

0005-73

Esp.

# Informe Anual 1973



**Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT**

**Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S. A.**

**Cables: CINATROP**

## Contenido

	Página
Junta Directiva . . . . .	IV
Personal Científico y Administrativo . . . . .	V
Prefacio . . . . .	1
Sistemas de Producción de Ganado de Carne . . . . .	11
Sistemas de Producción de Yuca . . . . .	69
Sistemas de Producción de Ganado Porcino . . . . .	135
Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles . . . . .	163
Sistemas de Producción de Maíz . . . . .	207
Sistemas de Producción de Arroz . . . . .	229
Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores . . . . .	243
Biometría . . . . .	248
Control de Malezas . . . . .	252
Programas de Ingeniería Agrícola y de Operación de la Estación . . . . .	254
Adiestramiento y Comunicación . . . . .	259
Biblioteca y Servicios de Documentación . . . . .	274
Administración y Finanzas . . . . .	277

## Junta Directiva \*

### Armando Samper (Presidente)

Subdirector General  
Representante Regional para América  
Latina  
Organización de las Naciones Unidas  
para la Agricultura y la Alimentación  
(FAO)  
Casilla 10095  
Santiago, Chile

### Julián Rodríguez Adame (Vicepresidente)

Apartado Postal 11-71  
México 1, D. F., México

### Moisés Behar Alcahe

Director  
Instituto de Nutrición de Centro  
América y Panamá, INCAP  
Apartado Postal 1188  
Guatemala, C.A.

### Norman Collins

Asesor de Programas Agrícolas  
Fundación Ford  
Oficina para América Latina y el Caribe  
320 East 43rd Street  
New York, N.Y. 10017

### Luis B. Crouch

Apartado 77-2  
Santo Domingo, República Dominicana

### Luis Duque Gómez

Rector  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, D.E., Colombia

### Ulysses J. Grant

Director General  
Centro Internacional de Agricultura  
Tropical  
Call, Colombia

### Luis Marciano Coello

Presidente  
Fundación Servicio para el Agricultor  
Apartado 2224  
Caracas, Venezuela

### Rafael Mariño Navas

Gerente General  
Instituto Colombiano Agropecuario, ICA  
Apartado Aéreo 7984  
Bogotá, D.E., Colombia

### Roberto Meirelles de Miranda

Director  
Empresa Brasileira de Pesquisa  
Agropecuaria, EMBRAPA  
Caixa Postal 1316  
70.000 Brasilia, D.F., Brasil

### Fabián Portilla

Director General  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Agropecuarias, INIAP  
Casilla 2600  
Quito, Ecuador

### Lewis M. Roberts

Director Asociado para Programas  
Agrícolas  
Fundación Rockefeller  
111 West 50th Street  
New York, N.Y. 10020  
EE. UU.

### Edgardo Seoane

Presidente  
Banco de Fomento Agropecuario  
del Perú  
Casilla Postal 26-38  
Lima, Perú

### Philip Sherlock

Secretario General  
Asociación de Universidades del Caribe  
27 Tobago Avenue, New Kingston  
Kingston 10, Jamaica, W.I.

### Howard A. Stepiér

Profesor de Agronomía  
MacDonald College  
McGill University  
Ste. Anne de Believue  
Quebec, Canadá

### Hernán Vallejo Mejía

Ministro de Agricultura  
Carrera 10 No. 20-30  
Bogotá, D.E., Colombia

\* Al 31 de Diciembre de 1973.

## PERSONAL CIENTIFICO y ADMINISTRATIVO

(Al 31 de Diciembre de 1973)

### Administración

- U. J. Grant, Ph.D.  
Director General
- Eduardo Alvarez-Luna, Ph.D.  
Director General Asociado
- Ned. S. Raun, Ph.D.  
Director, Ciencias Pecuarias
- Luis M. González, M.B.A.  
Administrador Ejecutivo
- Andrew V. Urquhart, F.C.A.  
Contralor

### Sistemas de Producción de Ganado de Carne

- Ned S. Raun, Ph.D.  
Zootecnista; Coordinador
- \* Eduardo Aycardi, Ph.D.  
Microbiólogo Asistente
- \* Jerry Doll, Ph.D.  
Científico Asistente, Control de Malezas
- \* Peter H. Graham, Ph.D.  
Microbiólogo Asociado
- Bela Grof, Ph.D.  
Agrostólogo
- Gustavo Morales, Ph.D.  
Patólogo Asistente, Sanidad Animal
- Osvaldo Paladines, Ph.D.  
Zootecnista, Utilización de Pastos y Forrajes
- James M. Spain, Ph.D.  
Edafólogo
- H. H. Stonaker, Ph.D.  
Zootecnista
- \* Alberto Valdés, Ph.D.  
Economista Agrícola Asociado
- Eric Wells, Ph.D.  
Hemoparasitólogo

### Sistemas de Producción de Yuca

- James H. Cock, Ph.D.  
Fisiólogo Asistente; Coordinador
- \* Per Pinstrup-Andersen, Ph.D.  
Economista Agrícola Asociado
- \* Jerry Doll, Ph.D.  
Científico Asistente; Control de Malezas
- \* Reinhardt Howeler, Ph.D.  
Edafólogo Asistente
- Kazuo Kawano, Ph.D.  
Fitomejorador Asociado
- J. Carlos Lozano, Ph.D.  
Fitopatólogo Asistente (Bacteriólogo)
- \* Aart van Schoonhoven, Ph.D.  
Entomólogo Asistente
- Julio César Toro, Ph.D.  
Agrónomo Asistente

### Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles

- Charles A. Francis, Ph.D.  
Fitomejorador Asociado; Coordinador
- \* Peter H. Graham, Ph.D.  
Microbiólogo Asociado
- \* Per Pinstrup-Andersen, Ph.D.  
Economista Agrícola Asociado
- Guillermo Gálvez, Ph.D.  
Fitopatólogo Asociado
- Guillermo Hernández Bravo, Ph.D.  
Fitomejorador Asociado
- \* Reinhardt Howeler, Ph.D.  
Edafólogo Asistente
- \* Aart van Schoonhoven, Ph.D.  
Entomólogo Asistente

\* Especialista asignado a más de un Programa.

### Sistemas de Producción de Ganado Porcino

Jerome H. Maner, Ph.D.  
Nutricionista; Coordinador

- \* Eduardo Aycardi, Ph.D.  
Microbiólogo Asistente

Guillermo Gómez, Ph.D.  
Nutricionista/Bioquímico Asistente

- \* Alberto Valdés, Ph.D.  
Economista Agrícola Asociado

### Sistemas de Producción de Maíz

- \* Charles A. Francis, Ph.D.  
Fitomejorador Asociado; Coordinador

### Sistemas de Producción de Arroz

Peter R. Jennings, Ph.D.  
Fitomejorador; Coordinador

Robert L. Cheaney, M.S.  
Agrónomo Asociado

### Sistemas para Pequeños Agricultores

Eduardo Alvarez-Luna, Ph.D.  
Coordinador Encargado

- \* David L. Franklin, M.S.  
Ingeniero Asociado, Sistemas

Grant M. Scobie, Ph.D.  
Economista Agrícola Asistente

### Ingeniería Agrícola/Operación de la Estación

Loyd Johnson, M.S.  
Ingeniero Agrícola

### Biometría

- \* David L. Franklin, M.S.  
Ingeniero Asociado, Sistemas

### Biblioteca y Servicios de Documentación

Fernando Monge, Ph.D.  
Científico Asociado, Comunicación  
Director, Biblioteca

### Adiestramiento y Comunicación

Francis C. Byrnes, Ph.D.  
Científico en Comunicación; Líder

Fernando Fernández, Ph.D.  
Edafólogo Asociado  
Coordinador de Adiestramiento en  
Ciencias Agrícolas

Mario Gutiérrez, Ing. Agr.  
Científico Asistente; Editor

Neil Mac Lellan  
Fotógrafo

C. Patrick Moore, Ph.D.  
Zootecnista Asociado; Coordinador  
de Adiestramiento en Ciencias  
Pecuarias

### PROYECTOS ESPECIALES

#### Guatemala

Robert K. Waugh, Ph.D.  
Zootecnista; Director Adjunto  
Instituto de Ciencia y Tecnología  
Agrícolas

Eugenio Martínez, Ph.D.  
Fitomejorador; Director Técnico  
Instituto de Ciencia y Tecnología  
Agrícolas

#### PERSONAL ASOCIADO

#### Proyecto Universidad de Texas A&M (Sanidad Animal)

Donald Corrier, D.V.M., Ph.D.  
Hemoparasitología (Ganado de Carne)

Thomas J. Galvin, D.V.M., Ph.D.  
Hemoparasitología (Ganado de Carne)

David Hopps, D.V.M.  
Hemoparasitología (Ganado de Carne)

#### Universidad de Wageningen

Gerrit Zemmeling, Ing.  
Nutrición Animal (Ganado de Carne)

#### Instituto de Productos Tropicales (Tropical Products Institute)

Robert H. Booth, Ph.D.  
Patología (Yuca)

#### Cuerpo de Paz

Timothy Lawler, B.S.  
Instructor de Inglés

#### Científicos Visitantes

Guido Delgadillo, M.S.  
Agronomía (Ganado de Carne)

Dale Fisher, B.S.  
Manejo de Ganado Porcino

Roger Sanstead, Ph.D.  
Agronomía (Frijol)

\* Especialista asignado a más de un Programa.

## Prefacio

La inauguración de las nuevas instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical, efectuada el 12 de octubre de 1973, representó la culminación de más de cinco años de un proceso intenso de planeación, diseño, desarrollo y construcción.

Durante este mismo período, el CIAT contrató a una gran parte de su personal científico y a varios cientos de empleados contratados a nivel local para ocupar posiciones de apoyo. Desde el año 1968, ya existían algunos programas específicos en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); en 1969 se iniciaron estudios relacionados con plantas y animales en la finca del CIAT. Al finalizar el año de 1973 el CIAT había adiestrado a casi 200 técnicos provenientes de unos 20 países; se habían celebrado seis importantes conferencias y simposios internacionales con una participación total de más de 1.000 personas; además, se había logrado que varios miembros del personal de la institución intercambiaran ideas con un gran número de personas que tienen a su cargo el diseño de políticas aplicables al sector agropecuario o bien que ocupan cargos rectores en instituciones agrícolas de enseñanza superior en la mayoría de los países tropicales de América Latina y el Caribe.

En consecuencia, con varios programas del CIAT ya en marcha, casi todo su personal contratado, una creciente ayuda financiera de gobiernos y entidades que tienen representación en el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional, y un gran incremento en el interés por el desarrollo de la institución tanto de los donantes como de los países hacia actividades específicas de proyección externa del CIAT, la inauguración de las nuevas instalaciones representó un punto cumbre en el progreso del CIAT o sea, significó el reconocimiento de un logro que fue posible alcanzar gracias al esfuerzo de quienes se empeñaron en ello. Esa inauguración significó también un preámbulo a un conjunto de retos y oportunidades que ofrecerá el futuro y un compromiso de continuar empeñosamente en nuestra labor.

Además de los empleados del CIAT más de 1.200 personas participaron en uno o varios de los cinco actos que se realizaron con motivo de la inauguración de las nuevas instalaciones. Estos actos fueron:

El Día del Empleado, celebrado el cinco de octubre, en el que se hizo un festejo amistoso y se utilizaron por primera vez las nuevas cocinas y los comedores para uso del personal;

El Día del Vecino, en el que participaron unos 300 miembros del personal científico y técnico de más de 30 instituciones del Valle del Cauca ligadas al sector agropecuario;

El Día de los Fundadores, en el que se reconoció la visión, dedicación y cooperación de unas 60 personas cuyos aportes hicieron posible que el CIAT se convirtiera en realidad;

El Día de Inauguración, en el que unas 700 personas escucharon las palabras de Misael Pastrana Borrero, Presidente de la República de Colombia; Francisco de Sola, Presidente de la Junta Directiva del CIAT; John H. Knowles, Presidente de la Fundación Rockefeller, y U. J. Grant, Director General del CIAT. Como parte del programa de inauguración se organizó un simposio sobre "El Potencial del Trópico Bajo" en el cual participaron seis prominentes disertantes de renombre internacional quienes hicieron un documentado análisis del mencionado tema, enfocado desde diferentes ángulos profesionales, ante una audiencia de más de 200 líderes en el campo de la agricultura y del desarrollo económico.

El personal científico y el directivo del CIAT continuaron sus esfuerzos tendientes a lograr un enfoque lo más claro posible en relación con los objetivos que se persiguen en los programas que el CIAT ha establecido en sus seis productos básicos: ganado de carne, porcinos, yuca, frijol, maíz y arroz procurando un desarrollo acelerado de esos programas. Este proceso se facilitó gracias a la activa participación de la Junta Directiva y de sus diferentes comités así como a través de discusiones informales con representantes de las entidades donantes y de los países que tienen áreas en los trópicos bajos. En el caso del ganado de carne el proceso de aceleración del programa se facilitó mediante la acción de un grupo asesor especial, el cual, durante seis semanas, no sólo estudió los programas de ganado de carne del CIAT sino que también visitó varias de las extensas áreas en la América Tropical en las que existen explotaciones ganaderas con diferentes grados de desarrollo.

En relación con el programa sobre sistemas agrícolas, se decidió hacer un cambio en el enfoque que tenía dicho programa orientándolo hacia las fincas pequeñas en los trópicos bajos. Esta innovación significó un avance positivo en el desarrollo de los programas del CIAT.

En forma resumida se presenta en los párrafos siguientes algunos de los logros más destacados de los principales programas del CIAT durante 1973.

**Ganado de Carne.** El equipo técnico que se ha establecido para la investigación de problemas sobre ganado de carne se concentró en la identificación de medios efectivos para obtener suministros adecuados de ali-



Conferencistas del Simposio Inaugural sobre "El Potencia del Trópico Bajo", celebrado como parte de las actividades de inauguración de las nuevas construcciones del CIAT. De izquierda a derecha: Paulo de T. Alvim, Director, Centro de Investigaciones de Cacao, Itabuna, Bahía, Brasil; Lewis M. Roberts, funcionario de la Fundación Rockefeller (moderador); Gale Plaza, Secretario General de la Organización de Estados Americanos (OEA); Raúl Prebisch, Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas (ECLA); Benjamín Viel, Director Ejecutivo, Región del Hemisferio Occidental, Federación Internacional de Planificación de la Familia y Armando Sampar, Subdirector General y Representante Regional para América Latina, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y Presidente de la Junta Directiva del CIAT.

**RECONOCIMIENTO**  
 AL GOBIERNO DE COLOMBIA, A LAS FUNDACIONES  
 Y OTRAS INSTITUCIONES, ASÍ COMO A LAS PERSONAS  
 QUE HAN PARTICIPADO EN LA REALIZACIÓN DEL  
**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL,**  
 CONSAGRADO AL DESARROLLO DEL TROPICO Y  
 AL BIENESTAR DE LA HUMANIDAD.  
 FUERON INAUGURADAS ESTAS INSTALACIONES,  
 EL DIA 12 DE OCTUBRE DE 1973, POR EL  
 EXCELENTISIMO SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA  
**Dr. MISAEL PASTRANA BORRERO**

Placa de bronce descubierta por el Presidente de Colombia, Dr. Misael Pastrana Borrero, durante las ceremonias inaugurales de las nuevas construcciones del CIAT, el día 12 de octubre de 1973

mentos para el ganado durante todo el año, el establecimiento de prácticas para el control de enfermedades y parásitos, y el desarrollo y la demostración de sistemas económicos de producción. El objetivo es estimular la ganadería para que contribuya al desarrollo de los trópicos bajos de la América Latina. En esta zona la industria ganadera abarca aproximadamente 150 millones de cabezas, además de extensas áreas de pastoreo muchas de las cuales se utilizan con menos ganado del que ellas podrían soportar y tienen un limitado potencial para el cultivo, ya sea de inmediato o de largo plazo.

En Carimagua, que es una localidad representativa de las extensas regiones tropicales que tienen suelos latosoles, la productividad del pasto Gordura, *Melinis minutiflora*, ha sido cuatro a cinco veces mayor que la de los pastos nativos, al menos en época de lluvia. Sin embargo, durante la época de sequía, esta ventaja desaparece al producirse pérdidas de peso que a menudo disminuyen una gran parte de las ganancias. En el momento se está investigando la efectividad práctica de sembrar semilla de leguminosas forrajeras de alto contenido proteínico como *Stylosanthes guyanensis*, en praderas de gramíneas tropicales además de brindar suplementación proteínica. Ambas prácticas tienen como propósito reducir las pérdidas de peso y el efecto que estas puedan tener sobre la fertilidad del ganado.

A pesar de que la malnutrición es el principal factor asociado con las tasas bajas de nacimiento, en este problema desempeñan también un papel importante las enfermedades de los órganos reproductores y otras que frecuentemente contribuyen a agravar el problema. Se ha encontrado en estudios hechos en los Llanos Orientales de Colombia que hay en esas zonas una incidencia muy significativa de rhinotracheitis infecciosa, leptospirosis y brucelosis, mas no se han encontrado otras enfermedades reproductivas.

En cooperación con la Universidad A&M de Texas se han logrado grandes adelantos en epidemiología, inmunización, fuentes de antígenos, métodos de diagnóstico, control químico y en el tratamiento de dos enfermedades hemoprotozoarias, la anaplasmosis y la babesiosis. La inmunización parcial del ganado mediante vacunas contra algunos de los parásitos más graves de la sangre ha producido resultados prometedores.

En estudios relacionados con los ciclos de vida de los vacunos, se comparan algunos sistemas mejorados de producción de ganado de carne con los métodos tradicionales utilizados en las áreas tropicales. Esto incluye el uso racional de insumos y la forma de manejo del ganado. El uso de suplementos minerales ha aumentado significativamente el porcentaje de concepciones y las tasas de crecimiento tanto de animales que pastorean praderas ya sean estas naturales o sembradas con pasto Gordura.

Los resultados obtenidos de un estudio sobre las fincas ganaderas de los Llanos Orientales indican que estas explotaciones son típicamente pequeñas. Una de estas fincas envía al mercado como promedio no más de 12 cabezas al año; solamente el 8 por ciento de las fincas ganaderas envía al mercado de 50 a 60 cabezas por año.

Las actividades internacionales del personal de este programa durante el año incluyeron trabajos consultivos y de asesoría en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y el Caribe.

**Porcinos.** En 1973 se amplió la red de instituciones que colaboran con el programa de producción de porcinos al iniciarse los programas con la Universidad de Bolivia y la Universidad de Costa Rica, ambos bajo la supervisión de científicos que recientemente habían finalizado un adiestramiento de posgrado en el CIAT. En Ecuador y Colombia se están estableciendo programas similares.

En vista de que en América Latina de un 80 a un 90 por ciento del costo total de la producción de carne de cerdo está representado por costos de alimentación, el programa de porcinos del CIAT continuó en la búsqueda de nuevas formas de utilización de alimentos ya disponibles en los trópicos. Estos incluyen la yuca, maíz, plátanos, bananos, ñames y algunos productos derivados de otras industrias agrícolas. Además, se da gran importancia a la identificación de fuentes de proteína en las propias fincas. En este año se hicieron ensayos con fríjoles, caupís, semilla de algodón y las leguminosas forrajeras, *Desmodium* y *Stylosanthes*.

En América Latina del 80 al 86 por ciento de la carne de cerdo que se produce proviene de fincas pequeñas; por esta razón se le continúa dando mucha importancia al proyecto de producción porcina en fincas pequeñas que tienen como sede la población de Cacaotal en la costa norte de Colombia. Los productores de carne de cerdo adoptaron rápidamente nuevas prácticas de alojamiento, manejo y control de parásitos; sin embargo, el suministro de mejores dietas alimentarias es una práctica que aún no ha tenido mucha aceptación, en especial, en lo que se refiere a la suplementación con proteínas, vitaminas y minerales quizás por razones de limitaciones en educación y capital, y por la falta de disponibilidad de tales suplementos, así como por su alto costo en el mercado.

Los especialistas en Sanidad Animal, al continuar sus estudios en 20 fincas de producción porcina en el Valle del Cauca, han establecido que los problemas que prevalecen en la zona son los causados por la diarrea, abortos, abscesos y artritis.

**Yuca.** En pruebas de rendimiento se obtuvieron más de 50 ton/ha en parcelas experimentales sin replicaciones y más de 46 ton/ha en parcelas de mayor tamaño con replicaciones. A pesar de que las variedades que tienen este potencial de rendimiento carecen de resistencia a las enfermedades e insectos, se han encontrado fuentes de resistencia a las enfermedades y plagas más importantes.

Con el desarrollo de las técnicas de fitomejoramiento ha sido posible combinar las características más provechosas a través de cruces controlados. Al mismo tiempo, se continuó la evaluación del banco de germoplasma, incluyendo aproximadamente 2.100 linajes, con el objeto de identificar material que pueda servir de base para obtener variedades útiles y posibles progenitores para futuros cruzamientos.

Algunos datos preliminares obtenidos de estudios fisiológicos sugieren que si se logra obtener una variedad de gran rendimiento las plantas de esa variedad serán pequeñas, de tallo corto y con un alto índice de cosecha, con habilidad para retener una amplia superficie foliar desde los seis meses de sembrada la planta hasta la época de la cosecha.

El método de rápida propagación de plantas, en el campo, que ha sido diseñado en el CIAT, permitirá aumentar en poco tiempo el número de variedades prometedoras y el material disponible de siembra de cada una de ellas. Este sistema produce material libre de la quemazón bacteriana de la yuca.

Una encuesta que se ha hecho entre cultivadores de yuca ha demostrado que: a) el control de malezas es una de las operaciones de campo que requiere una mayor ocupación de mano de obra en el cultivo de yuca; b) en Colombia los thrips constituyen un grave problema para este cultivo y c) la mayoría de los agricultores producen la yuca como monocultivo y no en siembras asociadas con otros cultivos.

Se están desarrollando métodos sencillos de almacenamiento en las fincas; se ha logrado conservar la yuca hasta 8 semanas sin que ocurra ningún deterioro en cuanto a calidad.

También se ha establecido cuáles son las características básicas para el secamiento de la yuca; se está diseñando un equipo práctico para facilitar este proceso en la finca.

Se ha hecho una recopilación de documentos sobre el cultivo de yuca. Se han obtenido alrededor de 3.000 textos de los cuales más de 1.500 han sido procesados habiéndose distribuido resúmenes de tales documentos en todo el mundo.

