultivo.

Las estrategias del Programa de Yuca para prestar asistencia a estos países varía según la clasificación anterior. Para los países en la primera categoría, el CIAT colabora en el proceso de identificación de los factores locales que limitan la producción y en la definición de la estrategia apropiada de investigación. A este nivel, la tecnología ya se puede transferir y generalmente comprende prácticas agronómicas mejoradas de aplicación general y nuevos materiales genéticos recomendados para condiciones específicas. El Programa colabora con los países en la Categoría 2, en la evaluación de los cultivares nacionales e introducidos para determinar su potencial de producción. Los economistas también pueden prestar asistencia en el análisis de los posibles beneficios económicos del

aumento en la producción de yuca. Los países en el tercer grupo reciben colaboración mediante el adiestramiento de técnicos para evaluar germoplasma y otras tecnologías generadas en el CIAT y mediante la colección de datos a nivel local para su utilización en planes futuros. El trabajo con los países en la Categoría 4 consiste en ponerlos al tanto del potencial de la yuca, mediante el establecimiento y la evaluación de ensayos internacionales en colaboración con investigadores locales y colectando datos sobre prácticas culturales y agronómicas a fin de poner esta información a la disposición de los planificadores nacionales.

Adiestramiento

El adiestramiento de personal de los programas nacionales en América Latina es el medio principal que utiliza el Programa para ayudar a establecer fuertes lazos cooperativos en los diversos países. Durante 1979 se realizó un curso intensivo sobre producción de yuca para 39 agrónomos de 11 países. Durante el año también recibieron adiestramiento otros 32 profesionales de la región.

Distribución de Germoplasma

La distribución de materiales de germoplasma promisorios ha sido otro de los principales lazos con los colaboradores de la red. Se despachó a 25 agencias nacionales en 17 países material vegetativo de 13 cultivares de germoplasma y de 12 híbridos. Estos envíos son adicionales a los embarques hechos a Brasil por la Unidad de Recursos Genéticos en la forma de cultivos de tejidos meristemáticos. Se espera intensificar rápidamente el intercambio futuro utilizando esta técnica.

Ensayos Internacionales de Rendimiento

La red de Ensayos Internacionales de Rendimiento se ha ampliado considerablemente, teniendo en cuenta que éstos sólo se comenzaron hace tres años. Este año se cosecharon ensayos en ocho países. En tanto que los mejores materiales del CIAT dieron un rendimiento promedio de 10 ton/ha más que los cultivares locales, el promedio para los cultivares locales de casi 30 ton/ha fue muy alto, lo cual indica que los países actualmente tienen materiales capaces de aumentar significativamente la producción si se utiliza en la forma recomendada la tecnología sencilla y de bajo costo.

Figura 21.
Las actividades de adiestramiento constituyen el medio principal que utiliza el Programa de Yuca para construir y mantener redes fuertes de mejoramiento de yuca.



Asia

Entre los seis países productores de yuca que responden por el 70 por ciento de la yuca producida en el mundo, tres (Indonesia, India y Tailandia) se encuentran en Asia. Los rendimientos promedio en la región son de 10 ton/ha. Sin embargo, se estima que el potencial de rendimiento es de más de 20 ton/ha utilizando nueva tecnología con base en variedades mejoradas y prácticas de cultivo y fitosanitarias sencillas de bajos insumos desarrolladas en el CIAT y adaptadas a nivel local. El interés en la producción de yuca ha ido aumentando y continúa el establecimiento de programas nacionales de investigación. El CIAT ha ubicado en Filipinas a un especialista en proyección externa, a fin de que preste asistencia en el desarrollo e introducción de nueva tecnología de producción de yuca a los países asiáticos.

Adiestramiento

Siete investigadores de yuca de cinco países de Asia participaron en un curso intensivo (cuatro semanas de duración) sobre las técnicas de cultivos de tejidos, realizado en el CIAT. Este adiestramiento permitirá acelerar el intercambio de germoplasma entre el CIAT y Asia y entre los países de la red en ese continente.

En Filipinas se organizaron tres cursos cortos sobre técnicas de propagación rápida de yuca. A estos cursos asistió un total de 45 técnicos.

Distribución de Germoplasma

Uno de los factores más limitantes del aumento de la producción de yuca en Asia es la estrecha base genética de los cultivares existentes. El año pasado comenzaron los esfuerzos por introducir nuevo germoplasma en la región.

Siete cultivares y ocho híbridos enviados por el CIAT se propagaron bajo condiciones de cuarentena en Filipinas. Se distribuyeron estacas de nueve de estos materiales para su evaluación en India, Indonesia y Sri Lanka. Doce de los materiales también se están evaluando en dos localidades en Filipinas. Otros diez híbridos del CIAT, transferidos como semilla verdadera, están siendo propagados y evaluados para su distribución futura.

Figura 22.

El Agrónomo del CIAT, Julio Toro y Samuel García de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, observan el crecimiento excelente de la planta que brotó de una estaca sembrada verticalmente. La selección de las estacas, la longitud apropiada (20 cm) y la siembra vertical ayudan a asegurar la obtención de buenos rendimientos de yuca.





Figura 23.

Los productores de yuca en la región de Caicedonia de Colombia han adoptado muchas de las técnicas agronómicas de bajo costo que dan rendimientos más altos. Los mejores agricultores de esta región producen hasta 40 ton/ha (aproximadamente cuatro veces el promedio nacional) mediante la selección y tratamiento de estacas las cuales siembran verticalmente en camellones; además, mantienen los campos libres de malezas.

El arroz es un producto que cada día adquiere mayor importancia en América Latina y el Caribe y actualmente proporciona alrededor de la tercera parte de las calorías totales consumidas en la región. En años recientes, el consumo per capita aumentó de 41 kg/año en 1973-75 a 45 kg/año en 1975-76. Considerada globalmente, la región es una importadora neta del grano. Entre 1963 y 1977, la producción aumentó a una tasa de aproximadamente 3.4 por ciento anual; las dos terceras partes de este aumento se debieron a la expansión del área sembrada. Sin embargo, el aumento de la producción ha variado de un país a otro según el sistema de producción. Por ejemplo, durante el mismo período 9 de 24 países aumentaron su producción a una tasa mayor del 4 por ciento anual.

En América Latina y el Caribe el arroz se produce bajo los sistemas de cultivo de secano y riego. El 51 por ciento del arroz en la región se produce bajo el sistema de riego, en solamente el 28 por ciento del área cultivada. El rendimiento promedio del arroz riego es de 3.4 ton/ha en comparación con 1.3 ton/ha para el arroz de secano. Como el arroz riego es el sistema de cultivo que predomina en la mayor parte del mundo, la tecnología desarrollada por los centros internacionales ha sido principalmente para este tipo de cultivo. Los principales factores limitantes del sistema de cultivo bajo riego son las enfermedades y las malezas. Como el cultivo de secano requiere tecnología diferente para superar los distintos problemas, se le prestará mayor atención a este sistema de cultivo en la medida en que los recursos lo permitan.





Programa de Arroz

INTRODUCCIÓN

En 1979, el Programa de Arroz continuó enfocando sus actividades hacia la producción y transferencia de tecnología para ayudar a superar limitaciones biológicas y agronómicas de la producción de arroz en América Latina y el área del Caribe.

En las actividades de mejoramiento varietal, líneas genéticas avanzadas portadoras de genes piramidales de resistencia a piricularia, entraron a evaluaciones en amplia escala. También se inició un programa para producir cruzamientos de múltiple propósito cuyas progenies en la generación F_2 estarán disponibles para los programas nacionales de mejoramiento genético. La selección temprana por factores ambientales locales ayudará a acelerar el movimiento de germoplasma a los programas nacionales.

Este año se estableció en el Programa de Arroz una sección de fitopatología y se diseñaron técnicas completas de selección para detectar tolerancia o resistencia al añublo. Los estudios agronómicos se concentraron en la forma de atenuar los principales factores limitantes de la producción relacionados con insectos plaga y malezas.

El Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP) continuó evaluando, estructurando y distribuyendo viveros de germoplasma en la región. También patrocinó una conferencia para colaboradores y proporcionó asistencia en el establecimiento y la evaluación de viveros en los países.

MEJORAMIENTO VARIETAL

El objetivo primordial del programa de mejoramiento varietal de arroz es combinar resistencia o tolerancia a los principales factores biológicos que limitan la producción, con el fin de estabilizar los rendimientos y reducir la brecha entre los rendimientos reales y los potenciales.



Figura 1.
El objetivo global de la sección de mejoramiento genético en el Programa de Arroz es el desarrollo de materiales con buen potencial de rendimiento y tolerancia o resistencia a los principales factores limitantes de la producción. El fitomejorador Hector Weeraratne observa algunas de las nuevas progenies promisorias.

Resistencia a Piricularia

Piricularia, causada por *Pyricularia oryzae*, continúa siendo el factor patológico limitante más destructivo y ampliamente distribuido en América Latina. Para lograr esta resistencia estable a piricularia se están utilizando las técnicas de la organización piramidal de genes mayores de resistencia, el desarrollo de multilineas y la concentración de genes menores de resistencia.

Este año entraron a las pruebas regionales en varias localidades de Colombia, 11 líneas genéticas avanzadas con genes piramidales de resistencia a piricularia. El Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP) también distribuyó a otros países estas líneas en un vivero especial para la identificación de amplia adaptabilidad y resistencia de amplio espectro. Además de su resistencia a piricularia, las líneas son de altura baja o intermedia, resistentes al insecto sogata (*Sogatodes*), presentan tolerancia al escaldado de la hoja, tienen un grano de buena calidad y dan un alto rendimiento en molino.

Otros Proyectos de Mejoramiento Genético

Se han hecho retrocruzamientos con la variedad Bg 90-2 para combinar su alto rendimiento, amplia adaptabilidad, excelente tipo de planta y muy buen vigor inicial con la resistencia a piricularia y mejor calidad de grano de otras fuentes. Se seleccionaron varias progenies con una combinación de resistencia a piricularia, mejor calidad

de grano y el tipo de planta de Bg 90-2 y pasaron a los ensayos preliminares de rendimiento.

Este año se inició un nuevo proyecto de mejoramiento genético para producir poblaciones segregantes las cuales se adapten a los diversos sistemas de cultivo encontrados en América Latina. Se han seleccionado las fuentes parentales y se han planeado los cruzamientos para obtener altura corta o intermedia, tolerancia a la sequía, adaptabilidad a los sistemas de cultivo de secano, secano favorecido y riego, buena calidad de grano, resistencia a piricularia (mediante la combinación de genes mayores y menores) y resistencia al escaldado de la hoja. La semilla F₂ de los cruzamientos de propósito múltiple se le suministrará a todos los países de América Latina interesados en el arroz de secano o de secano favorecido para facilitar la selección temprana y la identificación de segregantes deseables con tolerancia a la sequía mediante su exposición a las condiciones ambientales específicas de cada país.

A partir de poblaciones segregantes traídas de Sri Lanka, se seleccionaron cinco líneas avanzadas por su alto rendimiento y se están utilizando como donantes de esta característica en el programa de mejoramiento varietal. Dos de las líneas se identificaron como tolerantes al añublo de la vaina (*Rhizoctonia* sp.) y al escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*). Otra se está cruzando extensivamente para utilizar su excelente vigor temprano, alta capacidad de macollamiento y buen tipo de planta.

Más de 100 introducciones del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) y del Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI) se evaluaron como fuentes de buen material parental para diversificar la base genética utilizada en el programa de mejoramiento varietal.

Se identificaron y seleccionaron 12 líneas Africanas de altura intermedia con una combinación de vigor temprano, buen macollamiento y tallos fuertes. Diez de las líneas provenientes del IRRI fueron seleccionadas para lograr combinaciones de tallos muy fuertes, buen macollamiento y tipo de planta de porte bajo.

Metodologías de Mejoramiento Genético

Mejoramiento Genético por Mutación

Hasta el momento, la resistencia de amplio espectro a piricularia sólo se ha identificado en tipos de arroz de rendimiento muy bajo con plantas altas, de tallos débiles y muy susceptibles al volcamiento. Se está intentando disminuir la altura de estos donantes de resistencia

Figura 2.
El Fitopatólogo Sang-Won Ahn (a la izquierda) explica el procedimiento que utiliza para evaluar plántulas por reacciones a piricularia en esta cama de infección.



amplia a piricularia mediante la inducción de mutaciones, a fin de convertirlos en materiales adecuados para su utilización como progenitores recurrentes. En los laboratorios del organismo Internacional de Energía Atómica (con sede en Viena) se han irradiado 14 variedades las cuales ya se han sembrado para su evaluación.

Inducción de Esterilidad Masculina

La disponibilidad de esterilidad masculina facilitaría en gran medida la realización de proyectos de selección recurrente para concentrar genes deseables. Mediante el tratamiento de la variedad CICA 8 durante la etapa de embuchamiento con dos aplicaciones de Ethrel (ácido 2-cloroetil fosfónico) se ha obtenido hasta un 73 por ciento de esterilidad masculina

FITOPATOLOGIA

Evaluación y Resistencia a Piricularia

Con la creación de la sección de fitopatología en el Programa de Arroz este año, se desarrolló un procedimiento completo de selección por resistencia o tolerancia a piricularia. Los materiales que muestran alta resistencia a la enfermedad en el vivero de piricularia pasan a ensayos más intensivos bajo inoculación y a ensayos en múltiples localidades en Colombia. Este año, entre casi 700 líneas genéticas y accesiones de otras fuentes, aproximadamente un 38 por ciento mostró una reacción de alta resistencia en este vivero.

Se ha observado que existen varios mecanismos de resistencia, tales como una menor eficiencia de la infección, períodos de incubación más prolongados, formación de lesiones pequeñas y baja producción de esporas; todos estos mecanismos contribuyen a que el progreso de la enfermedad sea lento. Los materiales que muestran esta reacción lenta a la enfermedad durante las evaluaciones iniciales, pasan a una serie separada de evaluaciones. Entre 500 plantas evaluadas, 20 mostraron esta característica y se someterán a estudios más detallados.

A pesar de mantener constantemente un microclima favorable para la enfermedad en el vivero de piricularia, varios materiales se recuperaron de reacciones severas, en tanto que otros continuaron presentando las mismas reacciones o aún más severas. Se han hecho muy pocos estudios sobre este mecanismo de recuperación, pero la

Figura 3.

Esta cama de plántulas, idéntica a la de la Figura 2, se utiliza para verificar las reacciones de piricularia de desarrollo lento. Aquí sólo se han sembrado las hileras de plantas susceptibles para diseminación; los materiales por evaluar se sembrarán pronto en los espacios disponibles.



característica puede contribuir en gran medida a bajar la tasa de infección. Se realizarán estudios para comprender mejor este tipo de reacción.

Variabilidad de *Pyricularia oryzae* en América Latina

El análisis de los datos del Vivero Internacional de Piricularia para América Latina (VIPAL) de 1978 confirmó que el agente causal de la enfermedad varía de una localidad a otra. Además, se sabe que la clase y frecuencia de razas de *P. oryzae* cambia continuamente aún en la misma localidad. Se han seleccionado algunas accesiones del VIPAL de 1978 para utilizarlas como diferenciales temporales. La observación continua de estos materiales proporcionará información sobre el cambio de las razas en cada localidad de ensayo.

Mancha Ojival

Una enfermedad foliar que ha causado daño considerable a la variedad CICA 7 en dos provincias de Panamá y en CICA 6 cerca de CIAT-Palmira se identificó como la mancha ojival, causada por el hongo *Drechslera gigantea* (Heald & Wold) Ito. Los síntomas se han venido observando en estas localidades durante los últimos cinco años y se asemejan a los de la helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*). Esta mancha ojival se ha observado en varias especies de gramíneas y en banano, pero nunca había sido identificada en arroz. Continuarán los estudios para observar el desarrollo y la importancia de esta enfermedad en arroz.

AGRONOMIA

Estudios sobre Plagas Insectiles

El díptero *Hydrellia* sp. se está convirtiendo en una plaga importante en algunas áreas de América Latina. Prolifera rápidamente bajo condiciones de inundación y, por lo tanto, su daño es mucho más severo en áreas cultivadas bajo riego.

Este año se evaluaron varios insecticidas por su efectividad para controlar *Hydrellia*. Las diferencias entre las efectividades de los compuestos no fueron significativas y todos proporcionaron controles aceptables. También se logró muy buen control drenando los

Figura 4.
Esta enfermedad ojival, causada por *Drechslera gigantea* (Heald & Wolf) Ito., se identificó este año en campos de arroz en Colombia y Panamá.



campos y permitiendo que la superficie del suelo se seque. Este tratamiento para prevenir el daño a las plantas jóvenes y el crecimiento de las malezas no se debe hacer durante más de cinco días.

Se hicieron estudios sobre el barrenador del tallo *Rupela albinella* Cramer, para determinar su importancia económica, los efectos de las prácticas agronómicas tales como la densidad de transplante y la fertilización nitrogenada sobre las poblaciones del insecto y su daño, las preferencias varietales del insecto y las posibilidades de su control biológico.

El daño promedio de tallos de la variedad CICA 8 fue del 44 por ciento y para IR 22, del 28 por ciento. Las poblaciones del insecto fueron menores en ambas variedades cuando el transplante se hizo a distancias de 20 x 20 cm, en comparación con una distancia de 30 x 30 cm. Los diversos niveles de fertilización nitrogenada no afectaron la incidencia del insecto. Los niveles de parasitismo por *Strabotes abdominalis obscurus* Zwart y *Trathala* sp. variaron entre el 64 y el 71 por ciento sin observar diferencias entre variedades, densidades o tasas de fertilización.

Cuadro1. Rendimientos de arroz con cáscara (arroz paddy) y cantidad de malezas en parcelas tratadas con varios herbicidas granulados.

Tratamientos	Dosis de aplicación (kg de i.a./ha)	Rendimiento de arroz (ton/ha)	Materia seca de malezas (g/m ²)
Desyerba manual		8.73 a ¹	2.0
butachlor + 2,4-D	0.75 + 0.5	8.37 ab	3.3
oxifluorfen + 2,4-D	0.2 + 0.5	8.28 ab	4.0
bifenox	2.5	8.13 abc	4.0
2,4-D	0.5	8.09 abc	11.3
butachlor	1.0	8.09 abc	25.0
bifenox + 2,4-D	2.0 + 0.5	7.95 abcd	2.0
bifenox	3.0	7.85 abcd	2.3
2,4,5-T	0.8	7.84 abcd	20.0
tiobencarbo	1.0	7.48 abcd	7.6
2,4-D	0.8	7.40 bcd	27.3
tiobencarbo + 2,4-d	0.75 + 0.5	7.31 bcd	10.6
oxifluorfen	0.3	7.08 cd	13.3
Control sin desyerba		6.92 d	30.3

¹ Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

Control de Malezas

Los herbicidas granulados ofrecen al agricultor una alternativa atractiva para el control de malezas en arroz. Generalmente, el agricultor pequeño no solamente dispone de la mano de obra para aplicar estos herbicidas sino que, además, no requiere un equipo especial para su aplicación.

Cuatro días después de transplantar el arroz se aplicaron varios compuestos granulados solos o en combinaciones. Los campos se inundaron un día antes y se mantuvieron con riego hasta 10 días antes de la cosecha. Los rendimientos finales de arroz se presentan en el Cuadro 1. Un análisis de regresión mostró que, por cada 1 kg de malezas (materia seca) los rendimientos de arroz se reducen en aproximadamente 3 kg/ha de arroz cáscara seco.

COOPERACION INTERNACIONAL

Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina

En 1979, las actividades del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina se concentraron en ayudar a los programas nacionales a aumentar la producción y la productividad del arroz, proporcionándoles germoplasma mejorado.

Viveros de 1977

Los resultados finales de los viveros distribuidos en 1977 y evaluados durante el año pasado indicaron que, cada uno de los materiales en los viveros de rendimiento fue seleccionado por uno o más programas nacionales para evaluarlos en ensayos avanzados de rendimiento o en pruebas regionales.

En Cuba, la línea IR 1529-430-3, introducida del IRRI e incluida en el Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz de Secano para América Latina (VIRAL-S, 1977), fue entregada a los agricultores con el nombre de IR 1529. La misma línea se encuentra en pruebas regionales y en la fase de multiplicación de semilla en Santa Cruz, Bolivia, con el nombre de Saavedra V-5.

Viveros de 1978

Entre el germoplasma del vivero de rendimiento distribuido en 1978 y cosechado este año, varios



Figura 5. El helecho acuático *Azolla* sp. es el único miembro del orden Pteridofita (fam. Salviniaceae) que vive en simbiosis con *Anabaena azollae* Strans., hongo fijador de nitrógeno atmosférico. Esta simbiosis se estudiará más detalladamente para determinar su efecto en la producción de arroz.

Figura 6.

El sistema de producción continua de arroz se basa en la siembra o transplante de áreas determinadas cada 15 días. El sistema se puede usar en fincas de todos los tamaños. Permite mayores rendimientos, mejor uso del equipo y mano de obra como también del agua y del suelo. Si se dispone de agua durante todo el año, fácilmente se obtienen más de dos cosechas completas. Este campo de demostración en CIAT-Palmira muestra parcelas (0.1 ha) a la izquierda sembradas con semilla pregerminada y parcelas (0.12 ha) a la derecha sembradas por transplante.



Cuadro 2. **Viveros distribuidos en 1979 en el Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP).**

Vivero ¹	No. de accesiones	No. de juegos	Rango de rendimiento ² (ton/ha)
VIRAL-P	23	39	4.3-6.7
VIRAL-T	23	28	3.6-8.5
VIRAL-Tar	19	9	5.9-7.9
VIRAL-S	24	30	4.8-8.9
VERAL	14	22	4.7-7.0
VIOAL	97	14	4.1-9.1
VIOAL-S	52	25	3.9-8.7
VIOAL-R	61	18	4.3-8.3
VIPAL	120	31	—
VIAVAL	16	12	5.5-8.9
VIOSAL	10	8	4.7-8.6
VITBAL	23	10	2.9-8.1
VIRAL-F	15	8	4.6-8.1
Total	497	254	

¹ VIRAL-P	Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz - Variedades Precoces
VIRAL-T	Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz - Variedades Tempranas
VIRAL-Tar	Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz - Variedades Tardías
VIRAL-S	Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz - Secano
VERAL	Vivero Específico de Rendimiento de Arroz
VIOAL	Vivero Internacional de Observación
VIOAL-S	Vivero Internacional de Observación - Secano
VIOAL-R	Vivero Internacional de Observación - Escaldado de la Hoja
VIPAL	Vivero Internacional de Piricularia
VIAVAL	Vivero Internacional del Añublo de la Vaina
VIOSAL	Vivero Internacional de Observación de la Salinidad y Alcalinidad
VITBAL	Vivero Internacional de Arroz para Temperaturas Bajas
VIRAL-F	Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz - Variedades Flotantes

² Rango de rendimiento en dos estaciones en CIAT-Palmira bajo condiciones de riego/transplante.

materiales han mostrado un buen potencial de rendimiento bajo condiciones de riego y secano favorecido (Cuadro 2).

En forma similar, varias líneas de los viveros de observación de 1978 (VIOAL y VIPAL) han presentado un buen comportamiento y resistencia a piricularia (tanto a la infección foliar como a la pudrición del cuello). El germoplasma del VIPAL-1978 con resistencia a piricularia se volvió a incluir en el VIPAL-1979. Las accesiones del VIOAL-1978 se evaluarán por rendimiento en los viveros de 1980.

Viveros de 1979

Los viveros de 1978 provenientes del IRRI se sembraron este año en CIAT-Palmira y se evaluaron bajo condiciones de campo por su tipo de planta, madurez, resistencia al volcamiento y capacidad de rendimiento; bajo condiciones de laboratorio se evaluaron por su resistencia a *Sogatodes* y por la calidad del grano. En los diversos viveros distribuidos en 1979 sólo se incluyeron aquellas accesiones con una combinación de caracteres deseables (Cuadro 3).

Doce viveros del IRRI de 1979 se sembraron en CIAT-Palmira en julio y agosto para su evaluación, selección y multiplicación de semilla. Este germoplasma también se evaluará bajo condiciones de laboratorio por su resistencia a *Sogatodes* y por la calidad del grano; los materiales seleccionados se incluirán en los viveros del IRTP de 1980.

Viaje de Supervisión del IRTP

Se realizó un viaje de supervisión a la región norte de América del Sur para visitar las actividades de investigación de arroz de los programas nacionales y para evaluar el germoplasma de los viveros del IRTP en Colombia, Ecuador, Guayana, Surinam y Venezuela. Se publicó en inglés y español un informe completo sobre la situación del cultivo de arroz, las actividades de investigación y los factores que limitan la producción del cereal en estos cinco países. Se hicieron visitas individuales a Belice, Colombia, El Salvador, Guatemala y Panamá. Con base en estas visitas, se obtuvo información valiosa sobre el comportamiento de los viveros del IRTP. Entre el germoplasma de los diversos viveros se observó resistencia varietal a los problemas de suelos ácidos en Belice, Colombia y El Salvador.

Conferencia del IRTP

Este año se realizó la Tercera Conferencia del IRTP para América Latina en la cual la actividad principal fue una Reunión de Discusión sobre Piricularia. La conferencia se realizó en el CIAT entre mayo 30 y junio 2 y contó con la participación de 59 científicos arroceros de programas nacionales y 14 científicos de otras instituciones nacionales e internacionales. Se hizo una revisión de los procedimientos actuales de operación del IRTP para

Cuadro 3. Rendimiento promedio y días hasta la floración de las cinco mejores accesiones de cada uno de tres Viveros Internacionales de Rendimiento de Arroz para América Latina en 1978.

Identificación	Origen	Rendimiento (ton/ha)		Días hasta la floración
		Promedio	Rango	
Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Secano (VIRAL-S)¹				
1. IR 1529-430-3	IRRI	4.9	2.6-8.6	93
2. CICA 8	ICA-CIAT	4.7	1.8-7.5	99
3. CR 261-7039-236	India	4.6	2.1-7.9	95
4. IET 6047	India	4.5	2.2-8.4	97
5. CR 46-15/IR24 ²	Filipinas	4.3	1.8-6.7	90
Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Varietades Tempranas (VIRAL-T)²				
1. Bg 375-1	Sri Lanka	6.2	3.5-10.5	97
2. CICA 8	ICA-CIAT	6.0	1.3- 9.2	103
3. B541b-Kn-91-3-4	Indonesia	5.9	2.0- 9.9	96
4. B541b-Kn-22-7-2	Indonesia	5.8	1.5 9.6	97
5. IR 4422-98-3-6-1	IRRI	5.6	2.1-10.2	104
Vivero Internacional del Añublo de la Vaina (VIAVAL)³				
1. B189c-Kn-45-1-3	Indonesia	6.4	4.1- 9.9	100
2. BW-196	Sri Lanka	6.3	3.2- 9.3	111
3. IR 4422-98-3-6	IRRI	6.2	3.0-10.1	106
4. IR 2796-44-2	IRRI	6.2	3.8- 8.6	107
5. Chianung Sen Yu 19	Taiwán	5.9	2.8- 8.3	101

¹ Sembrado en 22 localidades, 17 en condiciones de secano favorecidos y 5 en secano no favorecido.

² Sembrado en 18 localidades, 12 en condiciones de riego y 6 en secano favorecido.

³ Sembrado en 8 localidades, 6 en condiciones de riego y 2 en secano favorecido. Todas las accesiones fueron tolerantes al añublo de la vaina.



Figura 7.
Una de las muchas localidades visitadas en el Viaje de Supervisión de 1979, como parte de las actividades del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP). Esta finca típica de arroz de secano favorecido se encuentra en los llanos del Río Guayas en Ecuador.

América Latina y se establecieron nuevos viveros para factores limitantes específicos en la región. Se actualizó la información sobre área cultivada de arroz, producción, rendimientos, variedades utilizadas y factores limitantes. Se publicó un informe de la conferencia en inglés y español.

La discusión sobre piricularia hizo énfasis en la necesidad de investigar técnicas de campo para inducir la infección de la enfermedad, en las hojas y en el cuello de las paniculas, en poblaciones segregantes. También se enfatizó la necesidad de desarrollar metodologías para identificar segregantes con resistencia estable, especialmente a la infección que se presenta en el cuello. Además se consideró prioritario identificar donantes con resistencia estable.