**Frijol.** El programa de frijol del CIAT se inició en febrero de 1973 con la celebración de un seminario internacional que exploró el potencial que puede tener en América Latina el frijol y otras leguminosas de grano comestible. Los participantes ayudaron a identificar los problemas de producción que deberán ser investigados así como los individuos y las instituciones que tienen más capacidad para llevar a cabo estos estudios. Se puso énfasis en la necesidad de organizar una red informal de cooperación para acelerar en forma eficiente el estudio de los problemas prioritarios.

A finales de año, se habían colectado 9.000 variedades de frijol, las que son estudiadas sistemáticamente para encontrar plantas que posean características deseadas (resistencia a enfermedades e insectos, buen desempeño en suelos de baja fertilidad y buen rendimiento). Con base en el hecho de que en América Latina es muy frecuente la siembra conjunta de frijol con maíz las investigaciones que se llevan a cabo incluyen esta modalidad de cultivo.

Otros aspectos del programa de frijol del CIAT que han recibido atención prioritaria han sido el nivel de eficiencia de las bacterias que fijan el nitrógeno en los nódulos de las raíces, así como la producción y distribución de semillas libres de enfermedades a programas nacionales.

**Maíz.** Este programa trabaja en colaboración con organizaciones nacionales de investigaciones y producción agrícola en la Zona Andina, o sea, en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia. En esa función sirve como medio de enlace en una amplia red internacional que incluye centros nacionales, regionales e internacionales bajo la coordinación general del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT.

En pruebas de rendimiento los materiales más prometedores han sido algunos híbridos comerciales y ciertos cruces experimentales hechos por el Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) y el CIMMYT. En varios ensayos realizados en la sede del CIAT la introducción de un híbrido o de un material seleccionado produjo mejores resultados que los cruces dobles desarrollados localmente, utilizados como testigos, lo cual indica que existen posibilidades muy interesantes para lograr en el futuro mayores rendimientos en el Valle del Cauca.

Los resultados obtenidos en estudios sobre sistemas de cultivo que requieren un mínimo de operaciones de labranza no indican ninguna diferencia significativa entre los cuatro tratamientos ensayados y por lo tanto, el tratamiento más sencillo y menos costoso sería el más deseable. Este experimento, ya en su cuarta siembra, continúa después de una sola preparación del suelo hecha hace dos años y demuestra que existe un gran potencial de ahorro de dos a tres semanas en tiempo y de un 25 por ciento, aproximadamente, en gastos de producción representados por el costo de la preparación de la tierra.

La selección que se hace con el propósito de mejorar la calidad de la proteína mediante el uso del gene Opaco-2 se ha concentrado fundamentalmente en tipos de maíz de endosperma duro para consumo humano. En una investigación que abarcó tres ciclos vegetativos se modificó una variedad de grano amarillo, con endosperma duro, la cual fue introducida después de ser producida y distribuida por el CIMMYT. La modificación de esta variedad se hizo con miras a producir una planta más prolífica, de menor altura y resistente a diversas enfermedades y plagas.

Después de logradas las modificaciones deseadas fue distribuida a diferentes programas nacionales en la Zona Andina.

Otras actividades regionales de este programa incluyen pruebas de evaluación de germoplasma, ensayos uniformes de rendimiento, una reunión celebrada en Bolivia de los investigadores que trabajan con el cultivo de maíz, un taller sobre protección de las plantas en el CIAT, la elaboración y distribución de un boletín informativo, y el apoyo que se ha brindado a las actividades de adiestramiento del CIAT y de otras instituciones.

**Arroz.** En las áreas productoras de arroz de México, Cuba, Costa Rica y otros países de América Central, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú, las variedades de arroz que se siembran con más frecuencia son CICA 4, IR22, IR8 y algunos materiales seleccionados que provienen del CIAT y del IRRI. Los aumentos en rendimiento que se han obtenido con estas variedades han sido excelentes; en Colombia, por ejemplo, la nueva tecnología ha dado como resultado que, desde 1966, los rendimientos hayan subido de 2.2 ton/ha a más de 5 ton/ha en toda el área irrigada.

Como era de esperar, el añublo del arroz ha comenzado a disminuir el rendimiento de las nuevas variedades. Este problema será mayor con cada siembra consecutiva. Por lo tanto, en los estudios que están en desarrollo en la obtención de nuevas variedades, uno de los objetivos que se procuran con más urgencia es la incorporación de resistencia al añublo.

Los estudios realizados sobre ciencia del suelo en relación con el cultivo de arroz han puesto de relieve la necesidad de investigar más con arroz de secano, en especial bajo condiciones de extrema acidez que se presenta en muchas sabanas altas de las áreas tropicales. Los resultados de estos estudios indican que el problema puede solucionarse encalando la tierra para aumentar el pH o utilizando variedades tolerantes. La tolerancia a los factores que intervienen en el grado de acidez de los suelos varía entre las diferentes variedades.

Los resultados de algunos estudios de campo, hechos en áreas que tienen suelos que se secan durante la sequía pero que se inundan en la época de lluvias, indican que los suelos inundados naturalmente y las áreas que los rodean tienen un gran potencial para arroz de secano siempre que el nivel de agua no sea mayor que los 50 cm. La tierra se prepara durante la época seca y el arroz se planta al comienzo de la época de lluvia, utilizando variedades de plantas de tallo alto o que tienen la capacidad de mantenerse en la superficie del agua en el campo inundado.

**Sistemas para Pequeños Agricultores.** Las experiencias obtenidas en los años anteriores, incluyendo la que corresponde a 1973, llevaron al CIAT, a finales de este mismo año, a reorganizar el programa de sistemas agrícolas enfocando primordialmente los sistemas hacia las fincas pequeñas. Con base en este nuevo enfoque, el programa considera las fincas pequeñas familiares como sistemas integrados, es decir, la totalidad de la finca será estudiada como un conjunto.

En octubre de 1973 se celebró una sesión de planeación en la cual participaron unos 40 funcionarios no solamente del CIAT sino también de la Universidad del Valle, del ICA y de otras instituciones, incluyendo fundaciones internacionales interesadas. En esa sesión el CIAT formuló los objetivos básicos que persigue este programa así como también su plan inicial de acción de acuerdo con el nuevo enfoque que se le dio al programa. La inquietud principal de los participantes en esta sesión fue la de integrar un equipo de investigación que estudiara los sistemas agrícolas que operan en las pequeñas fincas, a fin de prever y analizar el impacto de la nueva tecnología sobre el bienestar de las familias que integran el sector de los pequeños agricultores.

El personal del programa, integrado inicialmente por un agrónomo, un ingeniero de sistemas y un economista, al finalizar el año 1973, ya había diseñado un programa que integraba actividades cooperativas y proyectos de desarrollo en Colombia y en Guatemala así como otros programas del CIAT.

**Adiestramiento y Comunicación.** La expansión del alcance internacional de las actividades del CIAT se reflejó directamente en el número de becarios que adiestró la institución en la más amplia participación de técnicos internacionales en conferencias y simposios, y en la producción y la distribución de materiales informativos. Durante el año fueron adiestradas 59 personas provenientes de 24 países; más de 150 personas de 20 países localizados en los cinco continentes se inscribieron para participar en un seminario sobre la potencialidad del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina y se distribuyó a todo el mundo una apreciable cantidad de información impresa.

## Actividades Administrativas

Al ampliar el radio de acción de las actividades relacionadas con los programas del CIAT las necesidades financieras fueron mayores. Tres nuevos donantes se unieron en el curso del año 1973 al grupo integrado por las Fundaciones Ford, Rockefeller, W.K. Kellogg, la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional y el Gobierno de Holanda. Los tres nuevos donantes son los Gobiernos de Suiza, la República Federal Alemana y el Banco Internacional para Reconstrucción y Desarrollo, a través de la Agencia para el Desarrollo Internacional.

Se obtuvieron fondos para proyectos especiales y para actividades de proyección al extranjero a través del Centro de Investigaciones para el Desarrollo Internacional, del Canadá; el Banco Interamericano de Desarrollo, y la Fundación W.K. Kellogg. Además, la Fundación Rockefeller proporcionó los fondos que permitieron al CIAT asignar dos miembros de su personal para establecerse en Guatemala como parte del programa de colaboración entre el CIAT y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). El Dr. Robert Waugh desempeña el cargo de Director Adjunto de esta nueva institución y el Dr. Eugenio Martínez es el Director Técnico.

El ICTA está actualmente interesado en el estudio de la producción y de la productividad de varios cultivos incluyendo el frijol, arroz, maíz, sorgo, trigo y cultivos hortícolas. Algunos técnicos del personal del ICTA recibieron adiestramiento en el CIAT. El CIAT está ayudando al ICTA a establecer nexos asistenciales con centros e instituciones de otras naciones con el propósito de participar en aquellas actividades internacionales que son de su interés.

El Sr. Francisco de Sola, miembro de la Junta Directiva original del CIAT, y su presidente durante los últimos cinco años, completó en 1963 dos períodos consecutivos. Los miembros de la Junta, el personal administrativo, científico y técnico, y, en general, todos los empleados del CIAT, han expresado su agradecimiento por el entusiasmo y la dedicación que caracterizaron sus años de vinculación al CIAT.

En la reunión de octubre la Junta instaló al Dr. Armando Samper como Presidente y al Sr. Julián Rodríguez Adame como Vicepresidente, e incorporó un nuevo miembro, el Sr. Luis Crouch, de la República Dominicana.

El cambio más importante que ocurrió dentro del personal científico, durante este año, fue la partida del Dr. A. Colin Mc Clung, Director General Adjunto, quien se retiró en agosto para aceptar un cargo en las oficinas de la Fundación Rockefeller en Nueva York. En el mes de octubre, la Junta Directiva nombró al Dr. Eduardo Alvarez-Luna, hasta ese momento Director de Ciencias Agrícolas del CIAT, como nuevo Director General Adjunto.

Otras adiciones al personal científico y administrativo fueron: El Dr. Eduardo Aycardi, en el Programa de Sanidad Animal; el Sr. David Franklin, para Sistemas para Pequeños Agricultores y Biometría; el Dr. Kasuo Kawano, fitomejoramiento del Programa de Yuca; el Dr. Grant Scobie, en Econo-

mía Agrícola; el Dr. Julio César Toro, en Agronomía del Programa de Yuca; el Señor Andrew Urquhart, Contralor; el doctor Alberto Valdés, en Economía Agrícola, más los mencionados Doctores Waugh y Martínez para sus asignaciones respectivas en el ICTA, Guatemala.

Se otorgaron nombramientos especiales, como Científicos Visitantes, a los señores Guido Delgadillo, agrónomo especialista en Ganado de Carne; Dale Fischer, especialista en manejo de Producción Porcina, y al Dr. Roger Sanstead, agrónomo especializado en producción de frijol. El Cuerpo de Paz asignó al Sr. Timothy Lawler al CIAT como instructor de tiempo completo en Inglés y en Comunicaciones.

Otras personas que se retiraron del personal al finalizar sus nombramientos especiales, fueron: el Dr. Donald Bushman, especialista en nutrición de rumiantes; el Dr. Albert Clawson, científico visitante en el Programa de Porcinos; el Sr. Robert Etheredge, consultor en Arquitectura; el Dr. Andries Jonkers, virólogo de Sanidad Animal; y el Dr. Amador Villacorta, entomólogo.

Durante el año, el Dr. Donald Corrier, y el Sr. David Hopps, especialista en hemoparasitología, se unieron al grupo de trabajo del proyecto cooperativo establecido entre la Universidad de Texas A & M y el CIAT.

# **Sistemas de Producción de Ganado de Carne**

**E**l programa de ganado de carne del CIAT opera bajo la premisa de que la industria ganadera sigue siendo un factor importante en el desarrollo de las tierras bajas tropicales en América Latina. Existe una amplia riqueza básica que incluye aproximadamente 150.000.000 cabezas de ganado, además de extensas praderas, buena parte de las cuales están subutilizadas y que tienen un limitado potencial a plazo inmediato o a largo término para el aprovechamiento agrícola. Además, la productividad de estas tierras podría aumentarse en gran escala con el establecimiento de pastos mejorados.

Aun cuando existe este potencial, hay una serie de factores biológicos y socio-económicos que impiden el aumento de la producción de ganado. La baja fertilidad en los hatos y el lento crecimiento de los animales son las principales razones para la baja productividad. Restricciones socioeconómicas, como lo son las deficiencias en infraestructura y en los programas regionales de desarrollo, constituyen, por lo general, serias barreras para el logro de la aplicación de una tecnología orientada hacia la producción.

El Programa de Ganado de Carne del CIAT se concentra en el desarrollo de sistemas de producción y en el adiestramiento de especialistas de producción como parte de la estrategia para el desarrollo de las zonas tropicales y el aumento de producción de ganado. Se están adelantando programas de investigación y de adiestramiento en la sede del CIAT en Palmira; en la Estación

Experimental Carimagua del ICA, situada en los Llanos Orientales de Colombia, y en la Estación Experimental Turipaná del ICA, localizada en la Costa Norte de este país.

Los objetivos de la investigación son: 1) encontrar los medios para proveer una dieta adecuada al ganado; 2) establecer los medios para controlar las enfermedades y el parasitismo y 3) desarrollar y demostrar sistemas económicos de producción.

Las deficiencias nutricionales de proteína, energía y minerales no son solamente las principales causas de la baja reproducción y el crecimiento retardado, sino que incrementan la susceptibilidad a las enfermedades y el parasitismo. Debido a que en las áreas bajas tropicales predominan los sistemas de producción que incluyen un ciclo de vida completo del animal en la pradera, el CIAT ha puesto especial énfasis en el suministro de un forraje nutritivo durante todo el año, con la suplementación necesaria para corregir las deficiencias nutricionales de los pastos y los forrajes.

En la estación de Carimagua, que es representativa de las extensas regiones de suelos latosoles, la productividad del pasto Gordura (*Melinis minutiflora*) ha sido cuatro o cinco veces la de las praderas naturales durante la estación de lluvias. Sin embargo, esta ventaja desaparece durante la sequía, cuando ocurren pérdidas de peso que con frecuencia anulan una parte de los aumentos de peso logrados en la anterior estación de

lluvias. La siembra intercalada de algunas gramíneas con la leguminosa forrajera *Stylosanthes guyanensis* que tiene un contenido elevado de proteína, así como la suplementación proteínica, son medios que se estudian para disminuir estas pérdidas de peso de los animales y sus efectos sobre la fertilidad. Además, debido a que la mayoría de las gramíneas son deficientes en minerales, particularmente en fósforo, la suplementación mineral ha aumentado significativamente los índices de concepción y de crecimiento del ganado que pastorea tanto en las praderas naturales como en las de pasto Gordura.

En Sanidad Animal, el CIAT pone mucho énfasis en las enfermedades que tienen relación con el apareamiento y en las llamadas hemoprotozoarias, así como en las implicaciones que tienen los animales silvestres en la epidemiología de las enfermedades que afectan al ganado y al hombre.

Aunque la malnutrición es la causa principal de los bajos índices de concepción, las enfermedades relacionadas con el apareamiento son a menudo causas primarias, y otras enfermedades agravan aún más el problema. Los estudios hechos por el CIAT, llevados a cabo en los Llanos, han localizado infecciones significativas de IBR (*Rhinotraqueitis infecciosa*), leptospirosis y brucelosis pero no se han encontrado otras enfermedades relacionadas con el apareamiento.

En colaboración con la Universidad de Texas A & M, se han realizado importantes avances en la epidemiología, inmunización, fuentes de antígenos, métodos de diagnóstico, control químico y tratamiento de dos enfermedades hemoprotozoarias, la anaplasmosis y la babesiosis.

Otro enfoque del Programa de Sistemas de Producción de Ganado de Carne es la Economía Agrícola con el objeto de determinar la implicación que pue-

dan tener los cambios técnicos en la producción ganadera a los dos niveles de microeconomía y de macroeconomía. Esto incluye estudios relativos a la economía de sistemas de producción de ganado en las regiones de sabana\*, un estudio del mercadeo del fertilizante fosfatado y un estudio piloto del sector ganadero de Colombia, el cual esperamos extender a otros países latinoamericanos.

El CIAT está llevando a cabo varios programas de adiestramiento para especialistas en producción. Un grupo de 17 becarios integró el segundo curso para especialistas en producción pecuaria y el tercer curso se inició en septiembre, con la participación de 18 becarios. Nueve recibieron adiestramiento en servicio en áreas específicas. Dos estudiantes posgraduados hicieron trabajos de investigación para obtener el doctorado, y dos asociados de investigación del CIAT ingresaron a estudios de posgrado. Se brindó un adiestramiento especial a un grupo de 33 becarios.

Para complementar el trabajo cuya base de operación está en Colombia, el Programa de Ganado de Carne del CIAT ha realizado visitas a diferentes áreas de América Latina y a otros países con el objeto de identificar técnicos a quienes se pueda impartir para adiestramiento, y también para establecer contactos profesionales e institucionales, y colaborar en proyectos de investigación y de adiestramiento.

## ALIMENTACION

El consumo inadecuado de nutrimentos es la causa principal del bajo comportamiento reproductivo, del lento crecimiento del ganado y de la creciente susceptibilidad a las enfermedades. El Programa de Ganado de Carne hace énfasis en la disponibilidad de forraje de valor nutritivo adecuado para el pastoreo del ganado durante todo el año.

\* Del inglés "savanna", un tipo de suelo especial de las zonas tropicales. N. del Ed.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca de algunas introducciones de *S. guyanensis*

CIAT No.	Rendimiento Bajo (1.000 g/planta)	CIAT No.	Rendimiento Medio (1.000 g/planta)	CIAT No.	Rendimiento Alto (2.000 g/planta)
100	277	25	1,037	132	2,014
101	235	18 *	1,181	138	2,069
63	457	136	1,483	133	2,090
74	579	144	1,516	135	2,656
41	756	50	1,657	130	2,745
105	777	81	1,678		
68	820				

\* La Libertad

## INTRODUCCION DE ESPECIES FORRAJERAS

Unas 600 introducciones de especies de forrajes tropicales están en proceso de evaluación, incluyendo 180 especies y ecotipos de *Stylosanthes* recolectados en las tierras bajas tropicales de Colombia y de Venezuela. Las nuevas introducciones de *Stylosanthes* fueron seleccionadas en el campo por el sistema de plantas espaciadas, con repeticiones en parcelas de observación. Se encontró una variación muy amplia entre las especies introducidas, en el contenido de materia seca, en la capacidad de producción de semilla y en el número de tallos basales (Cuadros 1, 2 y 3).

La selección para encontrar características agronómicas superiores, rendimiento de materia seca, resistencia a las enfermedades y producción de semilla indicó que algunas líneas de *S. guyanensis* poseen mejores características agronómicas y mayor resistencia a la enfermedad denominada antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en comparación con la variedad La Libertad, la cual se utilizó en estudios preliminares.

De las 18 variedades de *Stylosanthes guyanensis* sembradas en parcelas pequeñas en Carimagua, tres de ellas sobrepasaron al testigo que fue La Libertad. También estas introducciones fueron más resistentes a la antracnosis (Cuadro 4).

Cuadro 2. Número de tallos basales por planta en algunas introducciones de *S. guyanensis*

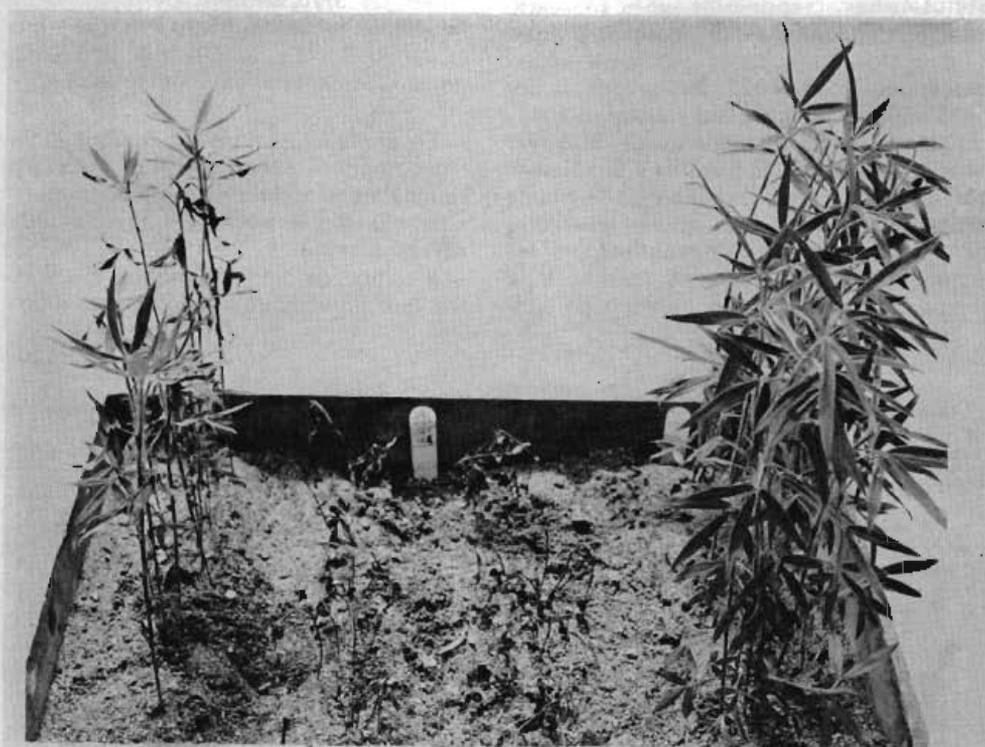
CIAT No.	Bajo (90 tallos/planta)	CIAT No.	Medio (90-180 tallos/planta)	CIAT No.	Alto (180 tallos/planta)
126	68	133	96	74	189
100	71	151-A	98	130	198
101	77	138	106	25	205
64	78	50	117	191	212
43	74	135	120	105	250
18 *	87	136	125		
68	85	144	129		
		81	141		
		132	150		
		41	168		
		30	174		

\* La Libertad

Cuadro 3. Rendimiento de semillas de algunas introducciones de *S. guyanensis* (semilla descascarada).