Distribución de Semilla

Otra actividad del IRTP se relaciona con la distribución de semilla de líneas o variedades promisorias, en respuesta a solicitudes de instituciones de varios países. En 1979 se despacharon 656.4 kg de semilla de 22 variedades a ocho países.

Adiestramiento

Durante 1979 el Programa de Arroz proporcionó adiestramiento formal a 52 profesionales. Diez becarios de seis países de la región participaron en el curso de producción de arroz el cual tuvo una duración de seis meses y otras 34 personas de 13 países asistieron a un curso intensivo de un mes. El Programa también proporcionó adiestramiento a ocho profesionales en otras áreas.

Figura 8.
Antes de distribuir los viveros de germoplasma en la región por intermedio del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP), cada una se cultiva en CIAT-Palmira para su observación y multiplicación de semilla.





Figura 9.
A la III Conferencia del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP), realizada en CIAT-Palmira a mediados de 1979, asistió un total de 73 científicos arroceros, la mayoría provenientes de programas nacionales de la región.

La carne de res es uno de los principales alimentos básicos de la población rural y urbana de escasos recursos de América Latina y su alto consumo contribuye a que la desnutrición protéica sea menos aguda en América Tropical que en África o Asia. Durante los últimos 15 años, el crecimiento anual de la demanda de carne en América Tropical (5.6 por ciento) ha excedido a los aumentos en producción (3.6 por ciento). Esta brecha está resultando en aumentos reales en el precio de la carne lo cual eventualmente ocasionará una disminución en su consumo por las familias en el estrato de ingresos inferior (25 por ciento del total) que actualmente gastan del 8 al 16 por ciento de su presupuesto en la compra de carne. Las tendencias de la producción de leche en la región son similares a las de la carne, con una baja producción *per capita*. Las importaciones de leche y sub-productos lácteos se han triplicado durante los últimos 10 años. Las encuestas realizadas en el área objetivo del Programa han mostrado que la producción de leche en las fincas ganaderas es una fuente importante de ingresos en muchas áreas y que su importancia aumenta a medida que disminuye el tamaño de finca.

Ante esta demanda creciente por productos de bajo costo provenientes de la carne de res y de otros animales, una posible solución sería desarrollar una tecnología para las tierras más adecuadas para ganaderías de pastoreo. La presión para aumentar la producción de cultivos en las tierras más fértiles continuará; sin embargo, aproximadamente la mitad (850 millones de hectáreas) de los trópicos de América presentan suelos de fertilidad tan baja que la producción de cultivos en ellos no resulta económica. Estas sabanas y selvas tropicales podrían sostener una próspera industria ganadera, siempre y cuando se desarrollen e introduzcan las especies forrajeras apropiadas y sistemas de bajo costo para el manejo de las praderas y del ganado.



Programa de Pastos Tropicales

INTRODUCCION

El bajo nivel nutricional de los animales en pastoreo ha sido considerado como el factor que más limita la producción animal en los suelos de sabanas y selvas de América tropical. En consecuencia, la investigación en el CIAT se ha enfocado hacia el desarrollo de praderas más productivas y nutritivas. A fin de reflejar este énfasis en sus actividades, en 1979 el nombre del Programa de Ganado de Carne se cambió al de Programa de Pastos Tropicales.

A pesar de este cambio, el objetivo central del Programa es el mismo; es decir, superar los principales factores limitantes de la producción de carne (y leche) en los suelos ácidos e infértiles del trópico de América, mediante la generación de tecnología de bajo costo para el desarrollo de pastos en los diversos ecosistemas abarcados por estas áreas de suelos infértiles. Esta nueva tecnología incluye germoplasma de gramíneas y leguminosas adaptado a los diferentes ecosistemas y prácticas de manejo para el establecimiento y el mantenimiento de sistemas de praderas mejoradas.

El logro de este objetivo haría cuatro contribuciones principales al aumento de la producción de alimentos básicos en los países menos desarrollados de la región.

1. Mayor producción de carne, un alimento básico entre los grupos de bajos ingresos del trópico de América Latina.
2. Mayor producción de sub-productos de las actividades ganaderas en estos suelos ácidos, tales como leche y productos lácteos, los cuales son alimentos muy escasos en la región.
3. La conservación y el mejoramiento de los suelos ácidos en ecosistemas frágiles.
4. Una base para la expansión de la frontera agrícola en América tropical en una forma económica y ecológicamente viable, a la vez que quedan libres tierras más fértiles para la producción de cultivos las cuales actualmente se encuentran dedicadas a la producción ganadera.



CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES ECOSISTEMAS

Recientemente, uno de los objetivos fundamentales del Programa ha sido definir claramente los ecosistemas en el área objetivo, particularmente en términos de clima y suelo. Con base en estudios detallados y en los análisis de los datos, el área objetivo se clasificó este año en cinco ecosistemas principales según la Evapotranspiración Potencial Total durante la Estación Lluviosa (TWPE, Total Wet Season Potential Evapotranspiration). Este parámetro es un medio cuantitativo racional el cual a) explica la cobertura vegetal existente con base en la energía disponible para el crecimiento de las plantas durante la estación lluviosa y b) permite predecir las principales diferencias en el crecimiento de los pastos y en el comportamiento de los animales. La localización de los ecosistemas se presenta en la Figura 2. Sus principales características se resumen de la siguiente manera:

1. Sabanas tropicales (con una TWPE de 910-1060 mm) bien drenadas e hipertérmicas (temperatura media durante la estación lluviosa mayor de 23.5°C). Este ecosistema está representado por los Llanos Orientales de Colombia, Venezuela, Guyana y Surinam y por las sabanas de Roraima y Macapá en Brasil.
2. Sabanas tropicales (con una TWPE de 910-1060 mm) bien drenadas y térmicas (temperatura media durante la estación lluviosa de menos de 23.5°C). Este ecosistema está representado principalmente por el Cerrado de Brasil.
3. Sabanas tropicales mal drenadas. Las áreas representativas de estas sabanas incluyen las del

Figura 1.
Las praderas de sabanas tropicales con especies forrajeras mejoradas contribuirán de varias maneras a aumentar la producción de alimentos básicos en el área objetivo del Programa de Pastos Tropicales.



Beni en Bolivia, el Pantanal en Brasil, la región de Casanare en Colombia y la región de Apure en Venezuela. Los valores del TWPE pueden variar.

4. Bosque tropical, estacionalmente semi-siempreverde (con una TWPE de 1060-1300 mm).

5. Bosque húmedo tropical (con una TWPE mayor de 1300 mm).

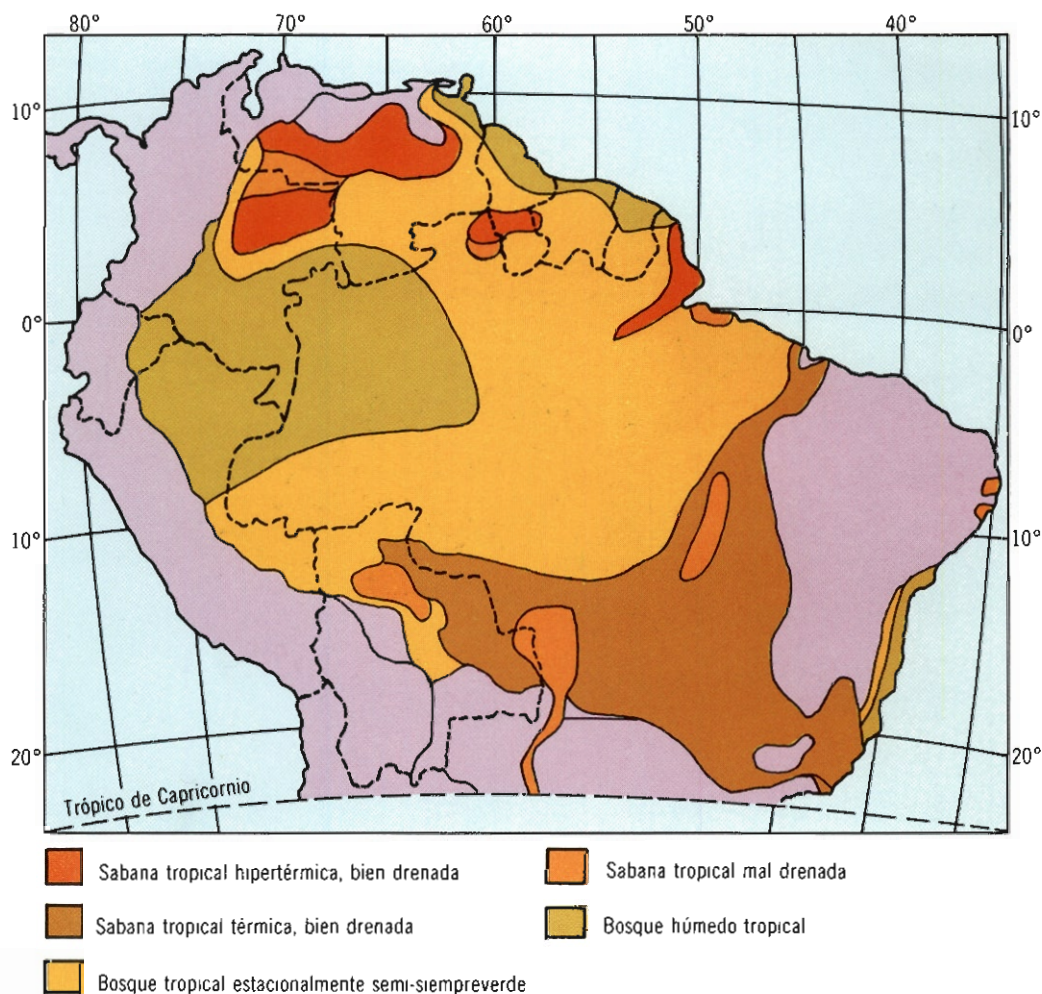


Figura 2.
Límites de los ecosistemas definidos para el área objetivo del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

DESARROLLO DE GERMOPLASMA

Esquema de Evaluación

Del ecosistema que más se sabe acerca de cómo se comporta el germoplasma es de las sabanas hipertérmicas bien drenadas, debido al trabajo realizado por el Programa en el Centro de Investigación de Carimagua, en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Hace aproximadamente dos años se iniciaron los trabajos en las sabanas térmicas. Este ecosistema está bien representado por el Centro de Investigación del Cerrado (CPAC) en Brasilia, de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA). También se está recibiendo información preliminar sobre el comportamiento de germoplasma en un número limitado de

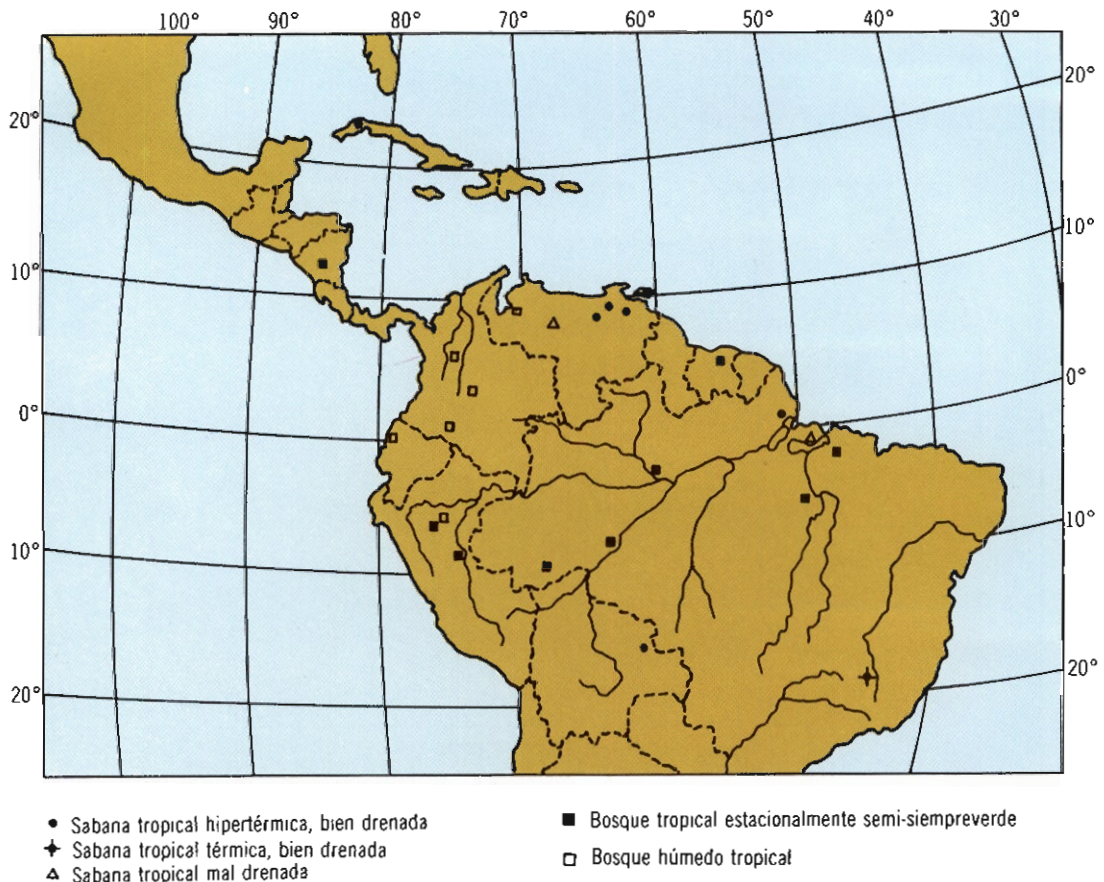


Figura 3.
Distribución de las pruebas regionales del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, localizadas según los ecosistemas.

pruebas regionales cuya distribución geográfica se presenta en la Figura 3.

Los resultados preliminares de estas evaluaciones muestran que las accesiones del germoplasma presentaron un comportamiento diferente en los distintos ecosistemas. Con base en este resultado, en 1979 se cambió el esquema de clasificación del germoplasma. Anteriormente se tenía una sola lista de materiales promisorios; ahora se dispone de varias listas por categoría para cada ecosistema. Hasta el momento se dispone de una lista de germoplasma promisorio para Carimagua y la lista disponible para Brasilia se basa en resultados preliminares.

La Figura 5 muestra el esquema global de evaluación de germoplasma en el Programa de Pastos Tropicales. Después de la caracterización y multiplicación de germoplasma en CIAT-Quilichao, el material que presenta adaptación a las condiciones de este Ultisol ácido e infértil se introduce en ensayos seriados en los diversos ecosistemas. Esto se hace ya sea por intermedio de las propias actividades de investigación del Programa en Carimagua y Brasilia o por intermedio de la red de pruebas regionales.

Los estudios del área objetivo han demostrado que las condiciones en CIAT-Quilichao no son representativas de ninguno de los cinco ecosistemas. Sin embargo, debido a una serie de características comunes a todos los ecosistemas (particularmente, los suelos ácidos con alta saturación de aluminio) esta localidad es muy apropiada para los trabajos de introducción de plantas y para la producción de semillas.

Introducción de Plantas

Durante 1979 se adicionaron a la colección del Programa 765 accesiones de germoplasma, para completar un total de 5475 accesiones. Los viajes de colección realizados este año hicieron énfasis específico en aumentar la colección de germoplasma de varios géneros y especies con potenciales bien identificados. Se realizó un viaje para coleccionar germoplasma de *Zornia* y *Centrosema* nativo de los Llanos de Colombia. Otro viaje a Tailandia se concentró en la colección de material nativo de *Desmodium ovalifolium* y *D. heterocarpon*.

La caracterización de nuevas introducciones en CIAT-Quilichao permitió identificar 41 accesiones (11 por ciento del total ensayado) de varios géneros y especies con un comportamiento especialmente bueno durante y después de por lo menos 12 meses de observaciones en esa localidad.

Figura 4.
La estación de CIAT-Quilichao es un sitio adecuado para la evaluación temprana de introducciones de germoplasma, tales como estas accesiones de *Zornia* spp.



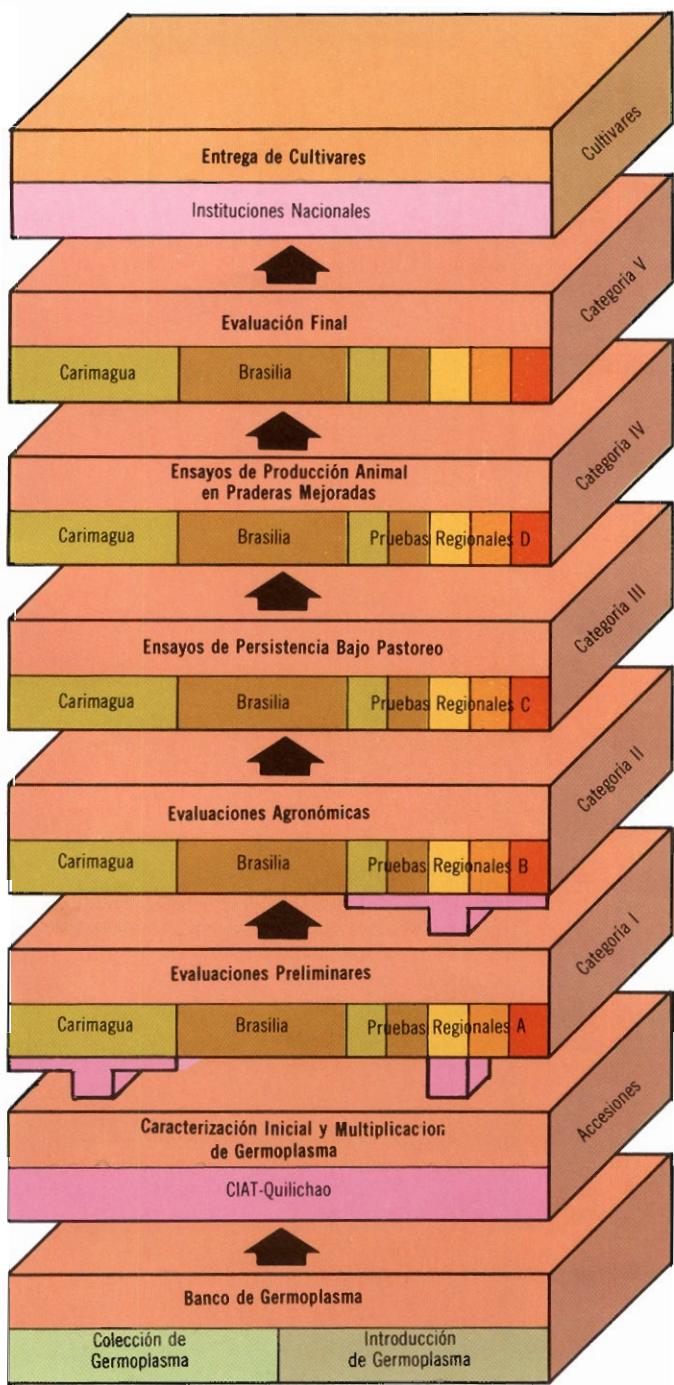


Figura 5. Esquema global de evaluación de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

Estos materiales se seleccionaron para su evaluación prioritaria en Carimagua y Brasilia. Además, se observó un buen potencial de varias especies leguminosas que hasta el momento se desconocían agrónomicamente. Estas incluyen *Centrosema brasilianum*, *C. macrocarpum*, *Zornia brasiliensis* y *Z. myriadena*.

Producción de Semilla

Durante 1979 se establecieron en CIAT-Quilichao 9 ha con 33 accesiones de leguminosas y dos de gramíneas para la producción de semilla. Además, en CIAT-Palmira se mantuvieron 15 ha con cuatro accesiones de leguminosas y dos de gramíneas. Se produjo un total de 4.5 ton de semilla, la tercera parte de leguminosas y las dos terceras restantes de gramíneas, principalmente de *Andropogon gayanus*.

Se desarrolló un método indirecto para medir la pureza de la semilla (definición Internacional) para su utilización con semilla de *A. gayanus*. La prueba permite obtener un estimativo preciso de la pureza en la cuarta parte del tiempo normalmente requerido por el método convencional.

INVESTIGACION SOBRE FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PASTOS

Tolerancia a Altos Niveles de Saturación de Aluminio

La alta saturación de aluminio en el suelo es uno de los principales factores que limita el crecimiento de las plantas en el área objetivo del Programa. Sin embargo, los datos preliminares de los estudios del área objetivo indican que existen diferencias considerables entre los ecosistemas y, dentro de ellos, entre sub-ecosistemas. Con el fin de evaluar rápidamente el potencial del germoplasma bajo diferentes niveles de saturación de aluminio, se diseñó una prueba sencilla para evaluar el gran número de accesiones de germoplasma forrajero que va entrando a la colección del Programa.

La técnica requiere la utilización de una solución de hematoxilina al 0.2 por ciento, la cual presenta una alta afinidad por el aluminio como agente de tinción para el

Figura 6.

La producción de semilla que se observa aquí en CIAT-Quilichao, es una parte crítica del esquema de evaluación de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales. Se debe producir semilla suficiente a medida que las accesiones entran a categorías más altas.



tejido de las plantas. La prueba es sencilla, rápida, permite la selección de un gran número de materiales y es considerablemente precisa como se ha confirmado con testigos cuya tolerancia al aluminio es conocida. La prueba permite el agrupamiento de germoplasma forrajero en accesiones altamente susceptibles, susceptibles y tolerantes.

Enfermedades

Este año se completó un estudio de las enfermedades que afectan a las especies forrajeras en 20 localidades del área objetivo (Cuadro 1). Se identificaron 22

Cuadro 1. Distribución de enfermedades de forrajes en los ecosistemas del área objetivo del Programa¹.

Enfermedades	Sabana tropical térmica bien drenada	Sabana tropical hiper-térmica bien drenada	Bosque tropical estacionalmente semi-siempre-verde	Bosque húmedo tropical	CIAT-Quilichao
Antracnosis* ²	+	+	+	+	+
Mancha foliar por <i>Cercospora</i> (A) ³		+	+	+	+
Mancha foliar por <i>Cercospora</i> (B) ³		+	+	+	+
Nemátodo del nudo radical*					+
Añublo*				+	
Costra por <i>Sphaceloma</i> *				+	+
Carbón (<i>Ustilago</i>)*	+	+		+	
Carbón (<i>Urocystis</i>)					
Mancha foliar por <i>Camptomeris</i> *				+	+
Roya (<i>Uromyces</i>)		+	+		+
Roya (<i>Puccinia</i>)					
Roya falsa*+					
<i>Rhizoctonia solani</i>		+		+	
Mancha foliar por <i>Rhynchosporium</i> *				+	
Mancha foliar por <i>Drechslera</i>		+		+	
Virus de la hoja pequeña		+		+	+
Cornezuelo del centeno	+				
Añublo de la inflorescencia por <i>Gibberella</i>	+				
Añublo de la inflorescencia por <i>Botrytis</i>				+	
Moho negro	+				
Mildeo polvoso	+				+
Moho gelatinoso	+				+

¹ El ecosistema de sabana tropical mal drenada no se incluye pues se dispone de muy poca información sobre las enfermedades.

² Las enfermedades con asterisco son importantes en el área objetivo.

³ (A), en *Panicum maximum*; (B), en *Centrosema* spp.

patógenos que afectan leguminosas y gramíneas. Como nuevas enfermedades sobre las cuales se requieren estudios más a fondo se pueden mencionar el falso carbón, la mancha foliar por *Rhynchosporium* y la costra por *Sphaeloma*.

Un descubrimiento importante es que, en los diversos ecosistemas del área objetivo, aparentemente existen diferentes enfermedades y, muy probablemente, diferentes razas patogénicas causales de la misma enfermedad. La antracnosis es la única enfermedad que se encuentra en todos los ecosistemas estudiados hasta el momento. Las manchas foliares ocasionadas por *Cercospora* y el carbón (*Ustilago* sp.) están presentes en tres ecosistemas, en tanto que otras enfermedades presentan una distribución limitada.

Aunque estos resultados son preliminares, indican que la selección por resistencia a enfermedades se debe descentralizar a fin de exponer las accesiones forrajeras al mayor número posible de patógenos potenciales. Además, esto ayudaría a asegurar que el germoplasma está siendo evaluado en áreas con alta incidencia a enfermedades, preferiblemente en el centro de diversidad de las especies y bajo condiciones favorables para el ataque de las enfermedades.

Insectos

Se realizó un estudio similar al anterior en las mismas 20 localidades, sobre los insectos que atacan especies forrajeras. Los resultados preliminares indican que, en los diversos ecosistemas, las plantas son afectadas por los mismos órdenes de insectos, pero se observaron diferencias entre los ecosistemas en lo que respecta a los géneros y las especies de insectos encontrados.

Un descubrimiento importante en este estudio es que existe una distribución relativamente uniforme de insectos benéficos en el área objetivo. Esto indica que el control biológico puede ser un componente importante de posibles programas futuros de control integrado de plagas en pastos tropicales.

Producción de Semilla

Uno de los factores que puede limitar el desarrollo futuro de pastos es la disponibilidad eventual de semilla comercial.

Figura 7.

La antracnosis es una de las enfermedades más serias de las leguminosas en el área objetivo del Programa de Pastos Tropicales.

Figura 8.

La Fitopatóloga Jillian Lenné observa el daño causado por la enfermedad en este material de *Stylosanthes*.



Uno de los requisitos es que las áreas de producción se encuentren localizadas en regiones geográficas apropiadas, en donde se puedan obtener rendimientos consistentemente altos y buena calidad de semilla de una serie de especies. Como parte de un proyecto de estudio a largo plazo sobre los potenciales regionales de producción de semilla dentro del área objetivo, se establecieron experimentos de campo en siete localidades en dos de los principales ecosistemas de sabanas o en áreas adyacentes. Estos ensayos, con un promedio de nueve leguminosas y tres gramíneas, se establecieron en colaboración con las respectivas instituciones locales.

Establecimiento de Praderas

Este año se obtuvo información adicional sobre los métodos de establecimiento de praderas con labranza mínima para introducir especies forrajeras mejoradas en las sabanas nativas. En ensayos con cuatro gramíneas y tres leguminosas sembradas a una densidad baja de 1000 sitios/ha, varias especies invadieron el terreno y se establecieron satisfactoriamente en la sabana nativa. Los

Cuadro 2. Introducción de especies forrajeras mejoradas en sabana nativa, en Carimagua.

Tratamiento de la sabana nativa	Especie	Capaz de:	
		in- vadir	des- plazar
Sólo quema	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Si	Si
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria radicans</i>	Si	No
Control químico	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Si	Si
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria humidicola</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria radicans</i>	Si	No
Labranza con rastrillo de puas a 12 cm	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Si	Si
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria humidicola</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria decumbens</i>	Si	Si
	<i>Andropogon gayanus</i>	Si	Si
Preparación completa de las camas para la semilla	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Si	Si
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria radicans</i>	Si	Si
	<i>Brachiaria decumbens</i>	Si	Si
	<i>Andropogon gayanus</i>	Si	Si



Figura 9.
El Programa de Pastos Tropicales ha tenido éxito en la introducción de forrajes mejorados en este tipo de sabana nativa en Carimagua.

potenciales de las diversas especies se resumen en el Cuadro 2. El establecimiento logrado en estos ensayos se obtuvo con un mínimo de fertilizantes, semilla y costos de preparación de tierra.

EVALUACION DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE PRODUCCION DE GANADO DE CARNE

El Proyecto de Evaluación Técnico-Económica de Sistemas de Producción de Ganado de Carne (ETES) tiene el objetivo de analizar las actividades ganaderas en los dos ecosistemas de sabanas bien drenadas en Colombia y Venezuela y en Brasil. La primera fase del proyecto incluye el estudio de fincas seleccionadas en cada región, con el fin de definir la tecnología prevaleciente y los factores que están limitando la producción de ganado de carne. En la segunda fase se introducirán, en fincas seleccionadas, ciertos componentes de la tecnología mejorada.

Hasta el momento sólo se ha completado la primera fase en las 16 fincas de la muestra en los Llanos de Colombia.