CIAT No.	Rendimiento Bajo (5 g/planta)	CIAT No.	Rendimiento Medio (5-15 g/planta)	CIAT No.	Rendimiento Alto (15 g/planta)
43	0.7	64	5.1	18 *	18.8
61	1.0	63	6.3	30	19.3
103	1.5	68	6.9	151-A	21.9
87	2.4	130	7.3	70	22.6
92	2.4	50	9.1	152	24.5
		191	9.7	144	28.9
		107	10.9		
		74	11.8		
		152-A	13.5		

\* La Libertad



Plantas de *Stylosanthes guyanensis* inoculadas con antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). De izquierda a derecha: una variedad originaria de Colombia que es susceptible; plantas muertas de la línea IR1 1022, y una variedad con mucha resistencia, procedente de los Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 4. Rendimientos obtenidos en el ensayo sobre establecimiento de variedades de *Stylosanthes guyanensis* en Carimagua (julio a diciembre de 1973)

CIAT No.	Rendimiento (verde) Kg/ha
50	4,630
16	3,860
21	2,830
18 *	1,520
46	1,290
44	500

\* La Libertad

En pruebas de invernadero hechas en la sede del CIAT, los cuatro tipos de *Stylosanthes*, disponibles en el mercado internacional mostraron susceptibilidad a la antracnosis, en el siguiente orden descendente: IRI 1022, Endeavour, Schofield y Cook. Fue posible aislar plantas resistentes a la antracnosis de *S. guyanensis*, *S. hamata*, *S. humilis* y *S. subsericea*. Los resultados indican que se puede progresar rápidamente en el desarrollo de una variedad de *Stylosanthes* con resistencia a la antracnosis mediante la selección entre un gran número de eco-

tipos de esta leguminosa forrajera tropical nativa de América, que normalmente es autopolinizada.

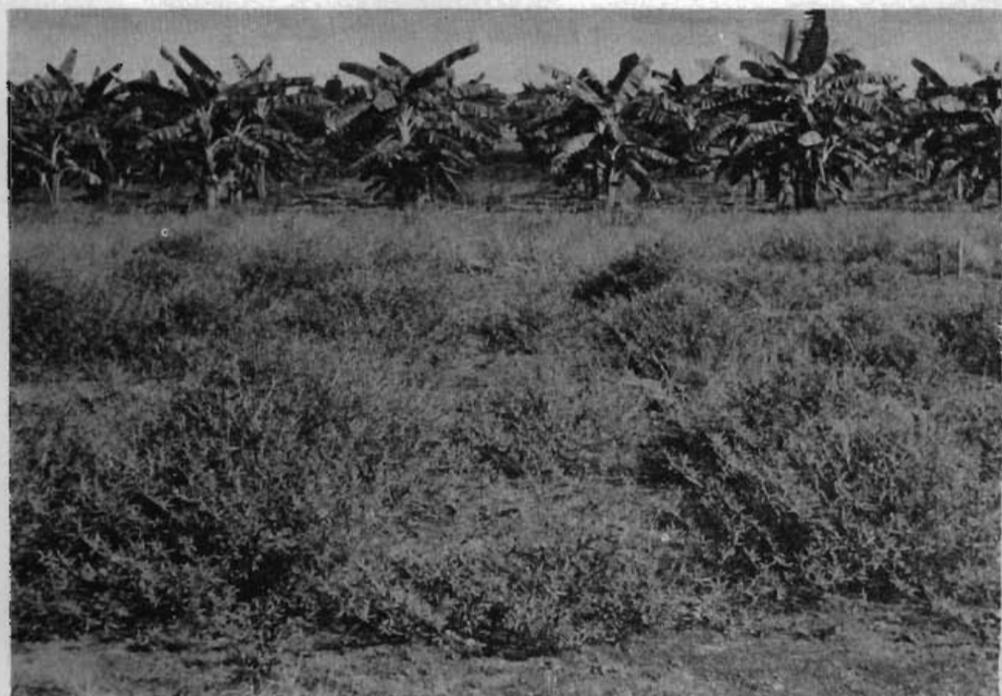
Los rendimientos de semilla y de forraje de varios *Desmodium* spp. son disminuidos por el ataque de insectos. Una selección colombiana de *Desmodium* sp. probablemente un híbrido natural entre *D. intortum* y *D. uncinatum* mostró tener una fuerte resistencia a los insectos que atacan las hojas.

Se está investigando el potencial productivo de la planta forrajera *Indigofera hirsuta*, recientemente traída de los Llanos Venezolanos. Esta leguminosa tiene características forrajeras deseables, tales como rápido establecimiento y vigor en las plántulas. En el año de establecimiento, esta planta sobrepasó a siete variedades de *Stylosanthes*, pero su recuperación fue lenta después del corte (Cuadro 5). Es una buena productora de semilla y las vainas no se abren.

En áreas de alta precipitación, el Siratro comercial (*Macroptilium atropurpureum*) es afectado severamente por la rhizoctonia (*R. solani*) y la roya (*Uromyces phaseoli*). Este factor limita su uso en los trópicos húmedos. Se encontró que un ecotipo recogido en la Costa

Cuadro 5. Rendimientos obtenidos en un ensayo sobre establecimiento de variedades de *Stylo* e *Indigofera hirsuta*

CIAT No.	Varietal/Origen	Rendimiento (base seca) kg/ha	Proteína cruda %
700	<i>Indigofera hirsuta</i> , Venezuela	16,125	13.0
21	Santander, Colombia	9,108	13.6
18	La Libertad, Colombia	8,834	12.9
50	Castilla Nueva, Colombia	8,636	14.7
144	IRI 1022, Brasil	8,416	12.5
16	CPI 34,000, Costa Rica	7,578	13.8
41	David 217, Panamá	7,226	14.5
45	Pance 2, Colombia	6,459	13.5



Influencia de la inculación en el crecimiento de *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad, en la Estación Experimental de Carimagua. Las plantas que aparecen en el centro no se inocularon; las otras se inocularon con diferentes cepas de *Rhizobium*. (Fotografía: P.H. Graham).

del Caribe es altamente resistente a ambas enfermedades. Se inició la producción de semilla de esta introducción y de otras variedades procedentes de Colombia y Venezuela.

#### MICROBIOLOGÍA DEL SUELO

##### Prueba y selección de cepas

Se continuaron los estudios de evaluación de la habilidad nodular y para fijar nitrógeno de 254 cepas de *Rhizobia*. Las cepas seleccionadas en las pruebas iniciadas el año anterior se incluyeron en este año en evaluaciones de campo (foto superior) habiéndose aislado cepas para las principales especies forrajeras, como aparece en el Cuadro 6.

Algunas entidades que son patrocinadoras del CIAT y ciertas instituciones

internacionales han sugerido al grupo de técnicos de microbiología del suelo, desarrollar potencialidades de *Rhizobium* para las plantas leguminosas forrajeras tropicales. En consecuencia, en 1974 se va a acelerar el aislamiento de cepas, su evaluación y distribución posterior.

Al hacer la evaluación de cepas se hicieron evidentes algunas interacciones cepa-variedad, especialmente en las especies de *Stylosanthes* y *Trifolium*. En la fotografía de la página 19 se muestran diferencias en la respuesta a tres cepas inoculantes, en trébol blanco y en trébol subterráneo.

##### Material excipiente orgánico para inoculantes

Los inoculantes que el CIAT produjo en 1972 fueron preparados en turba de

Cuadro 6. Selección de cepas de Rhizobia para el establecimiento de seis plantas leguminosas en praderas de pastoreo (1972-1973)

Especies de plantas	Forma en que se probó la cepa	Número de cepas estudiadas	Peso seco/planta (en gramos)		Cepas seleccionadas por CIAT
			Promedio	Cepas seleccionadas	
<i>M. sativa</i> var. Depuits	Macetas	3	1.07	2.63	44
<i>P. atropurpureus</i>	Tubos de ensayo	68	0.04	0.05	79, 111, 181, 188, 202, 230, 246, 265, 266, 270
<i>D. uncinatum</i>	Tubos de ensayo	30	0.02	0.03	293, 282, 301, 303
<i>S. guyanensis</i>	Pruebas de campo; frascos Leonard tubos de ensayo	116	—	—	79, 111, 308, 315, 278, 292
<i>C. pubescens</i>	Fracos Leonard; tubos de ensayo	22	0.75	1.73	48, 193, 223, 225, 227, 243, 325
<i>T. repens</i>	Pruebas de campo; tubos de ensayo; frascos Leonard	15	—	—	61, 62, 67, 70

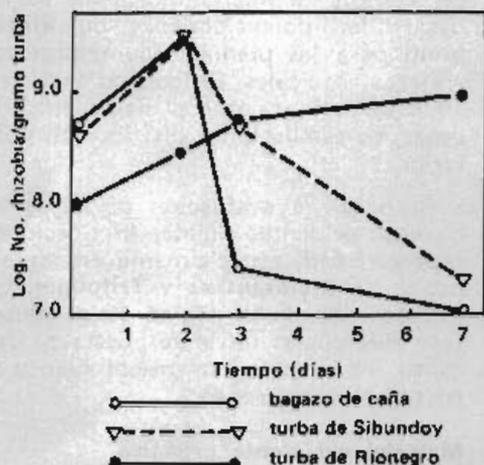
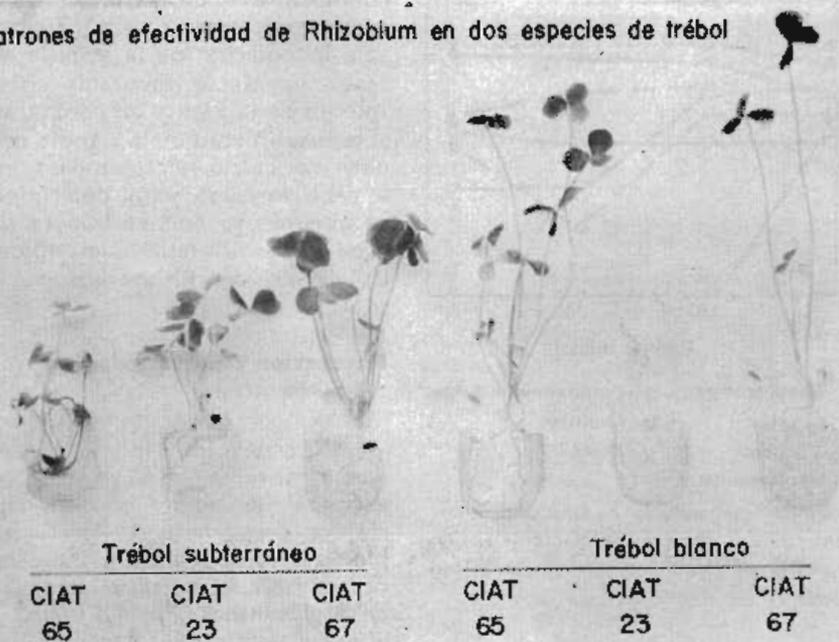


Figura 1. Supervivencia de *R. trifolii* cepa CIAT 61, en tres medios orgánicos utilizados como vehículos para inoculantes, a una temperatura de 28°C.

Sibundoy, bagazo o mezclas de ambos (ver Informe Anual del CIAT, 1972).

A pesar de que se había obtenido una excelente supervivencia por más de cuatro semanas a 28°C., estudios posteriores mostraron una pérdida muy rápida de viabilidad a 37°C. Con base en esta observación se investigaron otros depósitos de turba y uno de ellos, situado en Rionegro, Departamento de Antioquia, Colombia, fue seleccionado como el más apropiado para este propósito. Con este material, la supervivencia de *Rhizobium* es excelente por más de 13 semanas a 28°C (Figura 1). A una temperatura de almacenamiento de 37°C la supervivencia de todas las cepas fue más evidente que en la turba de Sibundoy. La supervivencia de las cepas CIAT 79 y CIAT 44 (para *Stylosanthes* y *Medicago*, respectivamente) fue mejor

## Patrones de efectividad de Rhizobium en dos especies de trébol



Diferencia de efectividad de cepas de Rhizobium en la inoculación de trébol subterráneo y trébol blanco mostrando el efecto de las diferentes cepas inoculantes en el desarrollo de las plantas. (Fotografía: P.H. Graham).

que la cepa de trébol, CIAT 61. Esto es evidente en la Figura 2.

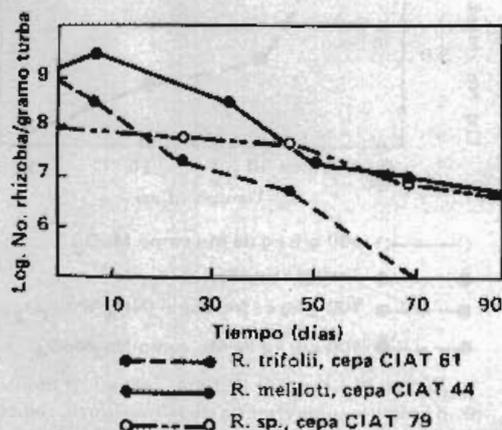


Figura 2. Supervivencia de tres cepas de *Rhizobium* en turba de Rionegro, a una temperatura de 37°C.

## Recubrimiento de semillas de leguminosas

Los estudios iniciales sobre recubrimiento de semillas con el propósito de mejorar la nodulación fueron descritos en el Informe Anual del CIAT, 1972. Estos estudios fueron ampliados en cuatro áreas en 1973.

La goma arábica y la metil celulosa son los pegantes más usados para recubrir semillas de leguminosas. Infortunadamente, estas sustancias son difíciles de obtener en la mayoría de los países latinoamericanos; si se consiguen son o muy caras o de calidad variable. Ante esa situación, se examinaron varios pegantes locales en cuanto a su habilidad para mantener vivo el rhizobio sobre la semilla. Los resultados obtenidos aparecen en la Figura 3. El Glutocol (hidroximetil celulosa) aparentemente es un buen sustituto y de precio razonable para la goma arábica.

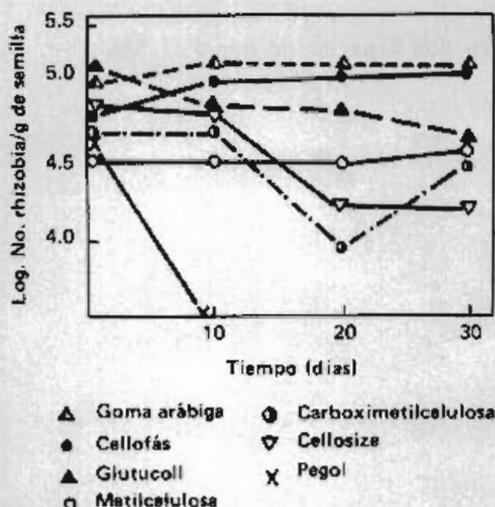


Figura 3. Supervivencia de *Rhizobium trifolii* cepa CIAT 61, con revestimiento de  $\text{CaCO}_3$  en la semilla, utilizando tres sustancias cohesivas que facilitan el revestimiento.

Las investigaciones mostraron que los depósitos de roca fosfórica existentes en los Departamentos de Huila y Boyacá, en Colombia, producen material que puede ser usado para el recubrimiento de semillas de plantas leguminosas forrajeras.

Como la marcada acidez que tienen muchos suelos de las regiones bajas tropicales podría influir en la disponibilidad de Mo, se investigó el efecto de la incorporación de varias sales de molibdeno en el material de recubrimiento de la semilla. En tanto que el molibdato de sodio y el de amonio reducen la supervivencia de *Rhizobium* sobre las semillas de *Stylosanthes guyanensis*, el óxido de molibdeno, a razón de 50-100 g. por 6 kilos de semilla, no tuvo efecto sobre esta función (Figura 4).

Los estudios ya realizados sobre recubrimiento de semilla fueron repetidos bajo condiciones de campo. El *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad, con inoculación y recubrimiento con roca fosfórica, dio una respuesta positiva en

cuanto a nivel de nodulación y a rendimiento de materia seca (Figura 5). La sola inoculación de la semilla demostró tener un efecto favorable en el crecimiento de la planta en comparación con el recubrimiento de la semilla con carbonato de calcio. Actualmente, se llevan a cabo ensayos para determinar si el recubrimiento con carbonato de calcio es el factor limitante que impide la multiplicación del *Rhizobium* en la rizósfera.

### Interacción cepa-variedad en *Stylosanthes*

Las cepas de inoculantes pueden encontrar en el suelo, ya sea condiciones extremas de acidez o bien, competencia con cepas nativas. Por tal razón, se hicieron estudios sobre las características de nodulación de cuatro variedades de *Stylosanthes*. En el Cuadro 7 se incluye el tiempo de formación de los primeros nódulos, cuando se probaron las

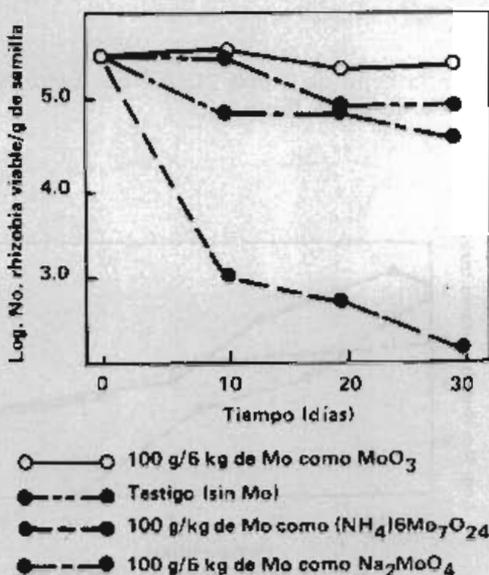


Figura 4. Efecto de distintas fuentes de molibdeno sobre la supervivencia de *Rhizobium*, en el revestimiento de semillas de *Stylosanthes guyanensis* tratadas con molibdeno.

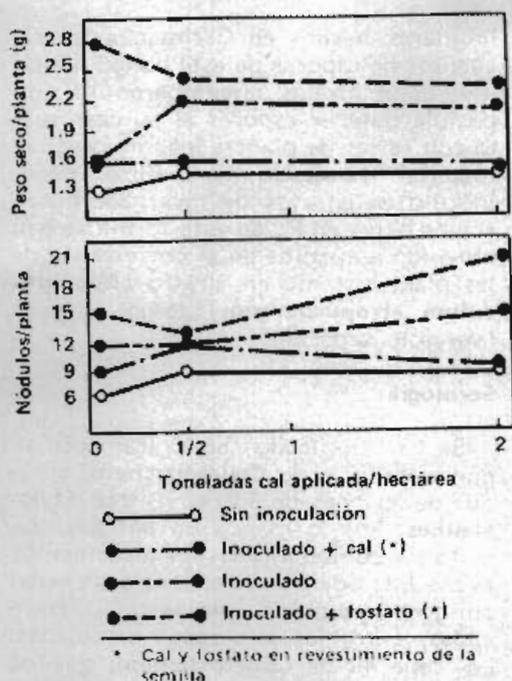


Figura 5. Respuesta de *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad a la inoculación, revestimiento de la semilla y aplicación de cal, en Carimagua.

cuatro variedades contra seis cepas promisorias. La cepa CIAT 56 noduló rápidamente en todas las variedades y, si se

usa como inoculante, probablemente supere del todo a la población bacteriana nativa del suelo. Desde el punto de vista práctico, sería deseable obtener un cultivo o una variedad que sea lenta en su nodulación con organismos nativos, pero rápido ante una cepa específica de inoculante. La variedad La Libertad, por ejemplo, se acerca a este tipo ideal de planta.

#### Requerimiento de fósforo en suelos tropicales

Parece que el fósforo sea el principal factor limitante en la mayoría de los suelos tropicales; muchos de ellos son deficientes en este elemento fundamental del crecimiento vegetal y otros tienen la característica desfavorable de fijar cantidades apreciables del P que se aplica en los fertilizantes. Este fenómeno es evidente en los resultados presentados en la Figura 1, sección de Leguminosas de Grano Comestible en el presente informe. Debido a que los fertilizantes que contienen fósforo rápidamente disponible (como el superfosfato, por ejemplo) son sumamente caros en América Latina, se ha iniciado el estudio del hongo vesicular-arbuscular **Endo-**

Cuadro 7. Aparición de los primeros nódulos formados en cuatro variedades de *Stylosanthes* con base en el efecto de la cepa inoculante (en días) \*

Cepa	Variedad				Media de cepas
	La Libertad	David 217	Subsericea	Hamata	
79	18.3	18.4	14.2	13.6	16.1
278	22.2	23.5	12.4	14.8	18.2
28	19.6	18.3	14.7	17.3	17.4
315	21.0	17.5	18.2	13.2	17.4
56	14.5	13.5	12.9	16.0	14.2
297	15.0	17.6	15.0	16.3	16.2
Media de variedades	18.4	18.1	14.73	15.2	

\* Media de 15 repeticiones

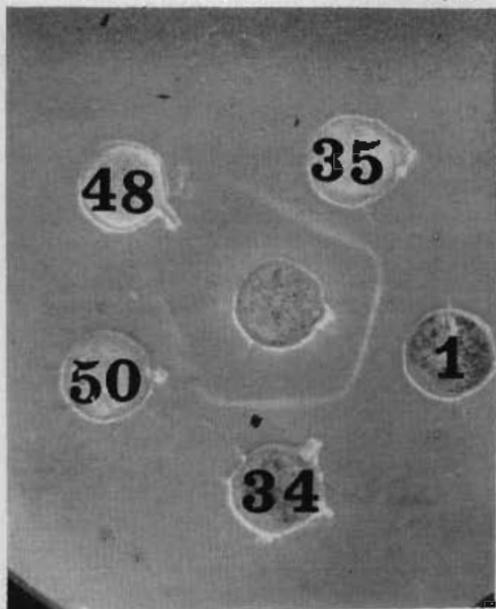
$$F(\text{cepas}) = 19.78^{***} \quad F(\text{variedades}) = 42.80^{***}$$

$$F(\text{cepas} \times \text{variedades}) = 1.14, \text{ n.s.}$$



Respuesta de la planta forrajera siratro (*Microptilicum atropurpureum*) a la inoculación con una cepa de Endógeno (Fotografía: P.H. Graham).

ne y de su capacidad para contribuir en la disponibilidad de P. En estudios pre-



Reacciones serológicas de aislados de *Colletotrichum* en *Stylosanthes* que muestran la no identidad del aislado 48. (Fotografía: P.H. Graham).

liminares hechos en Carimagua los recuentos de esporas de este hongo dieron muy bajos niveles. Sin embargo, ha sido posible obtener esporas al tamizar suelo con raíces de plantas leguminosas; el material tamizado se utilizó como inóculo en ensayos de invernadero con suelos bajos en P; en esta forma se han obtenido aumentos en el crecimiento de las plantas, tanto en siratro (*Microptilicum atropurpureum*) como en yuca (ver foto superior).