Producción en las Sabanas Hipertérmicas de Colombia

Los resultados obtenidos en las fincas de Colombia



Figura 10.
El control de sabana nativa mediante la labranza con rastrillo de puas proporciona una buena base para el establecimiento de forrajes mejorados.

mostraron que los niveles de producción, tanto por unidad animal como por hectárea, son bajos. La producción de las fincas por unidad animal (U.A.) osciló entre 34 y 129 kg/U.A./año; la finca que ocupó el segundo lugar sólo produjo 71 kg/U.A./año. De manera similar, las tasas anuales de producción animal oscilaron entre 3 y 34 kg/ha; nuevamente, la finca que ocupó el segundo lugar sólo produjo 17 kg/ha. Las tasas de concepción durante un periodo de dos años solo dieron un promedio del 50 por ciento y las tasas de aborto, las cuales dieron un promedio de aproximadamente 14 por ciento, fueron hasta del 42 por ciento.

La mala nutrición animal, el factor considerado como más limitante de la producción en los Llanos según estudios anteriores, volvió a resultar como el factor más importante en estos estudios a nivel de finca. La carencia de buen forraje durante todo el año en las áreas bajas, menos fértiles, es un factor especialmente crítico. Estas áreas, las cuales son más afectadas por las severas estaciones de sequía en este ecosistema, representan dos terceras partes del total de praderas en las fincas encuestadas. Las sabanas bajas y más húmedas generalmente son más fértiles; las fincas con proporciones mayores en este tipo de sabanas mostraron una mejor producción que las fincas con pocas áreas de sabanas bajas.

Las prácticas de manejo comúnmente empleadas en los sistemas más avanzados de producción de ganado no se aplican o, en el caso contrario, sólo a niveles de poco impacto. Un mejor manejo, particularmente la suplementación adecuada de minerales, proporcionaría algunos aumentos en la producción. Sin embargo, la baja tasa de crecimiento del hato y, muy probablemente, la baja fertilidad del hato de cría, sólo se pueden mejorar

considerablemente mediante una nutrición más adecuada.

Las evidencias preliminares de un experimento realizado en Carimagua dan algún indicio de los beneficios que se podrían esperar de una mejor nutrición y un mejor manejo. Los objetivos experimentales son estudiar el efecto del uso estratégico de praderas mejoradas y la duración de la estación de monta en la productividad del hato de cría.

Las vacas con acceso a las praderas mejoradas durante tres a cinco meses a finales de la estación seca y/o a principios de la estación lluviosa presentaron mayores tasas de natalidad que las vacas que solamente pastorearon sabana nativa. Al acortar el período de monta de cuatro a tres meses tampoco se redujo la tasa de natalidad de las vacas con acceso a praderas mejoradas, pero las tasas de natalidad de las vacas que sólo pastorearon sabanas sí disminuyeron.

EVALUACION DE GERMOPLASMA PROMISORIO EN ECOSISTEMAS DEL AREA OBJETIVO

Sabanas Hipertérmicas

Los científicos del Programa han trabajado durante varios años en este ecosistema de sabanas bien drenadas en Carimagua. Las observaciones y los resultados del comportamiento del germoplasma se basan en evaluaciones extensivas de la adaptación a este ambiente, incluyendo al tipo de suelo (Oxisol) en la estación experimental.

Germoplasma Promisorio

Gramíneas. Dentro de este ecosistema, la gramínea de la Categoría V, *Andropogon gayanus*, continuó mostrando un comportamiento sobresaliente como forraje altamente productivo. Algunas características importantes incluyen: a) buen crecimiento y buena producción de materia seca en los suelos ácidos e infértiles, con un mínimo de fertilizantes; b) tolerancia a la sequía, a la quema y a los altos niveles de saturación de aluminio en el suelo; c) bajos requerimientos de fósforo; d) tolerancia a insectos y enfermedades; e) buena capacidad de producción de semillas; f) compatibilidad con leguminosas; g) adaptabilidad a los sistemas de establecimiento de praderas a bajo costo; h) aceptabilidad por los animales; e i) altos niveles de producción animal, particularmente cuando se asocia con leguminosas.

Figura 11.
Andropogon gayanus y *Zornia latifolia* son dos forrajes promisorios para las siembras mixtas en el ecosistema de sabanas hipertérmicas.



Cuadro 3. Resumen de los resultados de productividad animal en praderas de gramíneas puras y de leguminosas/gramíneas, en Carimagua.

Especie de pasto	Productividad de los pastos			
	Estación seca	Estación húmeda	Total animal	
			(g/animal/día)	(kg/animal)
Gramíneas (datos de 3 años o más):				
Sabana mejor manejada	-167	449	90	22
<i>Melinis minutiflora</i>	-445	508	97	43
<i>Brachiaria decumbens</i>	-50	506	118	147
<i>Andropogon gayanus</i>	-97	567	128	457
Mezclas (datos de 10 meses):				
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Desmodium ovalifolium</i>	-21	606	120	128
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Stylosanthes capitata</i>	500	673	223	308
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Zornia latifolia</i>	317	836	245	399
<i>Andropogon gayanus</i> + <i>Pueraria phaseoloides</i>	371	732	225	373

El Cuadro 3 muestra los resultados de por lo menos tres años de ensayos de pastoreo en praderas puras de *A. gayanus* y *Brachiaria decumbens*. Estos datos muestran la alta capacidad de carga y, por lo tanto, la alta producción animal por unidad de área de una pradera de *A. gayanus* bien establecida. Aunque su valor nutricional no es muy alto, su tolerancia aparente a enfermedades e insectos la convierte en una alternativa muy promisoría en lugar de *B. decumbens*, una gramínea ya ampliamente conocida y establecida, incluida en la Categoría IV del germoplasma promisorio, pero susceptible al mion (salivita, salivazo, cigarrhina), un insecto devastador. Hasta el momento, solo hay disponibles resultados preliminares de ensayos de pastoreo de praderas de *Brachiaria humidicola*, otra gramínea de la Categoría IV.

La experiencia del Programa con *A. gayanus*, de polinización cruzada, ha sido hasta el momento casi exclusivamente con la accesión CIAT 621. Este ecotipo es muy variable en lo que respecta al tipo de planta, frondosidad, tiempo hasta la floración y otras características. Se ha escogido otra serie de accesiones provenientes de diferentes fuentes con el fin de comparar sus características con las de la accesión CIAT 621. Se está desarrollando un programa de selección recurrente con el propósito de seleccionar tipos más

tardíos, con mayor proporción de hojas y que florezcan y produzcan semilla durante un período más restringido. **Leguminosas.** El germoplasma de *Stylosanthes capitata*, *Zornia* spp. y *Desmodium ovalifolium* continuó presentando un buen comportamiento en Carimagua. Esta evaluación se basa en la adaptación de estas especies a las condiciones de los Oxisoles ácidos e infértiles, en su persistencia y en sus productividades (incluyendo el comportamiento animal) durante las estaciones secas y lluviosas. Las accesiones de *S. capitata* continuaron presentando resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo en este ambiente. La mayoría de las accesiones de *Z. latifolia* fueron severamente afectadas por la costra por *Sphaceloma* sp., pero se han identificado ecotipos resistentes dentro de ésta y otras especies de *Zornia*.

Se confirmó la alta productividad, agresividad y buena capacidad de fijación de nitrógeno de *D. ovalifolium* en el ecosistema de Carimagua. Esta especie también ha demostrado su compatibilidad con gramíneas agresivas tales como *B. decumbens* y *B. humidicola*. Sin embargo, el comportamiento animal se redujo sustancialmente por el bajo consumo de esta leguminosa cuando se tenía en mezcla con una baja proporción de gramíneas. Por lo tanto, se está buscando mayor variabilidad dentro de esta especie en lo que respecta a su palatabilidad.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del primer año de evaluaciones del comportamiento de animales que pastorearon estas leguminosas y el testigo *Pueraria phaseoloides* (germoplasma promisorio de la Categoría IV), todas en asociación con *A. gayanus*. Es evidente el

Figura 12.
Pueraria phaseoloides y *Andropogon gayanus* han proporcionado muy buenas ganancias de peso vivo durante todo el año en Carimagua.



efecto significativo de las leguminosas en las ganancias de peso vivo de los animales.

Con excepción de la asociación con *D. ovalifolium*, las mezclas de leguminosas/gramíneas parecen tener un potencial productivo de aproximadamente 360 a 420 kg/ha/año, siempre y cuando sea posible mantener en un grado razonable, el consumo de la leguminosa y la disponibilidad de la gramínea. Hasta el momento se han observado equilibrios satisfactorios de las leguminosas y las gramíneas en asociación, excepto en el caso de *D. ovalifolium*. Debido a su poca palatabilidad y a su hábito de crecimiento agresivo, *D. ovalifolium* tiende a dominar a la mayoría de las gramíneas y no parece apta para el pastoreo continuo en este ecosistema.

Sabanas Térmicas

El trabajo colaborativo con EMBRAPA en su centro localizado en Brasilia entró en la etapa de operación total durante 1979. Las evaluaciones de germoplasma en esta localidad se realizan en dos sitios dentro del CPAC, en dos suelos diferentes — un Latosol Rojo-Amarillo y un Latosol Rojo-Oscuro. Ambos son Oxisoles representativos de una gran parte de los suelos del ecosistema de sabanas térmicas bien drenadas.

Germoplasma Promisorio

Los resultados preliminares después del primer año de evaluación indican que el género más promisorio es *Stylosanthes*. Además, los ensayos han confirmado el buen potencial observado bajo las condiciones del Cerrado para un grupo de ecotipos de *S. guianensis* llamados "tardíos". Se trata de ecotipos originarios de Brasil y Venezuela que se distinguen por su floración tardía, tallos delgados y pubescencia muy viscosa y hojas delgadas y una estructura particular de la cabeza floral. La característica sobresaliente de estos materiales es su resistencia a la antracnosis.

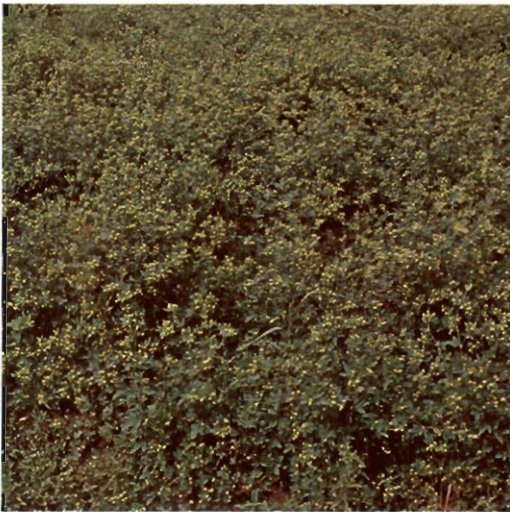
Otras especies de leguminosas seleccionadas para evaluaciones seriadas incluyen *S. capitata*, *S. scabra*, *S. viscosa* y *Desmodium (Codariocalyx) gyroides*. Otras dos especies que merecen evaluaciones más detalladas incluyen *Galactia striata* y *Calopogonium mucunoides*, de las cuales existen cultivares comerciales en Brasil.

Especies tales como *Z. latifolia*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides*, las cuales han mostrado ser muy promisorias en el ecosistema de sabanas hipertérmicas de Carimagua, se encuentran mucho menos adaptadas a las sabanas térmicas.

Las dos gramíneas *A. gayanus* y *B. decumbens* bien adaptadas al ecosistema de Carimagua, también son promisorias para el ecosistema térmico de Brasilia.

Figura 13.

Stylosanthes capitata es una de las accesiones de leguminosas más promisorias, seleccionada para evaluaciones continuadas en el ecosistema de sabanas térmicas en Brasilia.



Germoplasma Promisorio para los Principales Ecosistemas — Un Resumen

Con base en las evaluaciones del germoplasma realizadas hasta finales de 1979, se pueden identificar tres grupos de materiales promisorios (germoplasma en las Categorías III, IV y V), según su adaptación a ecosistemas del Programa (Cuadro 4).

Según resultados de los ensayos de pastoreo realizados en Carimagua, los materiales en el grupo más avanzado para las sabanas hipertérmicas bien drenadas, han demostrado su potencial agronómico y su potencial como componentes en praderas mixtas de leguminosas/gramíneas. Para el caso de las sabanas térmicas bien drenadas, existe otro grupo de materiales después de haber realizado con ellos algunos ensayos agronómicos en Brasilia. Finalmente, la información preliminar de las primeras pruebas regionales en una serie de localidades en áreas húmedas de Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela indica que *B. decumbens*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* están bien adaptadas a los ecosistemas de selvas tropicales. El potencial de *A. gayanus* bajo condiciones húmedas parece ser inferior que bajo condiciones de sabana.

Cuadro 4. Resumen del germoplasma más promisorio en varios ecosistemas del área objetivo del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

	Sabanas tropicales bien drenadas		Bosques tropicales ³
	Hipertérmica ¹	Térmica ²	
<i>Andropogon gayanus</i>	Si	Si	(No?)
<i>Brachiaria decumbens</i>	Si	Si	Si
<i>Stylosanthes capitata</i>	Si	Si	No
<i>Stylosanthes guianensis</i> ⁴	Si ⁵	Si	?
<i>Desmodium gyroides</i>	Si ⁵	Si	?
<i>Desmodium ovalifolium</i>	Si	No	Si
<i>Zornia latifolia</i>	Si	No	?
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Si	No	Si
<i>Stylosanthes scabra</i>	No	Si	?
<i>Stylosanthes viscosa</i>	No	Si	?
<i>Galactia striata</i>	No	Si	?
<i>Calopogonium mucunoides</i>	No	Si	?

¹ Representado por Carimagua

² Representado por el Centro del Cerrado

³ Con base en información preliminar de ensayos regionales

⁴ Ecotipos de floración tardía, tallo delgado y pubescencia viscosa

⁵ Agronómicamente muy promisorio pero no se ha evaluado bajo pastoreo

COOPERACION INTERNACIONAL

Red de Pruebas Regionales

A medida que el Programa dirige sus actividades hacia los ecosistemas específicos de su área objetivo, el desarrollo de una red bien diseñada para adelantar evaluaciones regionales de germoplasma promisorio se va convirtiendo en un factor crítico. En octubre de 1979 se realizó en el CIAT una reunión de discusión para planificar la operación de dicha red; participaron en esta reunión 91 científicos y colaboradores de 40 instituciones en 14 países.