### Serología

Se han tipificado serológicamente algunos cultivos de *Colletotrichum*, aislados de lesiones de antracnosis en *Stylosanthes*. Por lo menos un antígeno resultó ser común a todos los aislamientos probados; además, se encontraron otros antígenos, algunos de ellos diferenciales, entre las seis cepas estudiadas. La cepa 48 de *Colletotrichum*, que es la más virulenta de las cepas obtenidas de las lesiones de antracnosis, fue iden-

Cuadro 8. Rendimiento de materia seca de algunos híbridos de *Centrosema*

Líneas híbridas en F <sub>2</sub>	Rendimiento de materia seca/planta g (media de 20 plantas por parcela)
17-45	122.9
8-16	116.3
10-32	108.3
17-33	101.6
17-8	99.2
17-7	91.7
17-87	83.3
10-37	81.2
17-18	76.3
Testigo I <i>C. pubescens</i> (Colombia)	60.5
Testigo II <i>C. pubescens</i> (Ecuador)	55.0

Medias conectadas por líneas verticales no son diferentes al nivel 0.01 de significación



Parcelas en las que se evalúan las progenies de híbridos en generación  $F_1$  de Centrosema, en la sede del CIAT.

tificable por sus reacciones serológicas (ver foto inferior en la pág. 22).

#### MEJORAMIENTO Y CRUZAMIENTO DE PLANTAS FORRAJERAS

Por el método de plantas espaciadas se evaluaron 9.000 derivados de progenies híbridas en generación  $F_5$  del cruce de *Centrosema brasilianum* x *C. virginianum*. Las líneas de alto rendimiento, que no fueron afectadas por la segregación, fueron seleccionadas con miras a su producción comercial.

Las poblaciones seleccionadas  $F_5$  del híbrido sobrepasaron en producción a las variedades nativas de *C. pubescens* de Ecuador y Colombia (Cuadro 8). Se demostró que este híbrido tiene un gran potencial como planta forrajera para las latitudes bajas en la América Tropical.

Se hicieron determinaciones sobre autofecundación y fecundación cruzada en *Brachiaria ruziziensis*. Esta especie demostró que tiene un alto nivel de fecundación cruzada; se encontró además que hibridiza satisfactoriamente con *Brachiaria decumbens*.

#### PRODUCCION DE SEMILLA

A escala de campo, en terrenos de la sede del CIAT, se produjo semilla de *S. guyanensis* (La Libertad) y de *Paspalum plicatulum*. El incremento de semilla de varias especies y ecotipos de *Stylosanthes*, *Desmodium* e *Indigofera hirsuta* está en progreso.

En terrenos del CIAT se recogió un total de 813 kg. (equivalente a 116 kg/ha) de semilla limpia de *Paspalum plicatulum* de un ecotipo nativo. La semilla de esta gramínea tiene un período

relativamente corto de latencia y al ser almacenada por un periodo de seis meses mostró tener una germinación alta. La germinación de la semilla fresca fue aumentada en forma notoria mediante el proceso de escarificación con un ácido.

El lote de producción de semilla de *Stylosanthes* La Libertad produjo 166 kg., equivalentes a 47 kg. de semilla limpia, por hectárea.

#### ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PRADERAS

Como parte de un programa integrado para desarrollar medios eficientes de bajo costo para el establecimiento de praderas con especies de pastos tropicales en suelos álicos, se iniciaron varios ensayos de invernadero y en el campo. La investigación tiene por objeto la determinación de los requerimientos de macro y micronutrientes y cal para el establecimiento y mantenimiento de leguminosas y gramíneas; la preparación del terreno para la siembra; y los métodos de siembra.

#### Macronutrientes

Se hizo un ensayo de invernadero con *Stylosanthes* (La Libertad) cultivado en suelo tomado del horizonte A de un oxisol de Carimagua, con diferentes niveles de los elementos Ca + Mg, P, K y S en un diseño San Cristóbal (compuesto central). El calcio y magnesio se consideraron como una sola variable y se mantuvo una relación de Ca: Mg de 10:1.

En el primer corte, las únicas diferencias significativas fueron las producidas por el aumento de los niveles de P. Hubo una aparente respuesta al primer nivel de Ca + Mg, equivalente a 150 kg de  $\text{CaCO}_3$ . La respuesta al P aparece en la Figura 6, lo mismo que el contenido de P y N del forraje. Los niveles de P del forraje permanecen bajos mientras que la producción de materia seca

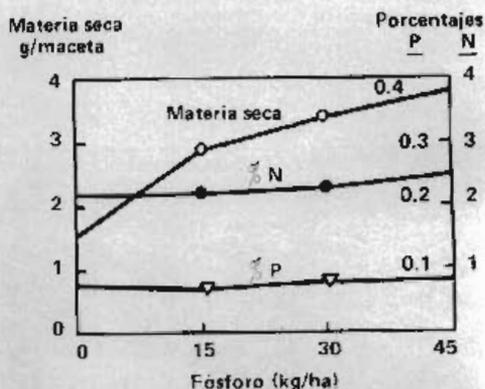


Figura 6. Efecto de la aplicación de fósforo en la producción de materia seca y en el contenido de nitrógeno y fósforo en el forraje, en plantas de *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad, en un oxisol de Carimagua. (Resultados obtenidos en el primer corte).

aumenta notablemente con niveles crecientes de P hasta 45 kg P/ha. Esto hace suponer que la suplementación con P por vía oral de los animales en pastoreo sería más eficiente que por medio del forraje, si este patrón de respuesta es válido bajo condiciones de campo. Los resultados del segundo corte aparecen en la Figura 7. El contenido de potasio del forraje se incluye para dar indicación del efecto de dilución en

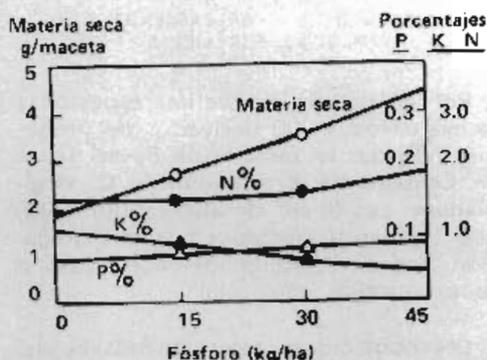


Figura 7. Efecto de la aplicación de fósforo en la producción de materia seca y en el contenido de nitrógeno y fósforo en el forraje de *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad. Resultados obtenidos en el segundo corte, los cuales incluyen también el contenido de potasio en el forraje.

el contenido de K, el cual llega a un nivel más bajo del comúnmente considerado como crítico para *Stylosanthes humilis*. (No existen datos similares para *S. Guyanensis*).

El mismo experimento de Ca + Mg x P x K x S se inició en el campo de Carimagua con *Stylosanthes guyanensis* (La Libertad), *Centrosema pubescens*, *Desmodium intortum*, *Calopogonium muconoides*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Paspalum plicatulum* y *Brachiaria decumbens*. En la única cosecha obtenida hasta la fecha, las respuestas a P y a Ca + Mg son similares a las observadas en el ensayo hecho en el invernadero. Además, hay una respuesta aparente al azufre.

Se acaba de iniciar un ensayo para estudiar niveles de P y los métodos de aplicación, con el objeto de mejorar la eficiencia del fertilizante y de disminuir la competencia de las malezas con las plantas forrajeras. La aplicación del fertilizante en bandas podría disminuir el problema de las malezas en Carimagua, en donde las aplicaciones de P han estimulado considerablemente la competencia de las malezas en las praderas

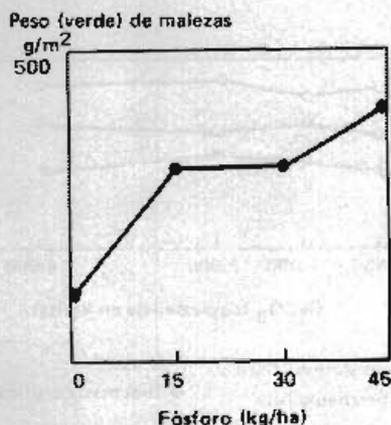


Figura 8. Respuesta de las malezas a la aplicación de fósforo en un ensayo de establecimiento de pastos en sabana nativa en Carimagua. El peso de las malezas fue tomado al hacer el primer corte

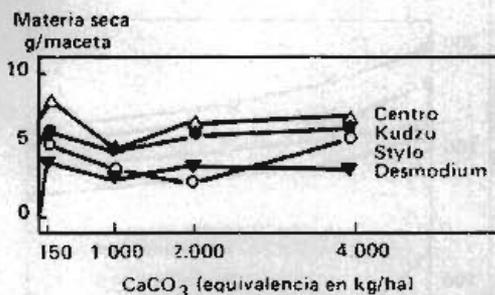


Figura 9. Efecto de la aplicación de cal en la producción de materia seca de cuatro leguminosas forrajeras establecidas en un oxisol de Carimagua. Resultados obtenidos en el primer corte.

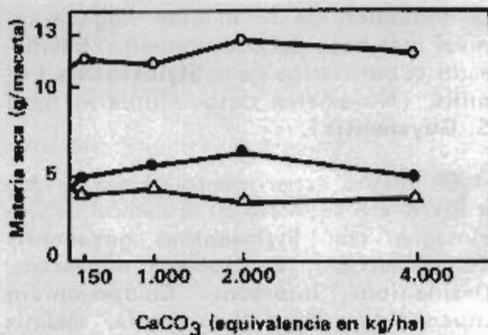
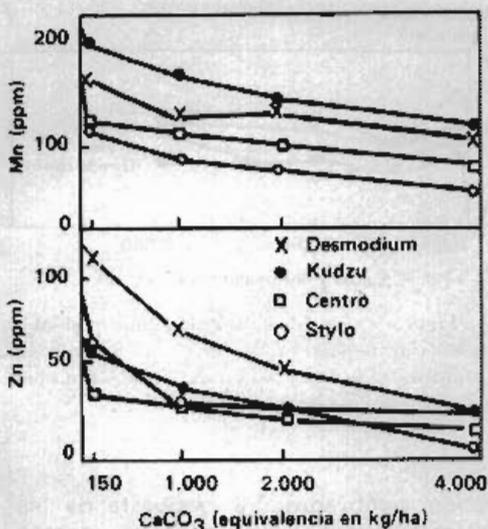
recién sembradas. La respuesta de las malezas al P, aplicado al voleo, aparece en la Figura 8.

### Micronutrientes

Se hizo un ensayo de invernadero similar al ensayo de macronutrientes empleando Ca + Mg, B, Cu y Mo como variables. No hubo diferencias significativas ni aparentes entre los tratamientos.

### Aplicación de cal

Se hizo una serie de experimentos en el invernadero para determinar los niveles óptimos de cal para cuatro leguminosas y tres gramíneas. La Figura 9 muestra los resultados obtenidos del primer corte con las cuatro leguminosas. Se obtuvo un rendimiento máximo en las cuatro especies con 150 kg de cal/ha. El trazo de las curvas es poco común, probablemente porque refleja varias funciones de la cal. Es probable que la primera reacción sea una respuesta a los elementos Ca y/o Mg. Los efectos de los tratamientos con cal en el contenido de Mn, Zn, P y K del forraje aparecen en la Figura 10. El efecto del equivalente a 150 kg de CaCO<sub>3</sub> en el Zn y el Mn es considerable. La depresión en el rendimiento que se obtiene con aplicaciones de cal de 1.000 y en algunos casos 2.000 kg/ha, es si-



○ Melinis minutiflora    △ Hyparrhenia rufa  
● Brachiaria mutica

Figura 12. Efecto de la aplicación de cal en la producción de materia seca de tres gramíneas establecidas en un oxisol de Carimagua. Resultados obtenidos en el primer corte.

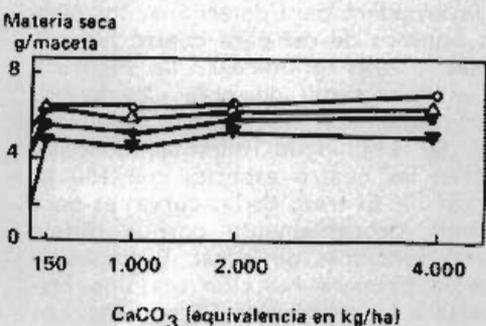
Figura 10. Efecto de la aplicación de cal en el análisis de tejido de cuatro leguminosas forrajeras establecidas en un oxisol de Carimagua. Resultados obtenidos en el primer corte.

milar a la obtenida con yuca, en el mismo suelo, en 1972. Es difícil explicar los altos rendimientos obtenidos con 4.000 kg/ha.

La Figura 11 muestra el efecto de la cal en el rendimiento de materia seca de las cuatro leguminosas, en promedio, pa-

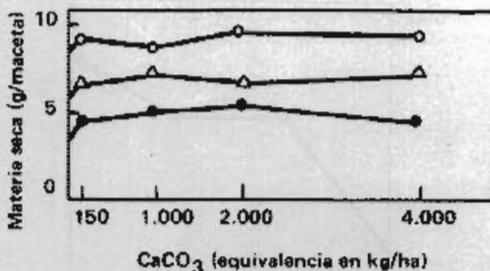
ra los primeros tres cortes. No se observaron los efectos negativos de las aplicaciones de cal de 1.000 y 2.000 kg/ha. Como en el primero, se alcanzaron rendimientos máximos o casi máximos con 150 kg/ha.

Las curvas de respuesta de las gramíneas son diferentes a las observadas en las leguminosas durante el primer corte pero bastante similares en los cortes siguientes (Figuras 12 y 13).



○ Stylo:  $\bar{x}$  3 cortes    ▼ Desmodium:  $\bar{x}$  3 cortes  
△ Centro:  $\bar{x}$  3 cortes    ● Kudzu:  $\bar{x}$  2 cortes

Figura 11. Efecto de la aplicación de cal en la producción de materia seca de cuatro leguminosas forrajeras establecidas en un suelo de Carimagua. Promedio de dos y de tres cortes, según se indica.



○ Melinis minutiflora    ● Brachiaria mutica  
△ Hyperrhenia rufa

Figura 13. Efecto de la aplicación de cal en la producción de materia seca de tres gramíneas establecidas en un suelo de Carimagua. Resultados de dos y tres cortes.

Parece que los forrajes tropicales incluidos en estos ensayos, realizados en un oxisol muy ácido y altamente saturado de aluminio, tienen un requerimiento de cal principalmente como fuente de Ca y/o Mg. Muchos ensayos descritos en la literatura emplean una tonelada de cal como incremento inicial. Es posible que el rango más provechoso de aplicaciones de cal haya sido pasado por alto. En la práctica, el suministro de calcio como nutrimento se logra al aplicar un fertilizante fosfatado. En aquellos ensayos con bajos niveles de cal o de calcio, se ha empleado una fuente no cálcica de fósforo.

El efecto del encalado en la composición química de las cuatro leguminosas y de las tres gramíneas, aparece en el Cuadro 9. Es evidente que el efecto es menos pronunciado en las gramíneas que en las leguminosas incluidas en estos ensayos.

#### Preparación de terreno para la siembra y métodos de siembra

En la mayoría de los casos las siembras en Carimagua se han hecho después de dos o tres pasos con un rastrillo "Californiano" (off set disk). Esta práctica destruye, en su mayor parte, las gramíneas nativas y deja un buen lecho de siembra, de 10-15 cm de profundidad, listo para recibir las semillas. El método tradicional de siembra de pastos cuya semilla es muy pequeña, tales como el pasto Gordura y el Yraguá (*H. rufa*), consiste en esperar a que llueva fuertemente por algunos días y luego sembrar la semilla al voleo, poniendo la semilla en un costal de yute de tejido abierto, y agitando éste para que la semilla caiga al suelo bien distribuida. Si las lluvias son lo suficientemente frecuentes, la germinación es satisfactoria. Sin embargo, si se presenta un período seco después de que la semilla germina, por breve que éste sea, la población resulta muy baja con excepción de aquellas áreas por las cua-

les pasaron las ruedas del equipo de siembra; esta observación señala la necesidad de tener un lecho de siembra firme para las semillas, en el momento en que ésta se hace, para tener seguridad de que habrá suficiente flujo capilar del agua del suelo, de abajo hacia la superficie en donde se encuentra la semilla.

En 1972, se construyó un rodillo con llantas viejas con el propósito de compactar el suelo después de efectuada la siembra. En general, las siembras hechas empleando este aparato han tenido éxito. Pero esta práctica también favorece la germinación de las semillas de muchas malezas que pueden ser muy perjudiciales especialmente si se ha hecho una aplicación de fósforo. Posiblemente, si la siembra se hace en bandas, y la aplicación del fertilizante se hace también en bandas, más una compactación del terreno sobre la hilera de siembra (para lo cual se puede accionar una llanta de hule sobre el surco, dejando el resto de la superficie sin compactar), habrá mayor oportunidad de aumentar al máximo la germinación de la semilla y la supervivencia de las plantas forrajeras y se logrará disminuir la competencia de las malezas. Actualmente, se efectúan ensayos para probar diferentes métodos de siembra.

A comienzos de 1973, se inició un ensayo para comprobar la factibilidad de la siembra espontánea de la semilla a través de agentes naturales de dispersión de la misma (viento, agua, pájaros). Con este propósito se sembraron algunas franjas angostas alternadas con franjas mucho más anchas que se dejaron sin sembrar a fin de obtener el efecto de dispersión de semilla de las primeras franjas a las segundas. Las variables en el ensayo incluyeron la preparación y la aplicación o no aplicación de fertilizantes en las franjas no sembradas, así como la siembra de diferentes especies forrajeras (*Stylosanthes humilis*, *Hyparrhenia rufa* y *Paspalum plicatu-*

Cuadro 9. Efecto de las aplicaciones de cal en el contenido de nutrimentos del forraje de cuatro leguminosas y de tres gramíneas tropicales cultivadas en un oxisol de Carimagua, Llanos Orientales, Colombia (primera cosecha)

Especie	Nivel de cal	(%)					(ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	B
<i>Stylosanthes guyanensis</i> La Libertad	0	2.6	0.13	1.5	1.2	0.29	213	103	5.0	24
	150	2.3	0.16	1.8	1.5	0.26	119	65	6.0	28
	1000	2.6	0.14	1.9	1.6	0.26	90	38	7.3	24
	2000	3.3	0.19	2.2	1.9	0.24	79	38	8.7	20
	4000 - x	2.4	0.13	1.3	2.1	0.30	57	17	4.7	21
<i>Centrosema pubescens</i>	0	2.3	0.12	1.0	0.8	0.17	136	63	5.7	16
	150	1.4	0.16	1.1	1.1	0.17	126	43	9.8	20
	1000	2.0	0.19	1.2	1.2	0.18	115	39	10.7	22
	2000	1.8	0.16	1.1	1.3	0.18	104	32	10.7	23
	4000 - x	2.0	0.15	1.0	1.4	0.20	83	26	10.9	24
<i>Pueraria phaseoloides</i>	0	2.6	0.16	1.4	0.9	0.22	222	70	6.7	33
	150	1.9	0.20	1.4	1.4	0.25	201	63	7.0	41
	1000	1.8	0.15	1.3	1.4	0.20	170	47	6.0	33
	2000	2.6	0.14	1.3	1.3	0.21	147	37	6.7	30
	4000 - x	2.0	0.13	1.1	1.5	0.29	120	32	6.0	29
<i>Desmodium intortum</i>	0	3.3	0.20	2.0	1.0	0.29	172	120	4.0	21
	150	2.2	0.14	1.3	1.3	0.28	167	110	3.3	22
	1000	2.6	0.15	1.6	1.3	0.29	127	72	3.7	21
	2000	2.5	0.16	1.6	1.4	0.26	134	52	3.3	21
	4000 - x	2.7	0.17	1.5	1.5	0.28	107	35	4.0	21
<i>Hyperrhenia rufa</i>	0	1.8	0.09	1.0	0.4	0.29	166	35	7.1	16
	150	1.8	0.10	1.4	0.4	0.19	115	28	7.6	14
	1000	1.5	0.08	1.3	0.5	0.24	136	23	6.6	16
	2000	1.9	0.10	1.4	0.6	0.21	126	21	8.0	12
	4000 - x	2.1	0.10	1.1	0.6	0.22	114	19	8.0	11
<i>Melinis minutiflora</i>	0	1.1	0.07	0.6	0.3	0.27	110	73	8.0	7
	150	0.9	0.07	0.7	0.3	0.30	108	58	6.9	7
	1000	1.0	0.07	0.6	0.3	0.34	113	49	6.7	7
	2000	1.0	0.07	0.7	0.3	0.33	97	47	6.0	7
	4000 - x	1.0	0.07	0.6	0.4	0.45	106	48	5.0	8
<i>Brachiaria mutica</i>	0	0.9	0.08	0.5	0.1	0.07	31	41	10.7	5
	150	0.7	0.08	0.4	0.2	0.08	33	44	10.0	5
	1000	0.7	0.08	0.5	0.2	0.11	42	38	9.3	5
	2000	0.7	0.09	0.6	0.2	0.12	44	34	9.3	2
	4000 - x	0.8	0.08	0.5	0.3	0.15	34	35	10.7	5
										4

lum). Se supone que la siembra espontánea se efectúa a finales de 1973 y a comienzos de 1974; el recuento de población de plantas en las franjas no sembradas se hará a comienzos de la estación lluviosa, en abril de 1974.

#### CONTROL DE MALEZAS

Las investigaciones en control de malezas en praderas continúan buscando soluciones para diversos problemas, incluyendo la maleza gramínea *Paspalum*

**fasciculatum** (gramalote) y varios arbustos difíciles de eliminar.

Estudios biológicos hechos con el gramalote mostraron que los estolones son capaces de germinar a 10 cm bajo tierra pero no a 15 y 20 cm, en suelos arcillosos, arcillo-arenosos y franco-arenosos (Cuadro 10). La producción de brotes y de parte aérea de la planta fue mayor en el arcilloso o arcillo-arenoso que en el suelo franco-arenoso; esta observación indica que el gramalote prefiere tipos pesados de suelo.

Se recolectaron inflorescencias en diferentes lugares y se hicieron recuentos del número de semillas que cada una de ellas produce, obteniéndose, como promedio, 1.500 semillas. Esta circuns-

tancia, además del elevado número de estolones que produce esta planta, le da al gramalote un enorme potencial reproductivo.

El gramalote se puede controlar con dalapon o glifosato (Figuras 14 y 15) tanto en la época seca como en la lluviosa. Cuando se aplicó dalapon en la época lluviosa se obtuvieron mejores resultados a los 90 días de hecha la aplicación en comparación con 60 días. El control de las malezas fue más prolongado en la época seca que en la lluviosa. Glifosato aplicado a razón de 2 kg/ha en la época seca y 1 kg/ha en la época lluviosa dio un excelente control del gramalote, a los 60 días de hecha la segunda aplicación. Este producto, al igual que dalapon, brindó un control

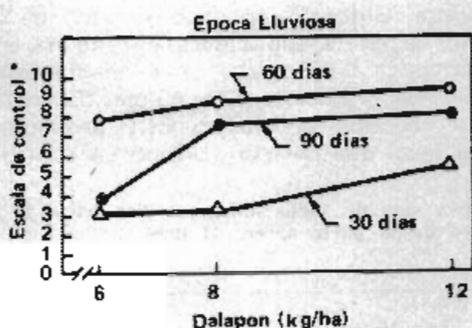
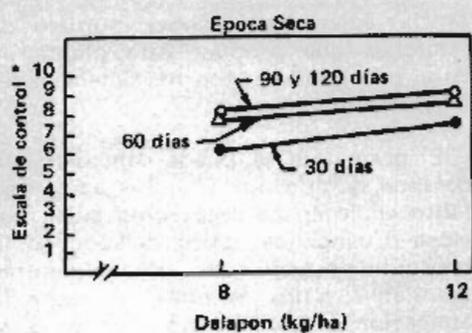
Cuadro 10. Efecto de la profundidad del estolón y tipo de suelo sobre los días hasta la emergencia, número de tallos y peso de la parte aérea, 60 días después de sembrar

Tipo de suelo	Profundidad siembra (cm)	Días hasta emergencia <sup>1</sup>	No. de tallos <sup>2</sup>	Peso fresco Parte aérea <sup>3</sup>
Franco arenoso	1	7	18	45
Franco arenoso	5	12	11	36
Franco arenoso	10	10	6	11
Franco arenoso	15	—	—	—
Franco arenoso	20	—	—	—
Arcillo arenoso	1	7	48	107
Arcillo arenoso	5	7	21	86
Arcillo arenoso	10	19	6	21
Arcillo arenoso	15	—	—	—
Arcillo arenoso	20	—	—	—
Arcilloso	1	10	33	88
Arcilloso	5	9	11	60
Arcilloso	10	21	6	26
Arcilloso	15	—	—	—
Arcilloso	20	—	—	—

1 LSD (.05) para días hasta emergencia = 6

2 LSD (.05) para números de tallos = 5

3 LSD (.05) para peso fresco = 24



\* { 0 = No se obtuvo control  
10 = Se obtuvo control total

Figura 14. Comparación de la efectividad de dalapon en el control de la gramínea Gramalote, en las épocas seca y lluviosa.

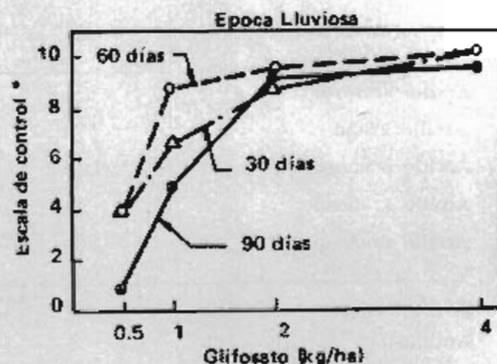
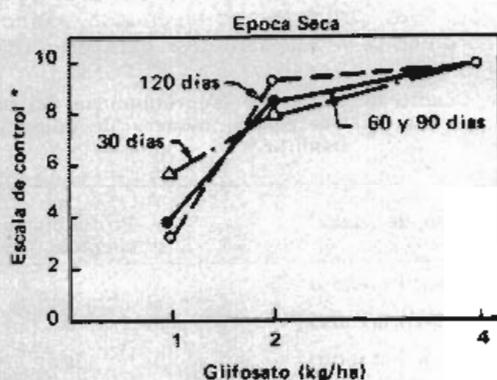
más prolongado en la estación seca. En consecuencia, cuando se quiere establecer una pradera con un pasto deseable éste se debe sembrar de los 40 a 60 días después de haber aplicado el herbicida en la época lluviosa o bien, al inicio del período de lluvias si se aplicó el herbicida en la época seca.

El resultado obtenido en algunas parcelas demostrativas señaló que se pueda limpiar un potrero de gramalote con el uso de herbicidas, solo o en combinación con el uso de maquinaria para la preparación del suelo. Se estableció vegetativamente una pradera con pasto Pará (*Brachiaria mutica*) sembrando trozos de tallo enraizados a 25 x 25 cm,

40 días después de haber aplicado 10 kg /ha de dalapon en una aplicación fraccionada, o bien, 1.5 kg/ha de glifosato.

Tanto dalapon como glifosato redujeron la población de gramalote en un 83 y 96 por ciento, respectivamente, en comparación con el trabajo del equipo agrícola sin aplicación de herbicidas.

Para determinar si los residuos de dalapon podrían afectar el establecimiento de otros pastos, después de haber eliminado el gramalote u otras malezas gramíneas, se aplicaron dosis altas de dalapon y se sembró el pasto Pará



\* { 0 = No se obtuvo control  
10 = Se obtuvo control total

Figura 15. Comparación de la efectividad de glifosato en el control de la gramínea Gramalote, en las épocas seca y lluviosa.

e *Hyparrhenia rufa*, 0, 10, 20, y 30 días después de la aplicación. El Pará se sembró vegetativamente y el *Hyparrhenia* por semilla sexual. Los resultados obtenidos muestran que no es necesario esperar 20 ó 30 días para hacer la siembra puesto que no se observó ningún daño en las siembras hechas a los 0 y 10 días después de aplicar hasta 40 kg/ha de dalapon.

Aparentemente, las temperaturas elevadas y la alta humedad del suelo ocasionaron una rápida degradación del dalapon; pareciera que no hay ningún problema de residuos tóxicos del herbicida que afecte el establecimiento del pasto.

Se investigó el control de tres arbustos identificados como muy difíciles de combatir: El "bálsamo", el "cercillo" (especies aún sin identificar puesto que no se han encontrado en floración) y el "Martín Moreno" (*Tetracera* sp.). Estos arbustos son muy comunes en muchas fincas ganaderas y los intentos que se han hecho para combatirlos no han dado resultados satisfactorios.

Se ensayaron seis herbicidas para arbustos, utilizando diferentes mezclas, en aplicaciones foliares. Se determinó cada 30 días el índice de control, durante cinco meses, después de la aplicación. Todos los tratamientos a los 15 días de aplicados defoliaron las plantas de "bálsamo" que tenían en promedio 1.5/m de altura.

Sin embargo, las plantas volvieron a brotar a los 30 días después del tratamiento. El producto Tordon 101 (picloram + amina de 2, 4-D) al uno por ciento dio un control total al igual que Tordon 225 (picloram + 2, 4, 5-T) en la misma dosificación. Las mezclas de 2, 4-D y 2, 4, 5-T, o el producto dicamba, no dieron control satisfactorio.

Se observó que el arbusto "Martín Moreno" fue también defoliado a los 30 días de su aplicación. Una solución al 2 por ciento de 2, 4, 5-T y la mezcla

triple de picloram + 2, 4-D + 2, 4, 5-T eliminó el 33 por ciento de los arbustos tratados. En esta especie de planta arbustiva que produce muchos tallos delgaditos las aplicaciones hechas al tocón o muñón resultan difíciles de realizar. Probablemente, con dosis más altas o con aplicaciones repetidas los tratamientos serán más efectivos.

El "cercillo" fue la especie más resistente, quizás debido a que sus hojas cerosas no permiten la penetración de los herbicidas. Solamente el Tordon 225, en concentración del 2 por ciento, eliminó los arbustos totalmente.

Los arbustos denominados "lata" (*Bactris minor*) y "fruta de pavo" (*Chomelia spinosa*) son resistentes a las aplicaciones foliares; tampoco son fáciles de controlar por medios mecánicos. Se probaron diferentes herbicidas aplicados al tocón, en mezcla con aceite diesel.

El arbusto "lata" al tratarlo de 15 a 20 cm del tocón con aceite diesel solo fue combatido eficazmente. Se eliminó la "fruta de pavo" con soluciones al uno por ciento de 2, 4-D + 2, 4, 5-T + 2, 4-DP en mezcla con aceite diesel y con cuatro por ciento de 2, 4, 5-T; picloram + 2, 4, 5-T (Tordon 472); ó 2, 4-D + 2, 4, 5-T en aceite diesel.

El establecimiento de una pradera mixta de gramíneas y de leguminosas requiere que se haga una preparación mecánica del terreno, estimulando así la germinación de la semilla de muchas malezas que compiten con las semillas del pasto y de las leguminosas. Con el objeto de encontrar productos químicos que sean a la vez efectivos y selectivos en el progreso de establecimiento de las plántulas leguminosas, se aplicaron varios herbicidas después de sembrar la semilla de las leguminosas. Entre los productos que se estudiaron se pueden citar: Linuron, Chloramben, Diuron, Alachlor y DNBP, aplicados en una sola dosis. Los resultados indican que la aplicación de un herbicida solo no es



El pasto Pangola puede producir en el ganado aumentos de peso de más de una tonelada por hectárea por año, con aplicación de nitrógeno, irrigación y rotación adecuada de praderas. Vista general de un ensayo de pastoreo en Palmira, en el que se estudia el engorde intensivo de novillos en pasto Pangola.

suficiente para dar control satisfactorio y tener selectividad. El linuron y diuron (1kg/ha) resultaron tóxicos y no muy eficientes en el control de malezas. Se sugiere continuar el estudio de mezclas de herbicidas y la prueba de otros productos.

Tanto en la sede del CIAT en Palmira como en Montería se inició la formación de herbarios de las malezas comunes en las praderas utilizadas en explotaciones ganaderas. Hasta el momento se han recolectado 56 especies, las cuales se han incorporado en los herbarios. Estas colecciones se aplicarán en el futuro y constituirán valioso material de enseñanza para adiestrar a los becarios en la identificación de semillas y para comparar muestras de especímenes enviados por ganaderos, veterinarios, extensionistas y otras personas ligadas a la actividad pecuaria.

Se ha concluido la preparación de un manual de identificación de malezas que invaden las praderas y predios ganaderos, el cual está en la imprenta del Instituto Colombiano Agropecuario; contiene 117 fotos en blanco y negro con sus respectivas leyendas descriptivas. Se espera que este manual sea una he-

rramienta útil para la identificación de las especies de malezas más frecuentes en las praderas tropicales.

#### UTILIZACION DE PRADERAS Y FORRAJES

En 1973 se trabajó en las mismas tres regiones ecológicas en las que se trabajó en años anteriores: suelos álicos, suelos aluviales degradados y valles aluviales de alta fertilidad.

#### Sede del CIAT, en Palmira

Los dos experimentos establecidos en 1971 para medir el potencial de producción de carne de los pastos Pangola (*Digitaria decumbens*) y Pará (*Brachiaria mutica*) con la aplicación de nitrógeno, continuaron en este año.

En el experimento con pasto Pangola se incluyeron cuatro niveles de nitrógeno (urea), cada uno de los cuales fue pastoreado bajo tres cargos animales. Los animales fueron sometidos a rotación en seis parcelas para cada tratamiento en un ciclo de pastoreo de 30 días. La Figura 16 y el Cuadro 11 muestran los resultados obtenidos en el año de 1972-73.

Cuadro 11. Ganancia diaria en peso (promedio) de novillos en pasto Pangola. (Sede del CIAT 1972 - 1973)

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal, novillos/ha					
	4.17	5.00	5.83	6.67	7.50	8.33
	g/día					
168	526	483	346			
332		517	456	365		
500			398	445	372	
672				425	395	348

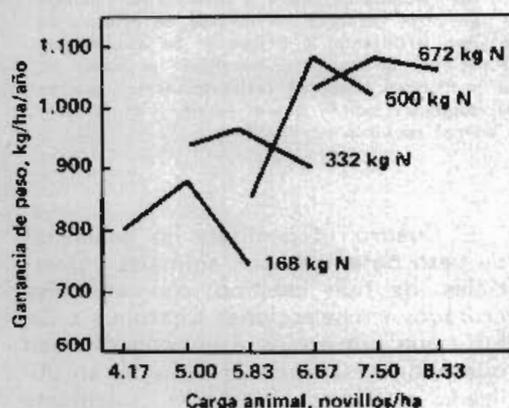


Figura 16. Aumento en el peso de animales, en praderas de pasto Pangola, bajo riego y con fertilización nitrogenada (Experimento hecho en la sede del CIAT, 1972 - 1973).

La producción de carne por hectárea parece aumentar hasta los 500 kg. de N/ha, sin acusar aumento en niveles mayores. Como era de esperar, el efecto de la carga animal, dentro de cada uno de los niveles de N, fue cuadrático.

El Cuadro 12 contiene los resultados

del cálculo de eficiencia de utilización de N aplicado y del riego. La productividad base para el cálculo fue de 330 kg. de ganancia de peso por ha/año en Pangola sin fertilización ni riego, lo cual equivaldría a una carga animal de dos novillos por hectárea, ganando 450 g. diarios cada uno. A los niveles más bajos de N la eficiencia de utilización es excelente y disminuye a medida que el

Cuadro 12. Incremento en la ganancia de peso por kilogramo de nitrógeno aplicado al pasto Pangola \*

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal, novillos/ha					
	4.17	5.00	5.83	6.67	7.50	8.33
	kg de ganancia/kg de N aplicado					
168	3.0	3.5	2.4			
332		1.8	1.9	1.7		
500			1.0	1.5	1.4	
672				1.0	1.1	1.1

\* La base de comparación fue Pangola sin fertilización ni riego, con carga animal de dos novillos/ha y una ganancia individual de 450 g/animal/día (330 kg/ha/año).

Cuadro 13. Tasa marginal de retorno de la aplicación de nitrógeno al pasto Pangola. (Sede del CIAT, 1971, 1972 y 1973) \*

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Tasa de crecimiento, novillos/ha					
	4.17	5.00	5.83	6.67	7.50	8.33
	Porcentaje					
168	12	16	11			
332		16	11	8		
500			5	9	6	
672				5	8	7

\* La tasa marginal interna de retorno se define como la tasa a la cual se iguala el valor presente de cambios en beneficios con los valores presentes de cambios en costos e inversiones, relativos al sistema tradicional (Pangola sin fertilización). En otras palabras, es la tasa de retorno de incremento de los gastos como consecuencia de usar fertilizantes e irrigación. Se asumió que no hay efectos residuales de nitrógeno. Las estimaciones de costos y beneficios se basan en precios de noviembre de 1973. Todos los cálculos se hicieron a precios reales constantes, que es lo mismo que hacer ajustes por la inflación. Estos resultados indican que el sistema más rentable es aquel que aplica 168 kg/N/ha con una carga animal de cinco novillos/ha.

nivel de N aumenta. El análisis económico indica una tendencia similar.

En el período 1971-1973 (es decir, desde el inicio del estudio hasta el final de 1973) la tasa marginal interna de retorno del nivel más bajo de N, aumentó desde la carga de 4.15 a 5 animales/ha, alcanzando en esta combinación de nitrógeno y carga un 16 por ciento. La mayor tasa interna de retorno se obtuvo con 168 kg. de N y cinco animales/ha. Una tasa de retorno igual se obtuvo con 332 kg. de N y cinco animales/ha, pero el flujo total de capital fue, en este caso, mayor haciendo el negocio menos atractivo para el productor (Cuadro 13). La tasa marginal interna de retorno se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de cambio en los beneficios con el valor presente del cambio en costos e inversiones, relativo al sistema tradicional (Pangola sin fertilización ni riego). En el cálculo se asumió que no se obtenía efecto residual con la aplicación de N. Los precios que se utilizaron para hacer las estimaciones correspondieron a noviembre de 1973.

El Cuadro 14 compara las ganancias de peso obtenidas por animales comerciales de tipo cebuino con animales cruzados sin seleccionar Charolais x Cebú y una proyección a la productividad que podría esperarse si se hubieran utilizado en la comparación solamente animales de uno u otro tipo. La ventaja de los individuos cruzados es obvia y está acorde con los resultados obtenidos en 1972 que mostraron una ventaja del 30 por ciento para los cruzados. Estos resultados sugieren que intervino una ventaja de tipo genético, la cual está oscurecida por posibles efectos de la crianza de los animales, en los primeros meses de vida. Los animales cruzados procedían de diferentes explotaciones ganaderas que tienen, en general, un mejor manejo en comparación con las explotaciones comerciales de donde procedían los animales de tipo Cebuino. Los individuos cruzados eran un año más jóvenes al ingresar al experimento que los cebuinos.

Se hizo un cálculo de la tasa interna de retorno obtenido con el tratamiento de 168 kg/N con cinco novillos/ha si se usan sólo animales comerciales o só-

Cuadro 14. Ganancia de peso en ganado comercial tipo Cebú y cruces de Charolais x Cebú en pastoreo de Pangola. (Sede del CIAT, 1972 - 1973) \*

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Ganancia diaria, g		Ganancia/ha/año en kg		Ventaja de cruzados sobre comercial (%)
	Comercial	Cruzado	Comercial	Cruzado	
168	390	570	692	1,030	45
332	379	638	793	1,352	70
500	375	507	910	1,237	36
672	367	473	998	1,283	29

\* Los animales tenían aproximadamente el mismo peso inicial, pero los comerciales, tipo Cebú, tenían un año más de edad.

lo cruzados. Si se asume que el precio de compra y de venta por kg. de peso de los dos tipos de ganado es el mismo, las tasas de retorno son del 12 y 31 por ciento, para comerciales y cruzados, respectivamente. En realidad, en la mayo-

ría de los países de la América Tropical los animales cruzados no se consiguen fácilmente y quizás demanden un precio especial. Con base en estos resultados, un análisis exploratorio indicó que se podría pagar hasta un 23 por ciento



La disponibilidad de animales de buena calidad es uno de los componentes más importantes en un sistema de engorde intensivo. Los dos animales que aparecen a la derecha son novillos Cebú de tipo comercial y los de la izquierda son cruces Charolais-Cebú, de igual peso, pero un año menores que los primeros.

más por kilogramo de peso de ganado cruzado para engorde sobre el precio del ganado cebuino comercial, obteniéndose igual ganancia económica.

Los componentes parciales de un sistema intensivo de engorde de ganado en el trópico, para áreas con buena fertilidad del suelo, se podrían describir así:

1. Parcelas sembradas con pasto Pangola, con riego.
2. Establecimiento de seis o más parcelas para pastoreo en rotación.
3. Ciclo de rotación de 30 días. Para seis parcelas, estos 30 días incluirían cinco en pastoreo y 25 en descanso.
4. Fertilización con 168 kg de N/ha/año, haciendo 12 aplicaciones, una después de cada período de pastoreo.
5. Animales cruzados entre Cebú y un tipo criollo o raza europea.
6. Empleo de todas las posibles medidas de profilaxis para mantener la sanidad de los animales.

Los resultados obtenidos en 1972-1973 en el experimento diseñado para

medir la respuesta animal a la aplicación de N al pasto Pará, se presentan en el Cuadro 15. Con este pasto, las ganancias de peso por kg. de N aplicado no fueron tan altas como en el caso del pasto Pangola. En parte, este resultado pudo haber sido debido al hecho de que las parcelas sembradas con pasto Pará no fueron regadas.

### Turipaná

En la Estación Experimental de Turipaná se estableció una prueba de pastoreo para medir la producción de carne que se obtiene en una pradera con pasta Pará solamente y en otras con Pará en mezcla con las siguientes leguminosas tropicales: kudzú (*Pueraria phaseoloides*), la cual es predominante, *Centrocama plumierii*, *Clitoria ternatea* y *Desmodium intortum*. El pastoreo experimental se inició en diciembre de 1973.

En las praderas de suelos aluviales degradados, cercanas a Turipaná, se sembraron varias parcelas demostrativas de cuatro a cinco hectáreas cada una, con una mezcla compuesta por *Hyparrhenia rufa*, *Centrocama pubescens*, *Macroptilium atropurpureum* y *Glycine wightii* con el objeto de mostrar el método de establecimiento de praderas mixtas y el potencial productivo de las mezclas

Cuadro 15. Ganancia de peso de novillos en pasto Pará fertilizado con nitrógeno (Sede del CIAT, 1972 - 1973)

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal * novillos	Ganancia promedio diaria, g	Ganancia promedio por ha/año kg	Kg de ganancia por kg de N aplicado **
200	4	393	596	1.7
400	5	354	686	1.0
600	6	346	777	0.9

\* La carga animal aumentó de 4, 5 y 6 a 5, 6, 1 y 7.1 novillos/ha en septiembre de 1973.

\*\* La base de comparación fue el pasto Pará sin fertilizante, con carga animal de 1.5 novillos/ha, ganando 450 g/día (250 kg/ha/año).



La quema no controlada es un método arriesgado y destructor de recursos en el manejo de sabanas tropicales. Sin embargo, con la tecnología e infraestructura existentes en la actualidad, la quema es la única herramienta de manejo disponible para la obtención de forraje fresco y nutritivo.

a los estudiantes del Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria y a los ganaderos de la zona. También, se espera recoger información de campo sobre el comportamiento de diversas especies forrajeras sembradas en parcelas de dimensión bastante grande.

### Carimagua

Los resultados que se obtuvieron en 1971-1972 en un experimento que mide la producción de carne de la sabana tropical indican que la rotación de praderas, en un sistema de cuatro parcelas, no tenía ningún efecto benéfico sobre el pastoreo continuo. Por esta razón, en el año 1972 el experimento se reformó con el propósito de comparar, bajo tres cargas animales (5, 3.5 y 2 novillos/ha), dos sistemas de quema de la sabana: 1) quema de toda el área de pastoreo, una vez al año, al final de la

época de lluvia, y 2) quema en secuería, de tal forma que una octava parte del área es quemada por una sola vez durante el año. El primer octavo del área, con el sistema de quema en secuencia, se quemó en noviembre de 1972 al mismo tiempo que toda el área del primer sistema; las otras siete parcelas del segundo sistema se quemaron en diciembre, enero, febrero, marzo, mayo, julio y septiembre. La Figura 17 presenta los cambios observados en el peso de los novillos pastoreados en este experimento.