La reunión de discusión hizo énfasis en las diferencias entre los principales ecosistemas y definió metodologías estandarizadas para las evaluaciones de germoplasma. También se acordaron una serie de métodos y de procedimientos analíticos para suelo y tejido vegetal. El fruto de esta reunión fue un manual para este propósito. Estas normas son particularmente importantes debido a que la transferencia de suelo y materiales vegetales entre países está restringida.

También se desarrolló y aprobó una secuencia experimental para la evaluación del germoplasma en la red. Actualmente las evaluaciones se harán a dos niveles y posteriormente se definirán las metodologías para dos niveles adicionales.

En el primer nivel (A) se evaluará la supervivencia del germoplasma a los principales factores (clima, suelo, enfermedades e insectos) de los ecosistemas con un gran número de introducciones (más de 100) por evaluar en pocas localidades. Un número reducido de introducciones pasará al nivel B en cada ecosistema, para su evaluación en sub-ecosistemas por su producción de materia seca durante períodos de máxima y mínima precipitación. En los otros dos niveles se incorporarán los ensayos de pastoreo.

Adiestramiento

Con el fin de ayudar a desarrollar las capacidades de investigación y extensión de las instituciones locales en el área objetivo y de prestar asistencia en la formación de una sólida red de colaboración regional, el Programa continuó sus esfuerzos de adiestramiento durante 1979. Durante el año recibió adiestramiento un total de 62 profesionales. Veinticuatro de estas personas de nueve países asistieron al Segundo Curso de Investigación en la Producción y Utilización de Pastos Tropicales, el cual

Figura 14.
Las evaluaciones de accesiones forrajeras en las redes regionales jugarán un papel importante en las actividades del Programa de Pastos Tropicales.



se realizó en el primer semestre, con una duración de 20 semanas. Siete científicos posdoctorales participaron en proyectos básicos de investigación del Programa; 10 investigadores asociados visitantes realizaron investigación para su Ph.D.; y ocho becarios para estudio trabajaron en sus proyectos de investigación para optar sus grados de maestría. Otros 13 profesionales incluyeron internos posgraduados en investigación y becarios especiales.

DISTRIBUCION DE LOS BENEFICIOS DE UNA MAYOR PRODUCCION GANADERA

Los resultados de las encuestas hechas en varias áreas urbanas de América Latina han confirmado que los consumidores, en todos los niveles de ingresos, se beneficiarían de una mayor producción de ganado de carne. El mayor impacto neto se lograría en el consumo de proteína entre los grupos deficientes en este componente nutricional, es decir, los estratos de ingresos más bajos.

Se realizaron encuestas familiares en 12 ciudades de América Latina. Las familias se clasificaron en cuartiles de ingresos con base en los gastos per capita. En el estrato de ingresos más bajos de las siete ciudades encuestadas este año, un promedio de 16.5 por ciento del presupuesto de alimentos se destina a la compra de carne. Las elasticidades ingreso de la demanda en este grupo de ingreso oscilaron entre 0.8 y 1.28, lo cual refleja una alta preferencia al consumidor por la carne. Las elasticidades fueron más bajas en los grupos de ingresos más altos.

Se estudiaron los gastos familiares en leche y productos lácteos puesto que estos artículos son sub-productos importantes de los hatos de ganado de carne en muchas regiones del área objetivo. Generalmente, del 7 al 18.6 por ciento del presupuesto de alimentos se destina para la compra de productos lácteos. Aunque estos gastos son menores que para la carne, no menos de 3.4 y hasta 12.2 por ciento de los ingresos familiares se destinan para este propósito.

Estos resultados muestran que la nueva tecnología para aumentar la producción de carne y productos lácteos en América Latina proporcionará grandes beneficios netos a todos los consumidores. Además, los beneficios para el consumidor por una mayor oferta de estos productos se distribuirán menos regresivamente que los ingresos actuales.

Adiestramiento y Conferencias

ADIESTRAMIENTO

En el Prefacio de este Informe del CIAT se mencionó la tecnología mejorada como el principal producto de un centro de investigación agrícola internacional. Un producto paralelo es el personal científico adiestrado. Los profesionales en las instituciones nacionales clientes del CIAT deben adquirir habilidades para permitirles probar la tecnología mejorada del CIAT bajo las condiciones locales, adaptarla y transferirla a sus últimos usuarios. Mediante el adiestramiento, el CIAT ayuda a cumplir el objetivo de transferir a nivel inter-institucional tecnología mejorada de producción, a la vez que se preparan profesionales jóvenes para seguir carrera de investigación en los productos con los cuales trabaja el CIAT.

Desde 1976 se ha hecho un esfuerzo por alcanzar una "masa crítica" de investigadores en cada producto. Para este propósito se utilizan cursos cortos intensivos de cuatro a seis semanas. Una vez se haya alcanzado una masa crítica se justifica el adiestramiento a un plazo más largo para ayudar a solidificar y fortalecer los programas nacionales de investigación. Los medios para lograr este objetivo son las actividades de adiestramiento a mediano plazo y las oportunidades para realizar las tesis de maestría. También se ofrecen oportunidades a los candidatos al Ph.D. para realizar su tesis de investigación.

La Oficina de Adiestramiento es responsable de la coordinación global de las actividades de adiestramiento a fin de asegurar: (a) la continuidad de los diversos esfuerzos de adiestramiento en los productos agropecuarios bajo la responsabilidad del CIAT; (b) la eficiencia de la administración; (c) la aplicación uniforme de las normas de adiestramiento; (d) la utilización efectiva de los recursos de adiestramiento; y (e) la integración de los esfuerzos de adiestramiento relativamente independientes a las estrategias globales de proyección externa del CIAT.

Todo el adiestramiento del Centro está orientado por productos y está descentralizado. Cada programa de investigación o unidad proporciona a sus participantes los conocimientos y experiencias pertinentes. Las actividades de adiestramiento durante 1979 en los cuatro programas de productos agropecuarios del CIAT y en la Unidad de Semillas se describen brevemente en las respectivas secciones de este Informe.

El Cuadro 1 muestra el número total de profesionales adiestrados en el CIAT en 1979 por categoría de adiestramiento. El número total de becarios aumentó a 402 (32 por ciento en comparación con el número en

Figura 1.
Entre las actividades de adiestramiento del CIAT en 1979 se destaca un curso especial sobre el cultivo de tejidos meristemáticos de yuca, con una duración de ocho semanas. Aquí, algunos de los siete participantes de cinco países asiáticos observan plantas de yuca que han sido producidas en cultivos de tejidos.



Cuadro 1. Profesionales adiestrados en el CIAT durante 1979, por categoría de adiestramiento.

	Número de becarios y (meses), por categoría							Total
	Científicos Posdoctorales	Asociados de Investigación Visitantes	Becarios para Estudio	Internos Posgraduados en Investigación	Internos Posgraduados en Producción	Becarios Especiales	Participantes en cursos cortos	
Programas Principales:								
Frijol	5 (45)	15 (100)	10 (74)	39 (106)	—	3 (10)	66 (67)	138 (402)
Yuca	3 (31)	8 (70)	3 (26)	11 (51)	—	10 (20)	46 (46)	81 (243)
Arroz	—	1 (6)	1 (4)	3 (14)	10 (58)	3 (5)	34 (34)	52 (121)
Pastos Tropicales ¹	7 (51)	10 (79)	8 (54)	9 (42)	24 (102)	4 (5)	—	62 (333)
Otras Unidades:								
Servicios de Datos	—	—	—	1 (10)	—	—	—	1 (10)
Producción de Semillas	—	—	1 (5)	—	—	—	37 (37)	38 (42)
Servicios de Documentación	—	—	—	—	—	—	18 (34)	18 (34)
Operaciones de la Estación Experimental	—	—	—	4 (19)	—	—	—	4 (19)
Comunicaciones	—	—	—	4 (6)	—	4 (13)	—	8 (19)
Total, 1979	15 (127)	34 (255)	23 (163)	71 (248)	34 (160)	24 (53)	201 (218)	402 (1223)
Total, 1978	5 (25)	6 (26)	9 (74)	49 (218)	52 (267)	12 (48)	171 (188)	304 (846)

¹ Programa de Ganado de Carne antes de 1979.

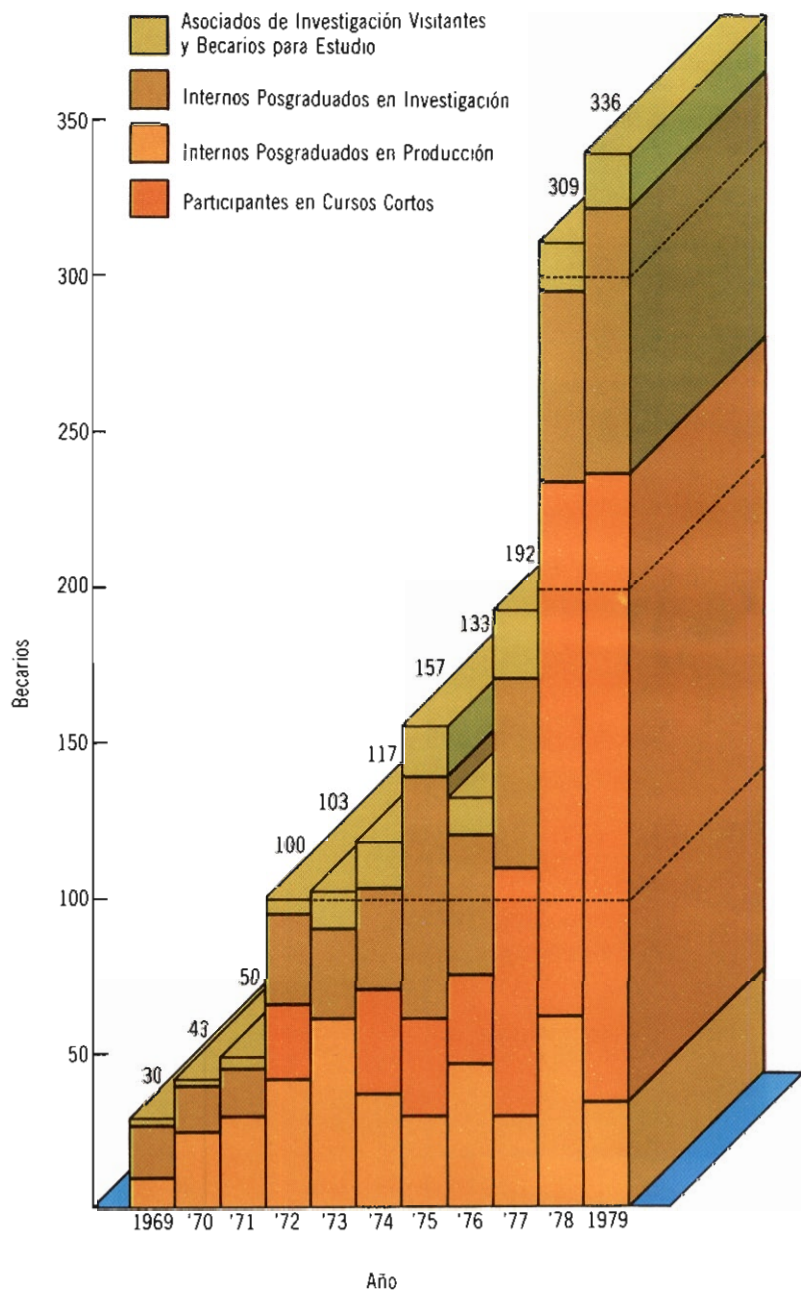


Figura 2.
 Número de participantes que completaron su adiestramiento en CIAT entre 1969 y 1979.

1978); 337 de estos becarios completaron su adiestramiento durante el año. Aproximadamente la mitad de los becarios se encontraban participando en actividades de adiestramiento en investigación por disciplina. Para finales de 1979 y durante 11 años de actividades de adiestramiento el CIAT había proporcionado adiestramiento a casi 1600 profesionales (Fig. 2).

Los participantes del adiestramiento en 1979 provinieron de 23 países de América Latina y del área del Caribe y de otros 15 países, incluyendo siete naciones en donde los programas del CIAT operan o tienen planeado operar proyectos. El 91 por ciento de todos los becarios provinieron de los países del área objetivo de los diversos programas del Centro.

Durante el año, 31 entidades proporcionaron financiación para el adiestramiento. Los fondos para proyectos especiales, proporcionados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), patrocinaron a un poco más de la mitad de los becarios. Aproximadamente la mitad de los fondos del adiestramiento en 1979 provinieron del presupuesto básico del CIAT y sostuvieron la cuarta parte del total de becarios.

Como parte del proyecto especial financiado por el PNUD, el CIAT proporcionó asistencia en la organización de cursos intensivos sobre arroz en Honduras y sobre arroz y yuca en la República Dominicana. Se proporcionó asistencia para el adiestramiento de profesionales en El Salvador en frijol, maíz, sistemas de cultivo y producción de semilla; en este último caso, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) proporcionó los fondos al Centro Internacional de Tecnología Agrícola (CENTA). Con la financiación del PNUD por intermedio del CIAT y los recursos del BID en Honduras, se patrocinó un curso de producción de frijol en dicho país. Los Programas de Frijol y Yuca también prestaron asistencia al Instituto Colombiano Agropelcuario (ICA) en la realización de cursos a nivel local en Colombia.

CONFERENCIAS

El CIAT utiliza las actividades de conferencias, incluyendo seminarios, reuniones de discusión y simposios, para facilitar la integración y operación de las redes de investigación de los productos agropecuarios y para intercambiar información sobre nuevos avances científicos.

En 1979, el CIAT patrocinó o copatrocinó ocho conferencias (Cuadro 2). En estas reuniones participaron aproximadamente 400 personas. El CIAT sirvió de sede a otras 20 conferencias patrocinadas por otras organizaciones.

Cuadro 2. Conferencias patrocinadas o copatrocinadas por el CIAT en 1979.