Es interesante observar que en la primera parte de la época seca (noviembre a marzo de este año), después de hecha la quema se obtuvieron ganancias en comparación con las pérdidas de peso obtenidas en el año anterior, sin quema. Durante el resto de la época seca, los animales, en todos los tratamientos, —en los dos años— perdieron peso, en

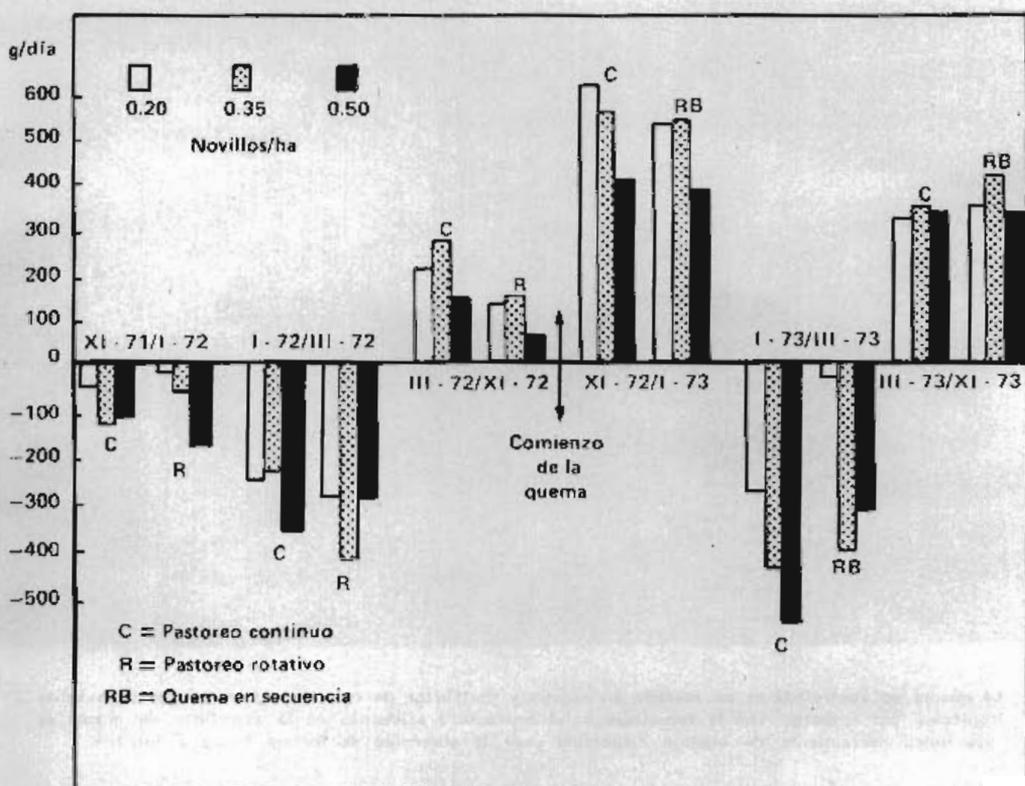


Figura 17. Cambios en el peso de novillos que pastorean en sabana tropical (Carimagua, Llanos Orientales de Colombia).

algunos casos, hasta 400 g/día/animal. En la época de lluvia subsiguiente, los animales ganaron peso en todos los tratamientos con promedios de 400 a 500 g/día. Tomadas a través del año, en

1973, las ganancias de peso fueron satisfactorias en todos los tratamientos.

En el Cuadro 16 se comparan las ganancias de peso obtenidas con los dos

Cuadro 16. Productividad de la sabana natural en Carimagua, bajo dos sistemas de quema. (Noviembre 1972 - Noviembre 1973)

Carga animal novillos/ha	Ganancia promedio anual por animal, kg		Ventaja de la quema en secuencia	
	Una quema*	Quema en secuencia**	kg/animal	Porcentaje
0.20	92	119	27	23
0.35	94	110	16	17
0.50	74	78	4	5

\* Toda el área fue quemada en noviembre de 1972.

\*\* El área se dividió con rompeduegos en ocho parcelas, una de las cuales se quemó en ocho fechas a través del año, comenzando en noviembre de 1972 y terminando en septiembre de 1973.

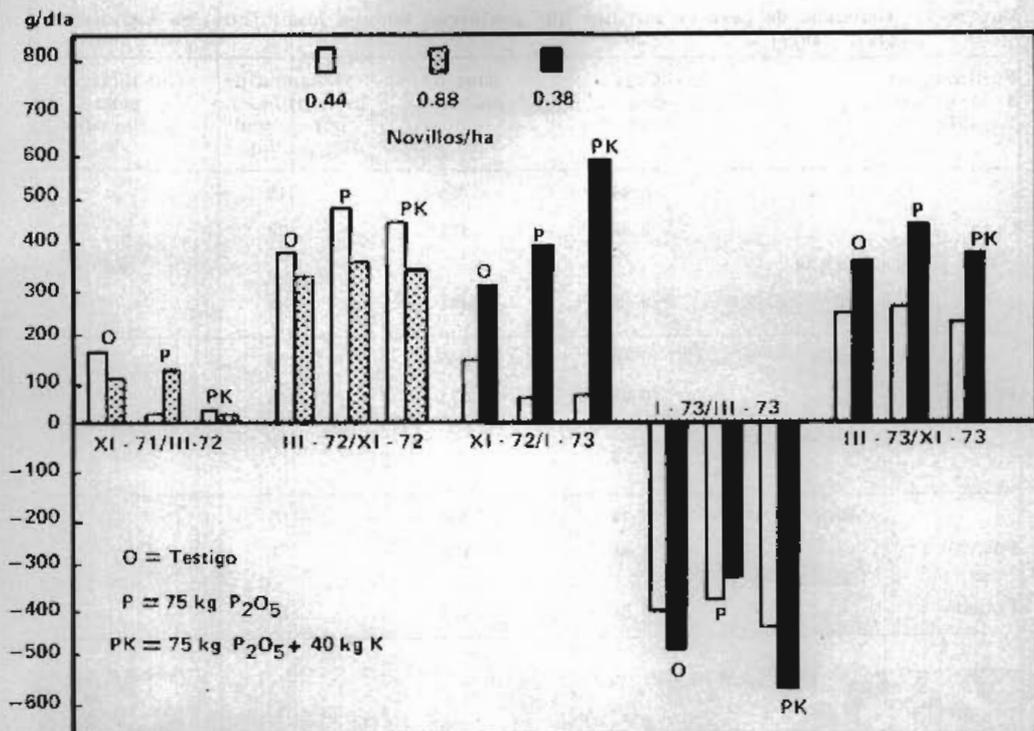


Figura 18. Cambios en el peso de novillos que pastorean en praderas de pasto gordura (*Melinis minutiflora*), en Carimagua.

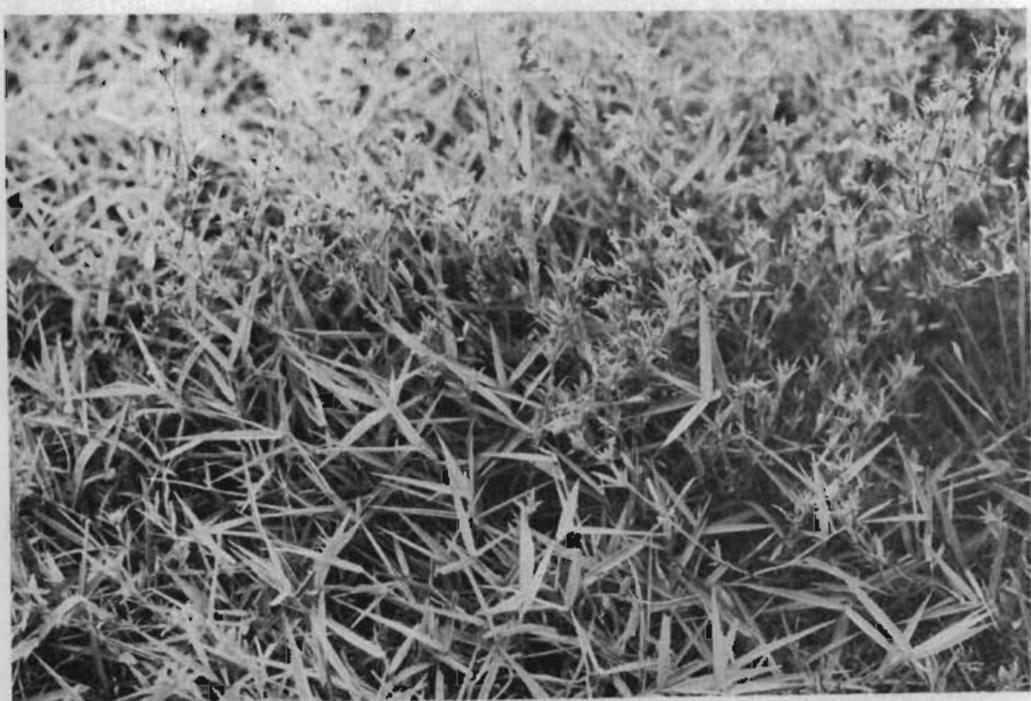
sistemas de quema. La quema en secuencia tuvo un efecto benéfico, pero éste disminuyó a medida que la carga animal aumentó, desapareciendo en la carga más alta. El incremento de producción de 29 por ciento obtenido en la carga de 0.20 animales/ha podría tener importancia económica si se puede demostrar que es posible mantener el sistema de quema sin afectar la productividad de la sabana. Esto aún debe ser comprobado. Con base en las recomendaciones sobre manejo de la sabana africana, la quema se debe hacer solamente cada tres o cuatro años; sin embargo, en esas sabanas la quema se hace principalmente para controlar el crecimiento de los matorrales y los árboles pequeños, los cuales representan la vegetación clímax, mientras que en muchas sabanas de América Tropical la

vegetación herbácea, de bajo valor alimenticio, parece ser la vegetación clímax cuyo mantenimiento podría depender más bien de la baja fertilidad del suelo y podría ser ayudado por la acción del fuego. Bajo tales condiciones el fuego se emplea para estimular el crecimiento de brotes tiernos del pasto que son más nutritivos y cuyo consumo resulta más agradable a los animales.

En la Figura 18 se presenta un resumen de los cambios de peso de los animales en el experimento de pastoreo con pasto Gordura (*Melinis minutiflora*) desde 1971 a 1973. Nuevamente, en este pasto, se observaron ganancias de peso de noviembre a enero y pérdidas, de enero a marzo. Las ganancias de peso, de marzo a noviembre, correspondientes a la época de lluvias, fueron

Cuadro 17. Ganancia de peso en novillos que pastorean *Melinis Minutiflora*, en Carimagua (1972 - 1973)

Fertilización a la siembra 1971		Carga animal novillo/ha	Días de pastoreo	Ganancia de peso promedio por animal kg/periodo	Ganancia de peso kg/ha/año
Cero	Baja	0.44	365	113	49
		0.88	171	73	
	Media	0.38	194	53	84
Fósforo	Baja	0.44	365	118	52
		0.88	171	93	
	Media	0.38	194	87	114
Fósforo + Potasio	Baja	0.44	365	99	43
		0.88	171	71	
	Media	0.38	194	86	95



El establecimiento de mezclas de gramíneas y de leguminosas adaptadas puede suministrar a las sabanas tropicales la capacidad de producción y el contenido nutricional necesarios para introducir cambios reales en la productividad de esas sabanas. Esta fotografía, tomada en Carimagua, muestra una pradera de *Melinis minutiflora*/*Stylosanthes guyanensis* bajo condiciones satisfactorias para el pastoreo. (Fotografía: O. Paladines).

buenas. En el Cuadro 17 se presentan las ganancias de peso por animal y por hectárea, en el período 1972 a 1973. La ganancia por hectárea de la carga media fue superior a la carga baja y muy superior a la ganancia máxima por hectárea de la sabana nativa (20 a 30 kg/ha/año).

El experimento de pastoreo en pasto Gordura fue inicialmente establecido para estudiar el efecto de tres cargas animales: 0.44, 0.88 y 1.32 animales/ha, en la época de lluvias, y 0.44, 0.38 y 0.38, en la época seca. La pradera no tuvo capacidad para soportar la carga más alta, por lo cual fue necesario retirar los animales de las parcelas de pastoreo, por períodos de tiempo, en los dos años. Por esta razón, no se ha incluido la carga alta en el análisis. Los efectos de la fertilización no fueron estadísticamente significativos, en tanto que los efectos de carga sí fueron altamente significativos.

#### ESTUDIOS DE DIGESTIBILIDAD E INGESTION

#### Valor nutritivo del pasto Gordura en época de sequía

El pasto Gordura (*Melinis minutiflora*) ha sido introducido a los Llanos

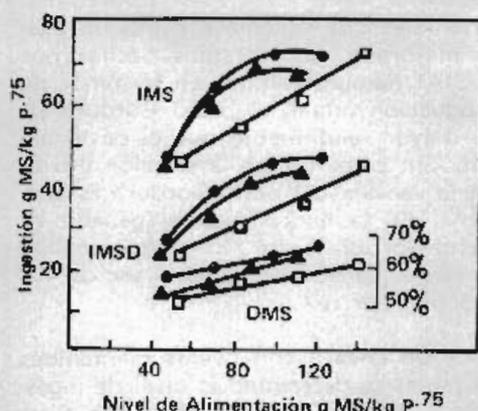
Orientales de Colombia como un pasto mejorado. Los estudios hechos por el CIAT demuestran que en términos de producción anual, el pasto Gordura da un mayor rendimiento que el pasto nativo. Sin embargo, en la estación lluviosa, la ventaja del pasto Gordura es aparente. En la época seca el ganado en pasto Gordura sufre a menudo pérdidas de peso que pueden llegar a ser de 400 a 500 g por día.

En un ensayo con ovejas mantenidas en jaulas se determinó el nivel de ingestión y la digestibilidad del pasto Gordura sin mezcla, producido en época de sequía; del pasto Gordura suplementado con *Stylosanthes guyanensis*; y del *Stylosanthes guyanensis* sin mezcla. El Cuadro 18 muestra los tratamientos del ensayo y los resultados obtenidos. Las diferencias entre los tres tratamientos fueron grandes y significativas en todos los casos ( $P < 0.01$ ). La baja calidad del pasto Gordura en época seca se refleja en la baja ingestión de este forraje. En el tratamiento 1, solamente el 38 por ciento del pasto Gordura ofrecido a las ovejas fue consumido y el 43 por ciento, en el tratamiento 2. El porcentaje de hoja en el heno ofrecido fue el 41; no se encontró hoja en el forraje rechazado por las ovejas. En consecuencia, los animales comieron todas las hojas

Cuadro 18. Ingestión y digestibilidad de *Melinis minutiflora* en época seca con y sin suplemento de *Stylosanthes guyanensis*

Tratamiento	1	2	3
MS ofrecida *			
<i>M. minutiflora</i>	100	80	
<i>S. guyanensis</i>		20	100
MS consumida *			
<i>M. minutiflora</i>	38.4	34.1	
<i>S. guyanensis</i>		18.5	63.3
Total	38.4	52.6	63.3
Digestibilidad en materia seca (%)	40.7	48.7	65.3
Ingestión de materia seca digestible *	15.6	25.6	41.4

\* En g/kg peso vivo <sup>75</sup>/día.



- 3 meses de recrecimiento
- ▲ 5 meses de primer crecimiento
- 8 meses de primer crecimiento

Figura 19. Ingestión de Materia Seca (IMS), Digestibilidad de Materia Seca (DMS) e Ingestión de Materia Seca Digestible (IMSD) en tres cortes de *Stylosanthes guyanensis* var. La Libertad, según el nivel de alimentación de los animales.

mas no los tallos de *M. minutiflora*. La digestibilidad de la porción seleccionada de la planta del pasto Gordura fue solamente del 40 por ciento y la ingestión de materia seca digestible fue solamente del 60 por ciento del requisito estimado para mantenimiento. Los animales en el tratamiento 2 consumieron más del 90 por ciento del *Stylosanthes* que les fue ofrecido, lo que da un consumo total de materia seca (MS) más alto, una mayor digestibilidad de la MS consumida y una ingestión de MS digestible que se estima es suficiente para el mantenimiento del peso corporal. Los animales que recibieron solamente *Stylosanthes*, tuvieron, en forma evidente los más altos índices de ingestión de MS, de digestibilidad de MS y de ingestión de MS digestible.

#### Valor nutritivo de *Stylosanthes guyanensis*

Hubo suficiente disponibilidad de *Stylosanthes guyanensis* (La Libertad) para hacer ensayos de nutrición más detallados utilizando ovejas como especie experimental. Se examinaron tres cortes diferentes:

El forraje se suministró en cuatro niveles con el propósito de facilitar la medición de la digestibilidad del total del mismo, así como también para determinar hasta qué punto pueden las ovejas mejorar sus dietas a través del consumo selectivo. Los niveles de alimentación así como los resultados obtenidos se indican en la Figura 19.

La ingestión de MS para el nuevo crecimiento de las plantas, a los tres meses de cortado el forraje, y para el primer crecimiento de cinco meses, llegó a un nivel máximo de alimentación de aproximadamente 100 g. MS/kg p.75. Sin embargo, la digestibilidad aumentó aún a niveles más altos de alimentación y lo mismo la ingestión de MS digestible. Se obtuvo una respuesta lineal en ingestión de MS hasta un nivel de alimentación de 140 g con el primer crecimiento de ocho meses. Nuevamente, esta respuesta fue acompañada de un aumento significativo en digestibilidad de MS e ingestión de MS digestible.

El gran aumento en digestibilidad de MS consumida puede ser atribuido a una fuerte selección por las hojas y la inflorescencia (Figura 20). Cuando se ofrecieron pequeñas cantidades de alimento, los animales comieron cantida-

Cosechado a los:	Porcentajes		
	Hojas	Inflorescencia	Tallos
5 meses después de siembra	40	0	60
8 meses después de siembra	25	16	59
3 meses después de cortar (brote)	49	0	51

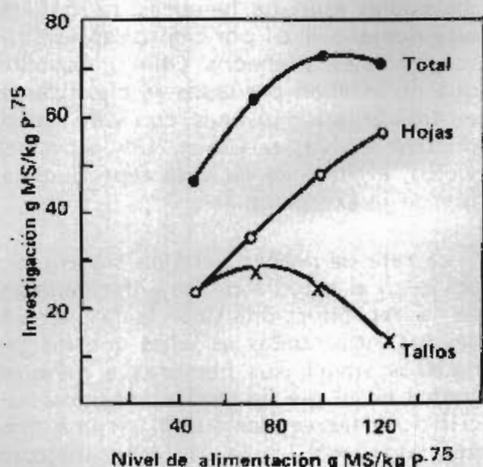


Figura 20. Selección entre hojas y tallos de *Stylosanthes guyanensis* (var. La Libertad) de tres meses de recrecimiento.

des iguales de hojas y de tallos existentes en el forraje ofrecido. Sin embargo, con los niveles de alimentación en aumento, el consumo de tallos disminuyó en tanto que el consumo de hojas aumentó marcadamente. Aún después de que se obtuvo la ingestión máxima total de alimento, las hojas remplazaron a los tallos en la dieta consumida aumentando, por tal razón, la digestibilidad.

El mismo proceso de remplazo de los tallos con hojas se encontró también en el primer crecimiento de cinco meses. Los resultados de los experimentos con el primer crecimiento de ocho meses indican claramente que las inflorescencias también son muy apetecidas por las ovejas y son altamente preferidas a los tallos.

Los resultados indican que el *Stylosanthes guyanensis* es bien aceptado por las ovejas y tiene un alto valor nutritivo. Es también importante la fuerte indicación que se ha observado de que, aún en estado avanzado de madurez, estas especies forrajeras pueden suministrar una dieta altamente nutritiva

cuando es posible que los animales hagan una selección en el alimento que se les ofrece.

La marcada selección que hacen las ovejas por las hojas indica que el porcentaje de éstas puede ser un factor importante para determinar el valor nutritivo de las especies forrajeras. Algunos datos iniciales que se han obtenido indican que existe una gran variabilidad entre las variedades de *Stylosanthes* en cuanto a cantidad de follaje; por ejemplo, se comprobó que siete diferentes variedades tenían entre 30 y 52 por ciento de hojas, después del mismo tiempo de sembradas. La Libertad se clasificó en tercer lugar en este grupo, con 45 por ciento de hojas. Las variedades Pance CV<sub>2</sub> y David 17 tenían, ambas, 52 por ciento de hojas y por consiguiente, son de particular interés.

#### SISTEMAS INTENSIVOS DE ENGORDE DE GANADO EN CONFINAMIENTO

Se está llevando a cabo un experimento para determinar cuál es el potencial de producción ganadera del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*). Se suministra la irrigación necesaria y al lote experimental se le aplica anualmente 800 kg N/ha. El pasto Elefante se pica y se suministra en tres formas: **ad lib**, sin mezcla; **ad lib** con 500 g de torta de algodón/animal/día; **ad lib** con 500 g de torta de algodón y dos kg de melaza/animal/día. El promedio diario de aumento es de 440, 540 y 770 g., respectivamente. La capacidad de carga se aproxima a 14-16 animales/ha. La producción de carne que actualmente es de 2500-3000 kg/ha/año, quizá sea posible aumentarla en el futuro.

#### SANIDAD ANIMAL

Las investigaciones se concentraron en las enfermedades reproductivas, enfermedades hemoparasitarias, sobre fauna silvestre, ecto y endo parásitos. Durante el año las nuevas actividades fue-

ron la iniciación de un sistema de documentación y la planeación de análisis económicos en relación con las pérdidas ocasionadas por las enfermedades y los parásitos en la producción pecuaria.

#### ENFERMEDADES DE LA REPRODUCCION

Los resultados obtenidos de los estudios realizados en 1973 se refieren a trabajos hechos en los Llanos Orientales de Colombia. Las investigaciones se realizaron principalmente en la Estación Experimental ICA-CIAT, en Carimagua, y en el matadero de la ciudad de Villavicencio, Meta. En el grupo de técnicos que trabajó en el matadero había representantes del CIAT, del Instituto Colombiano Agropecuario, de la Universidad Nacional y de la Caja Agraria. Al final del año, se localizó un grupo de trabajo en la Costa Atlántica para hacer observaciones paralelas en una región ecológicamente diferente de los trópicos bajos.

El matadero de Villavicencio recibe una alta proporción de vacunos hembras en contraste con los mataderos de Bogotá, los cuales reciben ganado de los Llanos, predominando los animales del sexo masculino. En el Cuadro 19 se presenta una síntesis de la información obtenida en Villavicencio en los años 1972 y 1973. Se examinaron 981 tractos genitales de bovinos, 81 por ciento de

los cuales eran de hembras (795); de este número, el 61 por ciento representaba animales preñados (484). Aquellos que no estaban preñados se clasificaron en tres grupos: jóvenes, con vida reproductiva activa, o viejos. Los animales viejos, al final de su vida reproductiva, fueron la excepción.