Conferencia	No. de participantes
Reunión de discusión sobre la Evaluación de Tecnología Agrícola Antes de su Transferencia (19-21 de marzo)	40
Seminario sobre Avances en la Investigación en el CIAT (14-16 de mayo)	50
III Conferencia del Programa de Pruebas Internacional de Arroz para América Latina (IRTP) (30 y 31 de mayo)	60
Reunión de discusión sobre <i>Pyricularia</i> en Arroz (1 y 2 de junio)	65
Reunión de discusión sobre la Red de Ensayos Regionales para la Adaptación de Especies Forrajeras Tropicales (1-4 de octubre)	130
Reunión sobre Estrategias de Comunicaciones/Información en Apoyo a las Estrategias de Cooperación Internacional (CIP/CIMMYT/CIAT) (8 y 9 de noviembre)	12
Reunión de discusión sobre Antracnosis, Mancha Angular y Añublo Bacterial Común en Frijol (12-14 de noviembre)	40
Reunión de discusión sobre Mejoramiento Varietal de Frijol (19-23 de noviembre)	12

Unidad de Semillas

La nueva Unidad de Semillas del CIAT fue formalmente creada a finales de 1978, como un proyecto especial financiado por el gobierno de Suiza. La unidad tiene los siguientes objetivos:

1. Adiestrar personal de instituciones gubernamentales y privadas principalmente de países de América Latina y del área del Caribe, en los diversos aspectos y niveles relacionados con la tecnología y el desarrollo de programas de semillas.
2. Prestar colaboración técnica a los países de la región hacia la meta de ampliar la producción y utilización de semilla de alta calidad de variedades mejoradas con énfasis en los productos con los cuales trabaja el CIAT, pero no restringida a éstos.
3. Realizar investigación en tecnología de semillas, primordialmente en colaboración con los programas del CIAT y relacionada con los problemas de la región.
4. Proporcionar una sola unidad de multiplicación y distribución de semilla la cual pueda: a) cooperar con los programas del CIAT en la multiplicación, secamiento, procesamiento, almacenamiento y distribución de material experimental avanzado y de Semilla Genética y Básica a los países colaboradores para realizar ensayos anivel de finca y multiplicación del material; b) mantener estrechos lazos de colaboración con las actividades de adiestramiento; y c) prestar asistencia en la propagación e introducción en la región, de semilla de programas de otros centros internacionales de investigación agrícola.

Además la planeación de sus programas e instalaciones durante 1979, la Unidad hizo énfasis especial en la colaboración técnica y en las actividades de adiestramiento.

ADIESTRAMIENTO

El adiestramiento constituirá una parte importante del programa de la Unidad de Semillas a medida que éste madure. Durante el año se realizó en el CIAT, en colaboración con la Universidad de Mississippi (EE.UU.), un curso intensivo de cinco semanas al cual asistieron 36 profesionales de 14 países. La Unidad también coopera en las fracciones de los cursos de arroz y frijol correspondientes a la tecnología de semillas. Con el fin de

Figura 1.
William Boyd, de la Universidad de Mississippi (EE.UU.) trabaja junto con los becarios en el curso sobre tecnología de semillas realizado en el CIAT en 1979.



prestar asistencia en futuros esfuerzos de adiestramiento, la Unidad de Semillas y la Unidad de Comunicaciones trabajaron durante el año en el desarrollo de cinco unidades audiotutoriales sobre tecnología de semillas.

COLABORACION TECNICA

De la reunión sobre Cooperación Interregional para el Desarrollo de los Programas de Semillas Mejoradas en Centroamérica y Panamá, celebrada en San José de Costa Rica, surgieron recomendaciones de gran interés para la región. La reunión fue patrocinada por la Unidad de Semillas del CIAT, el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) y la Oficina Regional para Centroamérica y Panamá (ROCAP) de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (AID). La Unidad también prestó asistencia en el primer Simposio Nacional de Semillas realizado en Colombia.

Se proporcionó apoyo técnico a un profesional que trabajó en El Salvador prestando asesoría en calidad de semillas y adiestramiento. Como parte del desarrollo de buenas bases para programas de semillas en la región, camino a la preparación de una futura colaboración técnica, se visitaron varios países de Centroamérica y del grupo del Pacto Andino para los cuales se desarrollaron perfiles de la situación actual de sus industrias de semillas. Se mantuvieron contactos con la oficina del Pacto Andino en Lima, Perú, en lo relacionado con sus esfuerzos para estandarizar normas y regulaciones que faciliten el movimiento de semillas y para fortalecer los programas de adiestramiento en los cinco países que integran el Pacto Andino.

Figura 2.
Los becarios observan parcelas de producción de semillas de leguminosas en CIAT-Quilichao, como parte de sus experiencias prácticas en la tecnología de semillas.



Personal

OFICINA DEL DIRECTOR GENERAL

Científico principal

John L. Nickel, PhD, Director General

Otro personal profesional

Cecilia Acosta, Asistente Administrativa

DIVISION ADMINISTRATIVA

ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES

Científico principal

Jesús Antonio Cuéllar, MBA, Administrador Ejecutivo

Otro personal profesional

Camilo Alvarez, MS, Asociado en Administración
Edgar Vallejo, Adm. Emp., Asistente de la Oficina de Viajes

Estación de Carimagua

Rubén Dario Estrada, MS, Superintendente Interino

Oficina en Bogotá

Ricardo Castañeda, Asistente Administrativo

Recursos Humanos

Personal Administrativo

Germán Vargas, MS, Jefe

* Carlos R. Viana, BS, Jefe

Otro personal profesional

Edgar Echeverri, Abogado, Oficina de Personal

Servicios de Mantenimiento

Personal Administrativo

* Alessandro Ferrari, Superintendente

Otro personal profesional

Mario Cadena, Asistente del Superintendente
(Talleres Eléctricos)

Marvin Heenan, Asistente del Superintendente
(Parque Automotor)

Francisco Jaramillo, Asistente del Superintendente
(Talleres Mecánicos)

Alimentos y Vivienda

Personal Administrativo

Eduardo Fonseca, Jefe

Suministros

Personal Administrativo

Fernando Posada, MS, Jefe

Otro personal profesional

Percy de Castro, Asistente Administrativo

Marino López, Asistente Administrativo

Diego Mejía, Asistente Administrativo

ADMINISTRACION FINANCIERA

Científico principal

Andrew V. Urquhart, FCA, Contralor

Otro personal profesional

Joffre A. Guerrero, Contralor Asistente

Mauricio Lozano, MBA, Contralor Asistente

Otro personal profesional

Gregorio Bedoya, CP, Contador (con sede en Carimagua,
Colombia)

Alonso Cardona, CP, Cajero

Alexis Corrales, Asistente de Presupuesto

Jaime Cumba, Auditor Interno

Yolanda Fernández, Contadora

César Moreno, CP, Contador

* Hernando Navia, CP, Auditor Interno

* Rafael Petti, Asistente de Contratos

* Se retiró durante 1979

DIVISION DE INVESTIGACION PARA RECURSOS DE TIERRAS

OFICINA DEL DIRECTOR DE INVESTIGACION PARA RECURSOS DE TIERRAS

Científico Principal

Gustavo A. Nores, PhD, Director de Investigación para Recursos de Tierras

Otro personal profesional

Uriel Gutiérrez, MS, Administrador Asociado

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

Científicos principales

Gustavo A. Nores, PhD, Economista (Coordinador Interino)

* Pedro A. Sánchez, PhD, Edafólogo (Coordinador)

Eduardo Aycardi, PhD, Especialista en Salud Animal

Mario Calderón, PhD, Entomólogo

Walter Couto, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Brasilia, Brasil)

John E. Ferguson, PhD, Agrónomo, Producción de Semillas

Bela Grof, PhD, Agrónomo de Forrajes (con sede en Carimagua, Colombia)

* Jake Halliday, PhD, Microbiólogo de Suelos

* C. Allan Jones, PhD, Agrónomo de Gramíneas

Ingo Kleinheisterkamp, DAgr, Zootecnista, Utilización de Pastos

Jillian M. Lenné, PhD, Fitopatóloga

C. Patrick Moore, PhD, Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Brasilia, Brasil)

* Osvaldo Paladines, PhD, Zootecnista, Utilización de Pastos

José G. Salinas, PhD, Edafólogo/Nutricionista de Plantas

Rainer Schultze-Kraft, DAgr, Agrónomo de Leguminosas, Evaluación de Germoplasma

James M. Spain, PhD, Edafólogo, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)

Luis E. Tergas, PhD, Agrónomo, Transferencia de Tecnología/Adiestramiento

José M. Toledo, PhD, Edafólogo/Nutricionista de Plantas, Agronomía de Forrajes/Pruebas Regionales

Derrick Thomas, PhD Agrónomo de Forrajes (con sede en Brasilia, Brasil)

Científicos visitantes

E. Mark Hutton, DAgr, Fitomejorador, Mejoramiento de Plantas

Nobuyoshi Maeno, PhD, Agrónomo de Leguminosas, Agronomía de Forrajes

Científicos posdoctorales

Antonio Carrillo, PhD, Proyecto ETES

Carlos Lascano, PhD, Utilización de Pastos

John W. Miles, PhD, Mejoramiento de Gramíneas

Eugenia de Rubinstein, PhD, Economía

James E. Sumberg, PhD, Mejoramiento de Leguminosas

Especialistas visitantes

* Peter Kammer, MS, Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)

Rolf Minhorst, MS, Proyecto ETES (con sede en Brasilia, Brasil)

Cristoph Plessow, MS, Proyecto ETES (con sede en Maturín, Venezuela)

Investigadores asociados

Edgar Burbano, MS, Producción de Semillas

Carlos Castilla, MS, Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)

Rubén Darío Estrada, MS, Economía

Clemencia Gómez, MS, Adiestramiento/Transferencia de Tecnología

Alberto Ramírez, MS, Pruebas Regionales/Transferencia de tecnología

Libardo Rivas, MS, Economía

Fabio Nelson Zuluaga, MS, Salud Animal

Investigadores asociados visitantes

Elke Bohnert, MS, Utilización de Pastos

* Fabio Calvo, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos

* Guido Delgadillo, MS, Suelos/Nutrición de Plantas

Jorge Luis Díaz, MS, Utilización de Pastos

* William F. Gómez, DMV, Utilización de Pastos

Hendrik Jansen, MS, Agronomía de Leguminosas

* Joel Levine, MS, Economía

* Frank Müller, MS, Agronomía de Leguminosas (con sede en Carimagua, Colombia)

Investigadores asistentes

Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología

* Se retiró durante 1979

- * Edgard Belalcázar, Ing. Agr., Microbiología de Suelos
- Javier Belalcázar, Ing. Agr., Introducción de Plantas
- * Francisco Bonilla, Ing. Agr., Producción de Semillas
- Gerfried Carlos Buch, Ing. Agr., Agronomía de Forrajes (con sede en Carimagua, Colombia)
- Raúl Botero, DMV, Sistema de Producción de Ganado (con sede en Carimagua, Colombia)
- Arnulfo Carabaly, Ing. Agr. Agronomía de Forrajes
- Manuel Coronado, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- * Misael Cortés, DMV, Salud Animal
- Patricia Chacón, Bióloga, Entomología
- Martha Lucía Escandón, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- * Luis E. Forero, Biólogo, Introducción de Plantas
- Luis H. Franco, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)
- Duván García, Ing. Agr., Producción de Semillas
- Obed García, DMV, Salud Animal (con sede en Carimagua, Colombia)
- Hernán Giraldo, Ing. Agr., Evaluación de Germoplasma
- Ramón Gualdrón, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas (con sede en Carimagua, Colombia)
- * Fabio Gutiérrez, Ing. Agr., Microbiología de Suelos
- Silvio Guzmán, DMV, Transferencia de Tecnología/Adiestramiento
- Phanor Hoyos, Zootecnista, Utilización de Pastos (con sede en Carimagua, Colombia)
- Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Fitomejoramiento (con sede en Carimagua, Colombia)
- Rodrigo F. Mutis, Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua, Colombia)
- Bernardo Rivera, DMV, Salud Animal
- Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas
- Roberto Sánchez, Ing. Agr., Biometría
- José Ignacio Sanz, Ing. Agr., Suelos/Nutrición de Plantas
- Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología
- Luis Miguel Uribe, Zootecnista, Utilización de Pastos
- Gustavo Adolfo Urrea, Ing. Agr., Transferencia de Tecnología/Pruebas Regionales
- Fernán Alberto Varela, Ing. Agr., Entomología (con sede en Carimagua, Colombia)
- Bernardo Velosa, Ing. Agr., Fitomejoramiento

ESTUDIOS ESPECIALES

PROYECTO FOSFORO IFDC

Científicos principales

- William E. Fenster, PhD, Especialista en Fertilidad de Suelos (Lider del Proyecto)
- Luis A. León, PhD, Químico de suelos

Investigadores asistentes

- * Luis A. Duque, Ing. Agr., Química de Suelos
- Henry Llanos, Ing. Agr., Química de Suelos
- Germán Montes, Ing. Agr., Química de Suelos (con sede en Carimagua, Colombia)

EVALUACION DE RECURSOS DE TIERRAS

Científico visitante

- Thomas T. Cochcrane, PhD, Especialista en Recursos de Tierras

Investigador asociado visitante

- Luis Fernando Sánchez, MS, Recursos de Tierras

PROYECTO DE LEGUMINOSAS DE GRANO

Investigador asistente

- Guillermo Giraldo, Ing. Agr.

APOYO A LA INVESTIGACION

SERVICIOS DE DATOS

Científico principal

- * Gastón Mendoza, PhD, Estadístico (Jefe)

Servicios Estadísticos

Investigadora asociada

- María Cristina Amézquita de Quiñónez, Dipi. Est. Mat. (Jefe de Sección)

Investigadores asistentes

- James Harbey García, Ing. Agr.
- Jaime Eduardo Muñoz, Ing. Agr.
- * Juan Ospina, Ing. Agr.
- José Alfredo Saldarriaga, Ing. Sist.
- ** Roberto Sánchez, Ing. Agr.

* Se retiró durante 1979

** Asignado al Programa de Pastos Tropicales

Servicios de Computador

Investigador asociado

Jorge Augusto Porras, Ing. Quím. (Jefe de Sección)

Investigadores asistentes

- * Adolfo Gordillo, Ing. Eléct.
- Gerardo Ignacio Hurtado, Ing. Agr.
- * Hugo Toro, Ing. Ind.
- Raúl Samudio

Estaciones Meteorológicas

Investigador asistente

Delmar Peña, Meteorologista

DIVISION DE INVESTIGACION DE CULTIVOS

OFICINA DEL DIRECTOR DE INVESTIGACION DE CULTIVOS

Científico principal

Douglas R Laing, PhD, Director de Investigación de Cultivos

Otro personal profesional

José Fernández de Soto, Ing. Agr., Asistente Administrativo

PROGRAMA DE YUCA

Científicos principales

Anthony C. Bellotti, PhD, Entomólogo (Coordinador)
Abelardo Castro, PhD, Agrónomo
James H. Cock, PhD, Fisiólogo (en licencia sabática)
Clair Hershey, PhD, Fitomejorador
Reinhardt Howeler, PhD, Edafólogo
Kazuo Kawano, PhD, Fitomejorador
Dietrich Leihner, DAgr. Agrónomo
J. Carlos Lozano, PhD, Fitopatólogo
John K. Lynam, PhD, Economista Agrícola
Romeo R. Obordo, PhD, Coordinador Regional para Asia
(con sede en SEARCA, Los baños, Filipinas)
Julio César Toro, PhD, Agrónomo

Científicos visitantes

- David Connor, PhD, Fisiólogo
- * Yoshiki Umemura, MS, Fitopatólogo

Científico posdoctoral

Bodo Hegewald, PhD, Cultivos Intercalados de Yuca

Especialista visitante

Jesús Antonio Reyes, MS, Entomología

UNIDAD DE PORCINOS

Científicos principales

Julián Buitrago, PhD, Nutricionista (Jefe)
Guillermo Gómez, PhD, Nutricionista/Bioquímico (en licencia sabática)

Investigador asociado

Jorge Santos, MS, Nutrición

Investigadores asistentes

Luis Enrique Beltrán, DMV, Salud Animal
Mauricio Valdivieso, zootecnista, Manejo Animal

Investigadores asociados

- Aivaro Amaya, MS, Fitomejorador
Rafael Orlando Díaz, MS, Economía
- ** Carlos Domínguez, MS, Adiestramiento
 - Benjamín Pineda, MS, Fitopatología
 - Octavio Vargas, MS, Entomología

Investigadores asociados visitantes

- * David Byrne, MS, Entomología
- * Fritz Elango, MS, Fitopatología
- Rafael Laberry, MS, Fitopatología
- Bernhard Lohr, MS, Entomología
- * Peter Jan Strobosch, MS, Sociología Rural
- Hendrick Jan Veltkamp, MS, Fisiología
- Christopher Wheatly, MS, Fitopatología

Investigadores asistentes

Bernardo Arias, Ing. Agr., Entomología
Eitel Adolfo Burckhardt, Biólogo, Suelos
Luis Fernando Cadavid, Ing. Agr., Suelos
Fernando Calle, Ing. Agr., Suelos (con sede en Carimagua, Colombia)

* Se retiró durante 1979.

** Asignado a Adiestramiento y Conferencias.

- * Dario Cárdenas, Econ., Economía
- Ernesto Celis, Ing. Agr., Agronomía
- Carolina Correa, Econ., Economía
- Julio Eduardo Holguin, Ing. Agr., Agronomía (con sede en ICA-Caribia, Colombia)
- Diego Izquierdo, Econ., Economía
- Gustavo Jaramillo, Ing. Agr., Agronomía
- Javier López, Ing. Agr., Prácticas culturales

- Sara Mejía, Ing. Agr., Fisiología
- Pedro Millán, Ing. Agr., Germoplasma
- Germán E. Parra, Ing. Agr., Fisiología
- Edgar Salazar, Ing. Agr., Suelos (con sede en Carimagua, Colombia)
- Ana Milena Varela, Bióloga, Entomología
- Ana Cecilia Velasco, Tec. Med., Fitopatología

PROGRAMA DE FRIJOL

Científicos principales

- Aart van Schoonhoven, PhD, Entomólogo (Coordinador)
- Jeremy H.C. Davis, PhD, Fitomejorador/Agrónomo
- Guillermo G. Gálvez, PhD, Coordinador Regional para América Central (con sede en San José, Costa Rica)
- Peter H. Graham, PhD, Microbiólogo
- Francisco J. Morales, PhD, Virólogo
- Silvio H. Orozco, MS, Fitomejorador (ligado al ICTA, Guatemala)
- John H. Sanders, PhD, Economista Agrícola
- Federico Scheuch, MS, Agrónomo (con sede en Lima, Perú)
- Howard F. Schwartz, PhD, Fitopatólogo
- Shree P. Singh, PhD, Fitomejorador
- Steven Ray Temple, PhD, Agrónomo
- Michael D.T. Thung, PhD, Agrónomo
- Oswaldo Voysest, PhD, Agrónomo
- Kazuhiro Yoshii, PhD, Fitopatólogo (ligado al ICTA, Guatemala)

Científicos posdoctorales

- Stephen Beebe, PhD, Fitomejoramiento
- César Cardona, PhD, Entomología
- Peter Jones, PhD, Fisiología
- Paul Kretschmer, PhD, Fisiología/Climatología

Investigadores asociados

- ** Carlos Flor, MS, Adiestramiento
- José Ariel Gutiérrez, MS, Fitomejoramiento
- * Eduardo Translateur, MS, Agronomía

Investigadores asociados visitantes

- Gustavo Arcia, MS, Economía

- Susana García, Ing. Agr., Agronomía
- Upali Jayasinghe, BS, Fitopatología
- Mery Katherman, MS, Fitopatología
- Julia Kornegay, MS, Fitomejoramiento
- * Jeffrey W. White, MS, Fisiología

Investigadores asistentes

- Alfredo Acosta, Ing. Agr., Entomología
- Bernardo Alzate, Ing. Agr., Agronomía
- Carlos Bohorquez, Ing. Agr., Agronomía
- Horacio Carmen, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- Mauricio Castaño, Ing. Agr., Fitopatología
- Fernando Correa, Ing. Agr., Fitopatología
- Aurora Duque Maya, Ing. Agr., Microbiología
- Oscar Eraso, Ing. Agr., Agronomía
- Jaime García, Adm. Agr., Semillas
- Jorge García, Ing. Agr., Entomología
- Ranulfo González, Biólogo, Entomología
- Luis Hernández, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- Oscar Herrera, Ing. Agr., Economía
- Nohra R. de Londoño, Ingm Agr., Economía
- Nelson Martínez, Ing. Agr., Agronomía
- * William Mondragón, Ing. Agr., Fitopatología
- Pedro Pineda, Ing. Agr., Fitopatología
- * Luz H. Ramírez, Ing. Agr., Entomología
- * José Restrepo, Ing. Agr., Fisiología
- * Fernando Takegami, Ing. Agr., Agronomía
- Gerardo Tejada, Ing. Agr., Agronomía
- * Luis Gonzaga Vergara, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- Silvio Vitery, Ing. Agr., Microbiología
- Silvio Zuluaga, Ing. Agr., Fisiología

PROGRAMA DE ARROZ

Científicos principales

- Joaquín González, MS, Agrónomo (Coordinador)
- Sang-Won Ahn, PhD, Fitopatólogo
- Peter R. Jennings, PhD, Coordinador Regional para América Central (con sede en San José, Costa Rica)
- Manuel Rosero, PhD, Científico de enlace con el IRRI
- Hector Weeraratne, PhD, Fitomejorador

Investigadores asociados

- ** Elias García, Ing. Agr., Adiestramiento
- Marco Perdomo, Ing. Agr., Agronomía

Investigadores asociados visitantes

- Luis E. Dussán, Ing. Agr., Economía Agrícola
- William Zimmerman, Botánico, Agronomía

* Se retiró durante 1979

** Asignado a Adiestramiento y Conferencias

Investigadores asistentes

Gustavo Benavides, Ing. Agr., Pruebas Internacionales
Luis E. Berrío, Ing. Agr., Pruebas Internacionales
Yolanda Cadavid, Ing. Agr., Agronomía
Luis García, Ing. Agr., Fitomejoramiento

* Camilo Jaramillo, Ing. Agr., Pruebas Internacionales
Luis Octavio Molina, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Miguel E. Rubiano, Ing. Agr., Fitopatología
Edgar Tulande, Ing. Agr., Fitopatología

APOYO A LA INVESTIGACION

LABORATORY SERVICES

Científico principal

Robert Luse, PhD, Bioquímico (Jefe)

Investigador asociado

Octavio Mosquera, MS, Servicios Analíticos

Investigadores asistentes

María Eugenia Cantera, Química, Nutrición
Charles McBrown, BS, Mantenimiento de Instrumentos
Roberto Segovia, Ing. Agr., Invernaderos

RECURSOS GENETICOS

Científicos principales

Leonard S.P. Song, PhD, Especialista en Germoplasma
(Jefe)

William M. Roca, PhD, Fisiólogo

Investigadores asociados

Germán Alvarez, MS, Germoplasma
Rigoberto Hidalgo, MS, Germoplasma

Investigadores asociados visitantes

* Daniel Debouck, Ir. Agr., Germoplasma
Paul Gepts, Ir. Agr., Germoplasma
Thierry Vanderborgh, Ir. Agr., Germoplasma
Judith M. Lyman, MS, Germoplasma

Investigadores asistentes

Gustavo Montes de Oca, Ing. Agr., Germoplasma
Hember Rubiano, Ing. Agr., Germoplasma
Jorge Alberto Rodríguez, Ing. Agr., Fisiología

OPERACIONES DE LA ESTACION

Científico principal

Alfonso Díaz-Durán, MS, PE, Superintendente de la Granja
Experimental

Investigadores asistentes

Xavier Carbonell, Ing. Agri.
Ricardo Cruz, Ing. Agri.
* Ramiro Narváez, Ing. Agri., (Superintendente asistente de
la Sub-estación de CIAT-Quilichao)
Carlos Otero, Ing. Agr.

DIVISION DE COOPERACION INTERNACIONAL

OFICINA DEL DIRECTOR DE COOPERACION INTERNACIONAL

Científico principal

Alexander Grobman, PhD, Director para Cooperación
Internacional

ADIAESTRAMIENTO Y CONFERENCIAS

Científico principal

Fernando Fernández, PhD (Coordinador)

Oficina de Adiestramiento

Personal Administrativo

Alfredo Caldas, MS, Administrador de Admisiones

* Se retiró durante 1979.

Asociados

Carlos Domínguez, MS (Yuca)
Carlos Flor, MS (Frijol)
Elias García, Ing Agr (Arroz)
Marceliano López, MS (asignado al CENTA, El Salvador)
Alberto Ramínez, MS (Pastos Tropicales)
Eugenio Tascón, Ing Agr (Adiestramiento en los países,
Arroz)

Asistentes

Silvio Guzmán, DMV (Pastos Tropicales)
Carlos Suárez, BS

Conferencias

Personal Administrativo

David Evans, Administrador de Conferencias

COMUNICACIONES

Científico principal

Fritz Kramer, PhD, Científico en Ciencias de la
Comunicación (Jefe)

Producción de Mensajes/Edición

Científicos principales

Charles E. Bower, BSJ, Editor
* Mario Gutiérrez, Ing. Agr., Editor

Asociado

Francisco Motta, MS, Editoriales

Asistentes

Alejandro Jiménez, Ing. Agr., Editoriales
Dorothy Muller de Posada, BA, Editoriales
Alexandra Walter, Traducciones/Editoriales

Materiales de Adiestramiento

Investigador asociado

Cornelio Trujillo, MS

Asociados

María Lucía de Posada, MS, Editoriales
Gabriel Robayo, MA, Producción

SERVICIOS DE DOCUMENTACION

Científico principal

Fernando Monge, PhD, Científico en Ciencias de la
Comunicación (Jefe)

Biblioteca y Documentación

Especialista visitante

Trudy Brekelbaum, MA, Editor

Asociado

Hernán Poveda, BA

Asistentes

Oscar Arregocés, Ing. Agr., Producción
Luis Fernando Ceballos, Ing. Agr., Producción
Cilia Fuentes de Predrahitá, Ing. Agr., Producción
Héctor Fabio Ospina, Ing. Agr., Producción

Producción de Artes Gráficas

Personal Administrativo

Walter Correa, PhD, Artes Gráficas (Jefe de Sección)

Asociados

Alvaro Cuéllar, Fotógrafo
* Manfred Hirsch, Fotógrafo

Asistentes

Didier González, Diseñador Gráfico
Carlos Rojas, Diseñador Gráfico
* Fanny Rodríguez, Diseñador Gráfico
Carlos Vargas, Diseñador Gráfico

Oficina de Información Pública

Asociado

Fernando Mora, BA, AHA, (Jefe de Sección)

Asistente

Jorge Enrique Paz, Ing. Agr.

Asistentes

Fabiola Amariles, Documentalista
Roberto Añez, Ing Agr., Documentalista
Stella Gómez, BA
Francy González, Ing Agr., Documentalista
* Marilú O. de Hensel, BA, Documentalista
* Sonia Laverde, BA, Servicios al Público (Jefe de Sección)
Jorge López S., Documentalista
Piedad Montaña, Adquisiciones (Jefe de Sección)
Himilce Serna, BA, Servicios Técnicos (Jefe de Sección)
Julia Emma Zúñiga, Ing. Agr., Documentalista

* Se retiró durante 1979.

UNIDAD DE SEMILLAS

Científico principal

Johnson Douglas, MS, Especialista en Semillas (Jefe)

Investigador asociado

Joseph Cortés, Ing. Agri., Secamiento y Procesamiento

PROYECTOS COLABORATIVOS

PROYECTO REGIONAL DE MAIZ ANDINO CIMMYT/CIAT

Científicos principales

Gonzalo Granados, PhD, Entomólogo (Jefe)

James Barnett, PhD, Fitomejorador

Investigador asistente

Edgar Castro, Ing. Agr.

PROYECTO ICTA/CIAT

Científico principal

* Roberto K. Waugh, PhD, Director Asociado

* Roland E. Harwood, BS, Coordinador de Operaciones de la
Estación Experimental

(Este proyecto fue completado en 1979 según lo
programado)

* Se retiró durante 1979