La rata de preñez tiene un significado obvio en el estudio de las enfermedades de la reproducción. Una de las versiones más difundidas es la de que los ganaderos envían sus hembras a mejores pastos en el pie de monte antes del sacrificio y las venden luego, en una preñez avanzada, para obtener mejores precios debido a su mayor peso. Sin embargo, la distribución uniforme que presentan las edades de preñez (ver Cuadro 19) no confirma esta hipótesis. Puede ser que los ganaderos necesiten vender las hembras, en edad reproductiva, para poder así pagar las cuotas de los préstamos crediticios, o bien puede ser que simplemente ellos aprovechen la oportunidad de mejores precios de la carne para sacrificar sus vacunos. Cualquiera que sean las causas económicas que producen este efecto, éste representa una pérdida muy importante de vientres para el país.

Se obtuvo información sobre cinco enfermedades que, en otras partes del mundo y bajo muy diversas circunstancias, son importantes desde el punto de vista

Cuadro 19. Totales de bovinos sacrificados en el matadero de Villavicencio durante cuatro periodos de exámenes, con las edades de preñez agrupadas en periodos de 30 días y las preñeces de tiempo completo.

0-30	Edades de preñez (en días) y las de tiempo completo									Sin registrar
	hasta 60	hasta 90	hasta 120	hasta 150	hasta 180	hasta 210	hasta 240	hasta 270	Tiempo completo	
23	61	64	68	53	45	43	37	34	34	22
Total de machos					186	Hembras vacías				311
Total de hembras					795	Hembras preñadas				484

de la ocurrencia de abortos (brucelosis, tricomoniasis, vibriosis, leptospirosis y el síndrome rinotraqueitis bovina infecciosa/vaginitis pustular); además, se obtuvieron datos sobre otra condición patológica cuya significación no está aún bien definida (vaginitis granular).

### Brucelosis

Se ha observado un fenómeno muy interesante en el experimento ICA-CIAT sobre sistemas de hatos, llevado a cabo en Carimagua. Al principio del experimento, a comienzos de 1972, todas las novillas del hato fueron examinadas para determinar la presencia de brucelosis, utilizando el método de la aglutinación en tubo. Cualquier animal que presentara algún índice de título, sin tener en cuenta la interpretación de éste, fue eliminado del hato. Sin embargo, en el examen hecho en julio de 1973 se encontraron títulos en 107 de los 320 animales seleccionados; tres de éstos fueron positivos y confirmados por un segundo examen. Estos animales fueron eliminados. Con base en los datos que ha obtenido el Programa Nacional de Brucelosis del ICA, el Departamento del Meta, en los Llanos Orientales, tiene un porcentaje de positividad en los análisis de sueros bovinos de 0.9 por ciento (en 3.045 animales estudiados). El examen de brucelosis llevado a cabo por el programa ICA/Fondo Ganadero/CIAT en 1973, incluyó 39 fincas y dio como resultado 20 animales positivos de 2.469 analizados (4.1%), pero siete de estos animales positivos pertenecían a una misma finca. Es de suponer que el manejo intensivo y la aproximación de unos animales a otros, sin eliminar aquellos que presenten reacción positiva, puede aumentar la incidencia de la infección, pero las evidencias que se han presentado en Carimagua fueron comprobadas después de haber eliminado todos los animales que mostraban cualquier título; por lo tanto, debemos buscar una explicación satisfactoria que aclare la aparición de estos títulos.

### Tricomoniasis y Vibriosis

Los 18 toros utilizados en el experimento sobre sistemas de hatos se examinaron cinco veces para comprobar tricomoniasis y vibriosis, en todos los casos con resultados negativos. La investigación sobre estas dos infecciones, hecha como parte de los estudios realizados en el matadero de Villavicencio, se discontinuó, debido a la baja probabilidad de detección de estas enfermedades en este tipo de materiales.

### Leptospirosis

La leptospirosis es, probablemente una enfermedad endémica en los animales domésticos y salvajes de los Llanos Colombianos, pero está todavía por confirmar la presencia o ausencia de serotipos que sean patógenos a los bovinos. El laboratorio regional de referencia para leptospirosis está localizado en el Centro Panamericano de Zoonosis. A este Centro se han enviado 158 muestras de suero procedentes de dos hatos localizados a 50 y 80 kilómetros al Noroeste de Puerto Gaitán. De estas 158 muestras, 115 dieron reacciones positivas, las cuales representan 11 serotipos. Los serotipos más prevalentes fueron **hardjo**, **wolfii** y **sejroe**. Esta es una situación que debe aclararse debido a que estos patógenos son importantes para los bovinos. El Director del Centro Panamericano de Zoonosis ha accedido a desarrollar un proyecto cooperativo con el CIAT; con este propósito ya se ha enviado un esquema de trabajo que incluye sueros de la fauna silvestre, recogidos al hacer los estudios del CIAT.

### Rinotraqueitis Bovina Infecciosa/ Vaginitis Pustular (IBR/IPV)

Los tres virus que se aislaron de las mucosas vaginal y cervical, que fueron encontrados en 1972, se identificaron como virus de IBR con base en pruebas de seroneutralización e histopatología. Se aisló en 1973 un cuarto virus y tam-

## Aislamiento del virus de Rinotraqueitis bovina infecciosa (IBR)

Al estudiar el movimiento de ganado en los Llanos Orientales ha sido posible determinar cuáles fueron las fincas (marcadas con +) en las que se originaron los animales enfermos.



Aislamiento del virus de Rinotraqueitis Bovina infecciosa. El mapa muestra la localización de las fincas ganaderas de las que provenía el ganado enfermo. El área en negro, en el mapa reducido de Colombia (a la izquierda), muestra la zona de estudio, que se detalla en el mapa ampliado.

bién se identificó como virus de IBR. Estos virus se aislaron de un total de 285 muestras de bovinos tomadas en el matadero de Villavicencio y las cuales mostraban lesiones sospechosas de vaginitis pustular. Se localizaron las fincas de las que provenían los animales de los cuales se obtuvieron aislamientos de virus y se recolectaron muestras de suero de aquellos animales que posiblemente hubieran estado en contacto con los primeros para hacer investigaciones epidemiológicas en el futuro.

Estos cuatro aislamientos son los primeros que se hacen de los Llanos de

Colombia. Además, en 1973, el ICA identificó este virus en relación con un brote de abortos en un hato de leche, en la Sabana de Bogotá.

La distribución de las fincas afectadas en los Llanos indica que el virus es común y está bastante diseminado (ver mapa de los Llanos). Con los sistemas actuales de explotación extensiva, es posible que la infección no sea de mucha importancia en estos momentos pero representa un serio factor de peligro para el futuro, cuando se desarrollen sistemas más intensivos de manejo. Es necesario llevar a cabo una investigación serológica.

## Vaginitis granular

Debido a la alta prevalencia de esta condición y a la aparición tan frecuente de signos clínicos, existen divergencias de opinión respecto a su etiología e importancia. Los bovinos del experimento de sistemas de hatos en Carimagua nos han dado una oportunidad excelente para estudiar y observar la epidemiología y la presentación clínica de esta condición.

Los bovinos de este hato se han examinado a intervalos de 2 a 4 meses, en los años 1972 y 1973. En animales tomados individualmente, la apariencia clínica de esta condición varía muy ampliamente entre una y otra observación, pero analizando esta condición en base a los diferentes grupos. El número de animales afectados es mayor en julio y agosto (280 de 320) y menor entre febrero y marzo, antes del comienzo de la época de lluvias (200 de 317).

Hasta ahora no se ha observado una correlación aparente entre esta condición y la fertilidad, pero se ha comprobado que los animales que no están preñados presentan lesiones de mayor intensidad.

Se hicieron exámenes de rutina en el matadero de Villavicencio para el diagnóstico de vaginitis granular. En este matadero se sacrifican animales que tienen una distribución muy amplia en cuanto a edades de los animales, en contraposición con el hato de Carimagua en el que todos los animales son de primer parto. En total, se observó una proporción más baja de animales afectados en los exámenes hechos en el matadero (186 de 795).

### ESTUDIOS SOBRE FAUNA SILVESTRE

Se continuó la investigación iniciada en Carimagua, relacionada con las in-

fecciones que presenta la fauna silvestre, existente en los Llanos Orientales, y su importancia potencial en la epidemiología de ciertas enfermedades importantes tanto para los humanos como para los bovinos. Se necesita conocer a fondo el marco ecológico de las áreas que se proyecte desarrollar agrícolamente, preferiblemente antes de que el hombre y los animales domésticos lleguen a esa zona y se establezcan. La mayoría de las capturas de animales no domesticados se hicieron en los bosques que bordean las pequeñas corrientes de agua; el lugar de contacto más importante entre los bovinos y los animales salvajes es en las praderas naturales adyacentes a esos abrevaderos.

Se ha continuado la colaboración con el Centro Internacional para Investigación y Adiestramiento Médico (ICMRT) y con los Departamentos de Biología y Microbiología, de la Universidad de Valle.

En el Cuadro 20 se puede observar la lista de los mamíferos y el número de animales de cada especie capturados desde septiembre de 1972 hasta diciembre de 1973. No se incluye el número de capturas de murciélagos, ya que muchos de éstos fueron atrapados en función de las medidas de control de murciélagos que se han establecido en la Estación Experimental. Se capturaron, además, 53 reptiles (*Iguana iguana*, 3; *Ameiva ameiva*, 3 y *Tupinambis* sp., 47) y se hicieron observaciones oculares (con binóculos) de 89 especies diferentes de aves.

A continuación se describen algunos parasitismos, infecciones u otras condiciones de importancia para el hombre o para los animales domésticos. En el Cuadro 21 se anotan aquellas observaciones hechas en el período comprendido entre el 2 de septiembre de 1972 y el 20 de diciembre de 1973.

Cuadro 20. Lista de especies de mamíferos capturados en Carimagua con destino a los estudios sobre vida silvestre, durante el período comprendido entre el 2 de septiembre de 1972 y el 20 de diciembre de 1973. Nomenclatura de Morris (1965) \*

Orden de mamíferos	Especies	Nombre común	Ejemplares capturados
Marsupiales	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha común	53
	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Chucha mantequera	7
	<i>Lutreolina crassicaudata</i>	Chucha de cola gruesa	1
	<i>Marmosa murina</i>	Chucha mantequera	41
Murciélagos	<i>Rhynchonycteris naso</i>	Murciélago de proboscis	
	<i>Saccopteryx hillmeata</i>	Murciélago de línea blanca	
	<i>Noctilio labialis</i>	Murciélago bulldog	
	<i>Phyllostomus hastatus</i>	Murciélago de nariz en lanza	
	<i>Phyllostomus discolor</i>	Murciélago de nariz en lanza	
	<i>Phyllostomus elongatus</i>	Murciélago de nariz en lanza	
	<i>Mimon crenulatum</i>	Murciélago de nariz en lanza	
	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago de lengua larga	
	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de espalda amarilla	
	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago de cola corta	
	<i>Rhinophylla pumilio</i>	Murciélago de cola corta	
	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago que hace cuevas	
	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago insectívoro y fructívoro	
	<i>Artibeus cinereus</i>	Murciélago insectívoro y fructívoro	
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago insectívoro y fructívoro	
	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago común	
	<i>Myotis</i> sp.	Murciélago común	
	<i>Eptesicus brasillensis</i>	Murciélago pardo grande	
	<i>Lasiurus borealis</i>	Murciélago de cola peluda	
	<i>Molossus major</i>	Murciélago de cola peluda	
<i>Eumops aripendulus</i>	Murciélago de pelo corto		
<i>Eumops bonariensis</i>	Murciélago de pelo corto		
<i>Molossops planirostris</i>	Murciélago cara de perro		
Cuadrumanos	<i>Cebus apella</i>	Mono maicero	7
	<i>Aotus trivirgatus</i>	Mono de noche	2
Edentados	<i>Tamandua longicaudata</i>	Oso de cola larga	2
	<i>Dasybus kapleri</i>	Armadillo de Keppler	2
	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo de 9 bandas	1
	<i>Dasybus sabanicola</i>	Armadillo **	5
	<i>Priodontes giganteus</i>	Armadillo gigante	1
Lagomorfos	<i>Sylvilagus floridianus</i>	Conejo sabanero	4
Roedores	<i>Hydrochoerus hydrochoeris</i>	Chigüiro	16
	<i>Cuniculus paca</i>	Lapa o Guagua	28
	(syn. <i>Agouti paca</i> )		2
	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Figure	
	<i>Cavia porcellus</i>	Curí	3
	<i>Coendou</i> sp.	Puercoespín	4
	<i>Sciurus igniventris</i>	Ardilla	1
	<i>Proechimys</i> sp.	Rata espinosa	230
	<i>Nectomys squamipes</i>	Rata de agua	21
	<i>Neacomys spinosus</i>	Ratón espinoso	9
	<i>Zygodontomys brevicauda</i>	Ratón gris	25
	<i>Sigmodon alstoni</i>	Ratón gris	2
	(syn. <i>Sigmodon sigmomys</i> )		
	<i>Oryzomys concolor</i>	Ratón rojo	23
	<i>Oryzomys delicatus</i>	Ratón rojo	3

\* Morris, D. (1965). *The Mammals*. London: Hodder and Stoughton.

\*\* Especies no registradas por Morris.

Carnívoros	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro	3
	<i>Felis pardalis</i>	Ocelote	1
	<i>Felis jaguarondi</i> (syn. <i>Herpailurus</i> <i>yagouaroundi</i> )	Jaguar	1
	<i>Bassaricyon gabbit</i>	Olingo de cola peluda	2
	<i>Potos flavus</i>	Perro de monte	1
Ungulados	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	2

Cuadro 21. Algunos parasitismos, condiciones o infecciones de animales silvestres encontrados en Carimagua del 2 de septiembre de 1972 al 20 de diciembre de 1973

Parasitismo	Condición o infección	Especies de animales
Hemoparásitos	<i>Trypanosoma</i> spp.	<i>Proechimys</i> sp.
		<i>Cuniculus paca</i>
		<i>Hydrochoerus hydrochoeris</i>
		<i>Didelphis marsupialis</i>
		<i>Cebus apella</i>
		<i>Potos flavus</i>
		<i>Odocoileus virginianus</i>
		<i>Tamandua longicaudata</i>
		<i>Molossus major</i>
		<i>Myotis</i> sp.
		<i>Myotis nigricans</i>
		<i>Carollia perspicillata</i>
		<i>Phyllostomus hastatus</i>
		<i>Sturnira lilium</i>
		<i>Glossophaga soricina</i>
<i>Trypanosoma rangeli</i> **	<i>Didelphis marsupialis</i>	
<i>Trypanosoma cruzi</i> **	<i>Didelphis marsupialis</i>	
<i>Microfilaria</i>	<i>Cebus apella</i>	
	<i>Aetus trivirgatus</i>	
	<i>Myotis</i> sp.	
	<i>Myotis nigricans</i>	
	<i>Tupinambis</i> sp.	
	<i>Felis pardalis</i>	
	<i>Molossus major</i>	
	<i>Myotis nigricans</i>	
	<i>Lasiurus borealis</i>	
	<i>Plasmodia</i> spp.	
	<i>Iguana iguana</i>	
	<i>Ameiva ameiva</i>	
	<i>Myotis</i> sp.	
	<i>Myotis nigricans</i>	
	<i>Sturnira lilium</i>	
Ectoparásitos	<i>Amblyomma auricularium</i>	<i>Sigmondon alstoni</i>
		<i>Dasypus sabanicola</i>
		<i>Coendou</i> sp.
		<i>Coendou</i> sp.
Endoparásitos	<i>Amblyomma longirostre</i> <i>Amblyomma goaeji</i> <i>Amblyomma maculatum</i> * <i>Ixodes luciae</i>	<i>Cerdocyon thous</i>
		<i>Didelphis marsupialis</i>
		<i>Echinococcus</i> sp. ***
		<i>Cuniculus paca</i>
Virus	Venezuelan Equine <i>Encephalomyelitis</i> ***	<i>Didelphis marsupialis</i>
Bacteria Neoplasmas	<i>Brucella</i> *** Basal cell tumor	<i>Proechimys</i> sp.
		<i>Cebus apella</i> <i>Ameiva ameiva</i> <i>Hydrochoerus hydrochoeris</i> <i>Potos flavus</i>

\* De significancia en los animales domésticos.

\*\* De significancia en el hombre.

\*\*\* De significancia en el hombre y en los animales domésticos.

## **Tripanosomiasis**

Las muestras y los cultivos se envían como práctica de rutina al ICMRT; un estudiante de posgrado asignado a esta organización está haciendo estudios serológicos sobre tripanosomiasis humana en zonas que son habitats naturales de la fauna silvestre. Se ha obtenido, hasta fines del año 1973, un total de 26 aislamientos de tripanosomas. De éstos, el *Trypanosoma cruzi* que es patógeno, y el *Trypanosoma rangeli* que no lo es, han sido identificados con base en su comportamiento al inocularlos en la hemolinfa del *Rhodnius prolixus* y en la inoculación intracerebral en ratones lactantes. Los resultados indican que el área de Carimagua es endémica para estos dos tipos de tripanosomas infecciosos para el hombre.

## **Equinococos**

Se han encontrado seis casos de infección en 28 ejemplares del roedor *Cuniculus paca* capturados en el área de Carimagua. Se cree que el huésped natural del parásito adulto vive en carnívoros salvajes. Se están llevando a cabo estudios para determinar si este tipo particular de Equinococos es una especie importante para el hombre.

## **Capilaria hepática**

Se han encontrado dos casos en *Didelphis marsupialis*. Los huevos de este nematodo se depositan en el hígado causando una inflamación macroscópica. Se han presentado casos en humanos en los que se sospecha la presencia de este organismo en el área de Puerto Asís y en el Putumayo (comunicación del ICMRT).

## **Encefalitis Equina Venezolana (EEV)**

Carimagua es, o ha sido, un área endémica para encefalitis equina tipo Venezolana. Se encontraron anticuerpos en

*Proechimys* sp., *Cebus apella* y *Ameiva ameiva*.

## **Brucelosis**

No todos los sueros se han examinado aún para comprobar la presencia de Brucelosis. No se encontraron reactores en los primeros 80 animales capturados de las diferentes especies, pero un chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), que fue escogido al azar y examinado, resultó positivo. Este resultado puede ser de importancia en relación con los bovinos positivos en el experimento de sistemas de hatos.

## **Leptospirosis**

Se hizo un gran esfuerzo para tratar de aislar leptospiros, el cual no tuvo éxito. En el futuro se intentará hacer aislamientos, dependiendo de los resultados de la investigación serológica.

## **Tumor de células basales**

Un tumor producido por células basales se conoce en el hombre como "úlceras de roedores". El hallazgo de un tumor de este tipo en la pierna de un *Potus flavus* es, probablemente, de interés académico solamente.

## **ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS** (Grupo Texas A & M)

En contraste con el trabajo esencialmente epidemiológico que se lleva a cabo en las otras áreas del programa de sanidad animal, la actividad principal del grupo profesional de Texas A & M fue la iniciación y continuación de experimentos a largo plazo en el control de enfermedades causadas por hemoparásitos. Estos trabajos se llevaron a cabo con la colaboración del ICA en Turipaná, en la Costa Atlántica de Colombia. El primer experimento de campo se describió en el Informe Anual del CIAT, 1972. Un grupo de terneros de un área

"libre" de *Anaplasma marginale*, *Babesia argentina* y *Babesia bigemina* fue trasladado a un área severamente endémica, como la encontrada en Turipaná, y expuesto a su contagio. Los grupos que se compararon fueron: premunición más antihelmínticos; quimioprofilaxis (imidocarb dipropionato) más antihelmínticos; antihelmíntico solo, y animales testigo. La premunición y la quimioprofilaxis dieron un buen grado de protección. Como consecuencia de la experiencia obtenida en este ensayo, se diseñaron otros tres experimentos de campo cuya iniciación se llevó a cabo en este año. Se han designado consecutivamente como Montería I, II, III y IV.

El experimento Montería II se inició en septiembre de 1972 y se debe terminar en abril de 1974. Se está haciendo una comparación entre quimioprofilaxis (imidocarb dipropionato), quimioterapia (imidocarb dipropionato) y premunización, para el control de hemoparásitos en terneros susceptibles tipo Normando, llevados de un área supuestamente "libre" (Sabana de Bogotá). La premunización se llevó a cabo antes del traslado de los animales. Los parámetros que se están midiendo son: temperatura, ganancia de peso, lectura de hematocrito, fijación de complemento, parasitemia, recuento de garrapatas y de huevos, en la materia fecal.

Debido a algunas muertes de animales, ocurridas durante el transporte en camión de Bogotá a Turipaná, se decidió complementar Montería II con Montería III comparando únicamente premunización y quimioprofilaxis con un grupo de terneros testigo. En este caso, se utilizaron terneros Holstein susceptibles; la premunización se llevó a cabo en un establo a prueba de garrapatas en la sede del CIAT en Palmira y los terneros se transportaron en avión a Turipaná. Los parámetros que se están midiendo son los mismos del experimento Montería II. El experimento comenzó en diciembre de 1972 y debe terminar en abril de 1974. Los resultados preliminares de Montería II y III indican que, con

base en la ganancia de peso, la quimioprofilaxis con imidocarb dipropionato es, por lo menos, tan efectiva como la premunización en el control de las enfermedades por hemoparásitos en terneros susceptibles que se lleven a la zona de Turipaná.

Se diseñó el experimento Montería IV para determinar si existe alguna ventaja en inmunizar terneros nacidos en un área endémica como es la de Turipaná. Se está haciendo una comparación entre quimioterapia (imidocarb dipropionato) y dos métodos de "premunición" con terneros Romosinuano y Costeño con Cuernos, nacidos en la región. Se están observando los mismos parámetros que en Montería II y III. El experimento comenzó en febrero de 1973 y se debe terminar en abril de 1975.

El experimento Montería IV ha producido información muy importante sobre la epidemiología de hemoparásitos en esta zona. Antes del experimento se hizo un examen de rutina a 51 terneros. La mayoría de éstos se incorporaron más tarde al experimento dejando 12 como testigo y 3 terneros adicionales para hacer otros estudios a largo plazo sobre infección natural. En cuatro fincas del área Montería-Turipaná-Sincelejo se están llevando a cabo estudios epidemiológicos complementarios. Estas fincas se encuentran entre las que colaboran con el programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria. Antes y después del parto las vacas se están examinando para encontrar anticuerpos fijadores de complemento; a los terneros se les practica un examen rutinario para encontrar anticuerpos fijadores de complemento y parasitemia, desde que nacen.

En el Informe Anual del CIAT, 1972 se hizo mención acerca del alto porcentaje aparente de animales, en el experimento sobre sistemas de hatos ICA/CIAT en Carimagua, que probablemente eran susceptibles a Anaplasmosis y a Babesiosis. Nuevamente se examinó si

había anticuerpos fijadores de complemento. El número de animales con títulos positivos para **Babesia bigemina** continúa disminuyendo, pero el número de animales con títulos positivos para **Anaplasma marginale** aumentó ligeramente. No se examinaron los animales para encontrar títulos contra **Babesia argentina**. Una de las interpretaciones de este hecho puede ser que no esté ocurriendo transmisión de babesiosis dentro del área del experimento, pero hay algunas indicaciones de que ocurre una cierta transmisión de anaplasmosis.

Otras actividades desarrolladas por el grupo de técnicos que estudia los hemoparásitos fueron, primero, un experimento para comprobar la inmunidad cruzada de diferentes cepas de **Anaplasma marginale** en terneros Holstein esplenectomizados; segundo, la identificación de un organismo similar a **Spirochaeta theileri** en los bovinos bajo experimentación en Turipaná y, tercero, asistencia al grupo ICMRT, en la Universidad del Valle, en la continuación de los estudios sobre **Trypanosoma evansi** encontrados cerca a Cali en una colonia de vampiros, **Desmodus rotundus**.

El programa de hemoparasitología necesita ahora identificar y caracterizar cuáles son las situaciones epidemiológicas en las que se deben utilizar medidas de control para enfermedades hemoparasitarias. Las situaciones más obvias son: protección de animales para reproducción que sean susceptibles a la enfermedad y que se transporten a áreas endémicas, y control de la enfermedad dentro de áreas en las que existe una gran descarga de organismos patógenos. En conexión con los estudios que se han descrito, se presenta la oportunidad adicional de examinar otras dos situaciones. La primera es en los Llanos Orientales, en donde posiblemente ocurre una distribución de patógenos que no es uniforme en relación con la distribución de garrapatas. Si se confirma esta suposición, la diferencia en los pa-

trones de distribución de patógenos y de garrapatas constituiría un peligro potencial para la expansión e intensificación de la industria ganadera. La segunda situación se presenta en la zona limítrofe del sur y se relaciona con la distribución de garrapatas **Boophilus**, en Brasil, en donde no todos los terneros reciben infección natural y, por lo tanto, no desarrollan inmunidad. La premunización de terneros en el campo se hace anualmente, en forma rutinaria, bajo la supervisión de veterinarios particulares.

#### ECTOPARASITOS

En Carimagua se está estudiando la historia natural de la garrapata **Boophilus microplus** bajo condiciones existentes en los Llanos. Este es un requisito esencial para desarrollar la mejor estrategia para su control. Se estableció una colonia de laboratorio de esta garrapata en la sede del CIAT en Palmira.

Se hicieron tres envíos de **Boophilus microplus** a los laboratorios de investigación de la institución denominada Wellcome, en Inglaterra, para probar la resistencia a los acaricidas. Se envió una muestra obtenida en el CIAT, Palmira, una tomada de los animales bajo experimentación en Turipaná y dos de Carimagua. Se determinó la resistencia a Toxafeno, Delnav y Ethion. Se encontró una ligera resistencia al Toxafeno en una muestra procedente de Carimagua.

Se están haciendo observaciones sobre la incidencia de **Dermatobia hominis** (nuche) en el experimento sobre sistemas de hatos en Carimagua. Parece que existen algunos focos específicos dentro del área total de pastoreo, como si el parásito fuera de introducción reciente y se estuviera multiplicando siguiendo un proceso lento de colonización.

#### ENDOPARASITOS

Se han recolectado en Carimagua algunas especies de helmintos de las ne-

ropsias realizadas en bovinos y animales silvestres. Estas muestras están almacenadas en espera del nombramiento de un helmintólogo, en 1974.

Se están haciendo exámenes fecales, en busca de huevos de helmintos, en los bovinos del experimento sobre sistemas de hatos, en Carimagua. Un helmintólogo del ICA hace estos exámenes en forma rutinaria. Desde que se inició el experimento, solamente un tratamiento con antihelmínticos ha sido necesario.

### Otras enfermedades diagnosticadas

Observaciones generales hechas en Palmira y en Carimagua revelaron la existencia de tres condiciones de especial interés. Se diagnosticó un caso de Paratuberculosis (enfermedad de Johnes) en un animal Cebú en Palmira. Los casos comprobados de esta enfermedad en esta raza son raros. Se diagnosticó Sarcosporidiosis cerebral en otro animal Cebú en Palmira, el cual murió repentinamente; es posible que esta sea la primera descripción de una infección causada por Sarcocistos localizados no solamente en los músculos y el corazón sino también en el cerebro. En Carimagua se diagnosticó Parainfluenza Bovina (PI 3) o síndrome de la Fiebre de Transporte, en un ternero Cebú.

### DOCUMENTACION

El programa ha adoptado el sistema de documentación organizado por la biblioteca del CIAT y está utilizando una lista de palabras clave producida por la oficina de Sanidad Animal del Reino Unido así como el sistema mecanizado de tarjetas perforadas (Thermatrix) para almacenar y recuperar la información que ha establecido la mencionada biblioteca. La literatura que únicamente se está archivando hasta el momento es la que se relaciona con las áreas de trabajo del programa de Sanidad Animal del CIAT.

El objetivo del Programa de Economía Agrícola, en relación con las actividades del CIAT en producción de ganado de carne en los trópicos, es colaborar en la identificación de las implicaciones del cambio tecnológico a nivel micro y macroeconómico. Esta información será de utilidad a los investigadores del CIAT, así como a las entidades nacionales encargadas de planificar y formular política económica para el sector agropecuario con el propósito de anticipar restricciones técnicas y económicas, e introducir ajustes en sus programas.

Durante 1973, el esfuerzo se concentró en tres proyectos de investigación y en la organización de un Seminario Internacional.

### ECONOMIA DE SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO DE CARNE EN REGIONES DE SABANA

Mediante un análisis a nivel de finca ganadera se trata de examinar el efecto productivo, financiero y económico de cambiar desde un sistema de cría, tradicional en los Llanos colombianos, con base en pastoreos extensivos en sabana, por sistemas más intensivos que deberán incluir la introducción de especies forrajeras, particularmente leguminosas. Se pone especial énfasis al efecto en los requerimientos de capital y mano de obra, rentabilidad y liquidez de la finca, producción, gastos e ingresos disponibles, en un contexto dinámico de largo plazo. El efecto de variar el tamaño de la finca (superficie y ganado), las formas de crédito y los niveles de precios de insumos y producción, es considerado explícitamente.

Existe el propósito de hacer un estudio similar tanto en los Llanos venezolanos como en la región de Campo Cerrado en Brasil.

Un estudio somero preparado por el grupo de economistas del CIAT sugiere que los coeficientes de natalidad, corrientemente aceptados como prevalientes en los Llanos, implicaría que la población ganadera ha sufrido una disminución a través del tiempo. Esto contradice las estadísticas y la observación casual en la región. Se concluye que la tasa de natalidad actual es probablemente superior al 50-55 por ciento en vez del 42 por ciento y que la tasa de mortalidad durante el primer año es probablemente inferior al 15 por ciento.

También se lleva a cabo un análisis económico parcial de las prácticas mejoradas en estas y otras regiones. Por ejemplo, en 1973, se estudió el efecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados sobre praderas bajo riego en Palmira. Los resultados de este estudio se incluyen en la sección del presente informe correspondiente a utilización de praderas y forrajes.

#### ESTUDIO DEL MERCADO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

Con el objeto de anticipar dificultades en la obtención de fertilizantes en el mercado y evaluar la factibilidad de una posible estrategia, para el establecimiento de praderas, en la cual se considere la aplicación de pequeñas cantidades de fertilizantes en áreas extensas, se hizo un estudio de la industria de fertilizantes en Colombia. Se ha propuesto la realización de estudios similares en otros países.

Los datos obtenidos en relación con el consumo, abastecimiento y precios en Colombia, indican que:

— El consumo de fosfato ha aumentado en una tasa promedio anual de 6.5 por ciento en el período 1963-73, la que no es alta si se la compara, por ejemplo, con las de Brasil y Chile, en América Latina.

— La mayor parte de los fosfatos que se venden en el mercado se ofrece

en forma de mezcla (NPK), lo que no es apropiado para fertilizar praderas en los suelos álicos que predominan en los Llanos Orientales.

— Colombia importa en la actualidad aproximadamente el 85 por ciento de su consumo total de fosfatos.

— El precio promedio de exportación (FOB) del superfosfato ha aumentado de US\$ 40 a US\$ 90 por tonelada, entre 1971 y comienzos de 1973. La proyección futura de tales precios se debe estudiar con urgencia.

— En general, los precios internos a los que se han vendido los abonos en Colombia han mantenido una marcada relación con los precios internacionales en lo que respecta a la pequeña cantidad que se ha vendido como abonos fosfóricos. Las mezclas de fertilizantes y las escorias Thomas están sujetas a control de precios y han sido vendidas a menos del precio internacional por unidad de  $P_2O_5$ .

— El Gobierno de Colombia a través de la Caja Agraria, organización que expende alrededor de un tercio del total de fertilizantes utilizados en el país, ejerce un control indirecto sobre el mercado de fertilizantes.

— Por unidad de  $P_2O_5$ , el precio de las escorias Thomas es equivalente a un tercio del precio del superfosfato. Se debe evaluar la conveniencia de promover el abastecimiento con base en la mezcla de fosforita y azufre, como alternativa al uso de superfosfato, reconociendo, sin embargo, que este último es de efecto más rápido en el crecimiento vegetal.

— Las reservas que existen en Colombia para la explotación industrial de fosfatos se consumirían en aproximadamente 12 años, si se le gase a aplicar fertilizantes fosfóricos en el 50 por ciento de la superficie de los Llanos Orientales a razón de 20 kilos de  $P_2O_5$ /

ha/año y en el supuesto de que no más del 60 por ciento de la disponibilidad total de la oferta se consumiera en esta región.

Con iguales niveles de aplicación de abonos fosfóricos, los suelos de latosol de América Latina consumirían 3.5 millones de toneladas de  $P_2O_5$  anualmente, cifra que es mucho mayor en relación con la producción actual de tales fertilizantes.

#### ESTUDIO DEL SECTOR GANADERO

Está en proceso un estudio cuyo objetivo es identificar criterios técnicos y socioeconómicos que afectan el sector ganadero en Colombia. Con base en estadísticas disponibles y algunos estudios válidos, se observan estos factores:

— Evolución de la población ganadera distribuida por edad y sexo, y considerada por regiones. Se da especial énfasis a la medición de coeficientes de natalidad y de mortalidad.

— Factores que pueden haber producido cambios en la producción ganadera entre 1950 y 1970, y evolución de los patrones del consumo interno y de las exportaciones de ganado.

— Descripción de las políticas gubernamentales y de la legislación relacionada con el sector pecuario.

— Tenencia de la tierra, distribución del ingreso y patrón económico de la pequeña empresa ganadera.

— Diseño de un modelo para establecer proyecciones en relación con poblaciones, producción en las fincas y mercadeo de carne de res.

Se contempla la posibilidad de hacer este tipo de estudio en otros países latinoamericanos, en colaboración con entidades nacionales.

#### DESARROLLO DE UN PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION

Se hicieron los preparativos para realizar un seminario en la sede del CIAT, en enero de 1974. Los objetivos de esta reunión serán: a) Revisar las investigaciones ya realizadas o en proceso; b) Identificar áreas específicas que merecen prioridad en la investigación; c) Identificar individuos e instituciones con capacidad para participar en un proyecto cooperativo sobre investigación pecuaria.

Además de los mencionados proyectos de investigación se ha iniciado un estudio en el área de sanidad animal, con especial énfasis en la fiebre aftosa.

#### SISTEMAS DE PRODUCCION

Todos los proyectos de investigación relacionados con ganado de carne en el CIAT, están orientados hacia la generación de tecnología para el desarrollo de sistemas de producción de ganado de carne, en las áreas bajas tropicales. Un equipo de técnicos, integrado en forma multidisciplinaria, incluye agrónomos, zootecnistas, veterinarios, economistas y especialistas en adiestramiento; dicho equipo está trabajando en el desarrollo de técnicas y sistemas de producción que podrían ser aplicados en todas las zonas de los trópicos bajos, en cualquier tipo o tamaño de empresa ganadera. La investigación se concentra en el desarrollo de sistemas de producción que abarcan todo el ciclo de vida de los bovinos así como el diseño de sistemas que puedan ser utilizados por unidades familiares en áreas en las que la ganadería es la principal actividad.

#### PRODUCCION DE CULTIVOS ALIMENTICIOS

Se han seleccionado cultivos de varias especies de cultivos alimenticios que son tolerantes a la acidez del suelo y tienen buena adaptación al ambiente

tropical cálido y húmedo, del cual la estación experimental de Carimagua es representativa.

Algunas especies se adaptan bien al ambiente mientras que otras, que normalmente no se consideran tolerantes a los suelos ácidos, presentan una gran variabilidad genética. Esta variabilidad hace posible que aparezcan algunos cultivares que muestran tener adaptación a la mencionada condición de acidez por lo cual se pueden usar inmediatamente o sirven como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento de cultivos alimenticios. Las secciones en el presente informe que tratan sobre arroz, leguminosas de grano comestible y maíz citan ejemplos que ilustran esta posibilidad de utilización de cultivares adaptados a la acidez del suelo.

Los ensayos de producción de cultivos alimenticios y la unidad prototipo de producción de alimentos, que tiene una superficie de dos hectáreas, han demostrado la factibilidad de producir casi todo el alimento necesario para una dieta familiar balanceada en áreas de suelos oxisoles, en donde la falta de infraestructura hace antieconómico el empleo de cal en suficiente cantidad para neutralizar por completo la acidez del suelo.

El papel que desempeña la cal es más el de fertilizante que el de enmienda al suelo; es decir, actúa como fuente de calcio y magnesio, elementos necesarios para el crecimiento vegetal. De hecho, algunos cultivos que han evolucionado en el ambiente tropical de suelos ácidos son sumamente sensibles a cantidades excesivas de cal. En una prueba con 138 cultivares de yuca, hecha en 1972-1973, dos toneladas/ha de cal produjeron severas disminuciones en el rendimiento de muchos cultivares de yuca; seis toneladas/ha disminuyeron los rendimientos en casi todos los cultivos. Se ha observado que el encalado del suelo bajo los árboles de marañón es perjudicial

aún a un nivel equivalente a una tonelada/ha. Sin embargo, casi siempre hay una respuesta aún con bajas aplicaciones (en función de nivel de nutrimentos) (Figura 13).

La yuca respondió a una aplicación de cal de 500 kg/ha, en Carimagua (Figura 10). Es posible que se hubiera obtenido la misma respuesta con una aplicación aún más pequeña, como en el caso de las leguminosas forrajeras. Los requerimientos de calcio de muchos cultivares se pueden satisfacer con el contenido de calcio de los fertilizantes fosfóricos; por ejemplo, el superfosfato simple contiene aproximadamente 20 por ciento de Ca; el superfosfato triple, aproximadamente el 15 por ciento y las escorias Thomas (de origen colombiano) entre el 18 y el 25 por ciento de Ca.

Los cultivos que toleran la acidez del suelo también tienden a ser más eficientes en la absorción de nutrimentos, tanto de los que existen en el suelo como de los aplicados a la planta en comparación con los cultivos susceptibles, aun cuando los últimos sean cultivados en suelos encalados. Los cultivos tolerantes pueden desarrollar sistemas radiculares más anchos y profundos y así utilizar un mayor volumen de suelo para encontrar los nutrimentos y la humedad que necesitan. Es casi imposible encalar el subsuelo en forma eficiente; en consecuencia, el crecimiento de las raíces de los cultivos susceptibles quedará limitado a la capa arable del suelo aún después de haber practicado el encalado.

El Cuadro 22 presenta una lista de algunos cultivos alimenticios adecuados para los suelos ácidos, además de los requerimientos de cal para los cultivares más tolerantes y la época de siembra más apropiada. Todas estas indicaciones se basan en la experiencia obtenida en Carimagua en un oxisol con las características descritas en el Cuadro 23. La distribución de la precipitación

Cuadro 22. Cultivos productores de alimentos que crecen adecuadamente en suelos álicos con un mínimo requerimiento de cal. (Las cifras sobre requerimientos de cal se refieren a cultivares tolerantes a suelos ácidos)

Cultivo	Requerimiento de cal	Epoca de siembra
Arroz de secano **	1/4-1/2 T	Abril-Mayo
Yuca	1/4-1/2 T	Abril-Noviembre
Plátano (topocho)	1/2-2 T*	Abril-Noviembre
Caupi (verdura) **	1/2-1 T	Abril-Septiembre
Caupi (grano) **	1/2-1 T	Agosto-Septiembre
Maní	1/2-2 T	Julio-Agosto
Maíz ***	1-2 T	Abril-Septiembre
Maíz (grano) **	1-2 T	Julio-Agosto
Frijol negro **	2 T	Agosto-Septiembre
Ajonjolí	2 T*	Julio-Agosto
Sorgo	1-2 T	Agosto-Septiembre
Frutas		
Mango	1/4-1/2 T*	Abril-Julio *
Marañón	1/4-1/2 T*	Abril-Julio *
Cítricos	1/4-1/2 T*	Abril-Julio *
Piña	1/4-1/2 T*	Abril-Julio *

\* Tentativo.

\*\* Ver los capítulos sobre cultivos básicos para mayor información.

\*\*\* Para utilizar como mazorca tierna.

pluvial en esa región aparece en la Figura 21. La temperatura media anual se calcula en 27°C; la altura promedio es de 150-175 metros sobre el nivel del mar. La Estación Experimental está ubicada a 4°30' Norte y 71°30' Oeste.

Los cultivos de grano, incluyendo las leguminosas, las oleaginosas y los cereales, deben sembrarse suficientemente tarde dentro de la estación lluviosa para que la maduración y la cosecha se hagan a comienzos de la estación seca.

Cuadro 23. Características de un oxisol de Carimagua, Llanos Orientales, Colombia

pH	4.3	C.F. *	meq/100 g	4.5
O.M. % (0-20 cm)	5	Al+++	meq/100 g	3.5
P ppm (Bray II)	3	Ca++	meq/100 g	0.5
Textura:		Mg++	meq/100 g	0.3
Franco arcilloso		K	meq/100 g	0.08

\* C.P. = Carga Permanente.

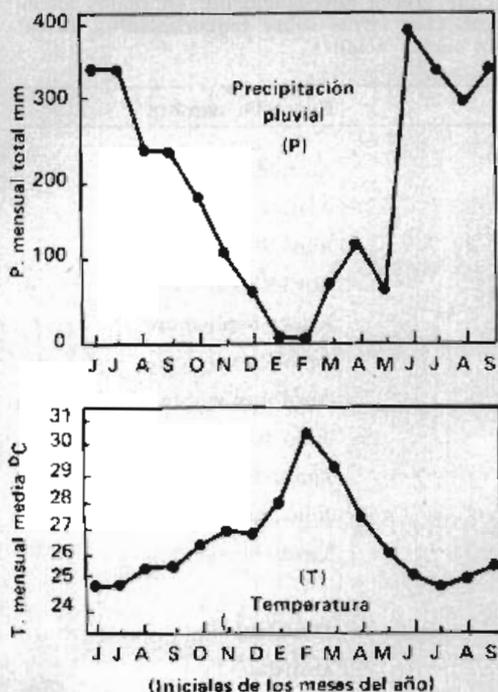


Figura 21. Precipitación pluvial mensual total (en mm) y promedio de la temperatura mensual media (°C), en 16 meses (junio, 1972 a setiembre, 1973), en Carimagua.

DESARROLLO DE EQUIPO PARA  
UNA FINCA GANADERA

**Molino de viento de Carimagua**

Se ha mejorado el diseño del molino de viento que se ha desarrollado en Carimagua. Este molino es una modificación de un diseño basado en un rotor Savonius que ha sido diseñado por el Brace Research Institute, de la Universidad de McGill, en Canadá. Las fotografías adjuntas muestran el molino así como el sistema de transmisión de la fuerza motriz, en su forma actual, el cual ha sido construido por un fabricante de Cali que también diseñó la torre del molino.

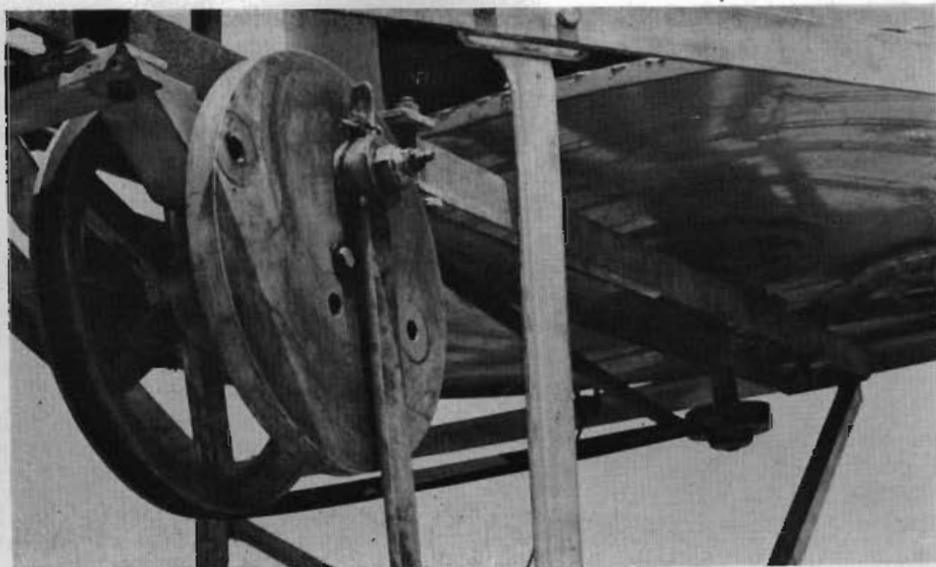
La experiencia obtenida con modelos anteriores instalados en Carimagua señala la existencia de varios problemas, entre ellos los siguientes:

1. Falta de estabilidad dimensional, de rigidez y de durabilidad de los soportes de madera, lo cual causa una vibración excesiva y un fuerte desgaste de los cojinetes de rodaje del rotor y del sistema de transmisión de fuerza.
2. Frecuencia excesiva de la acción del émbolo de la bomba de pistón, lo cual resulta en la falla posterior de la válvula inferior.
3. Necesidad de un freno automático para proteger al molino cuando ocurre velocidad excesiva del viento.

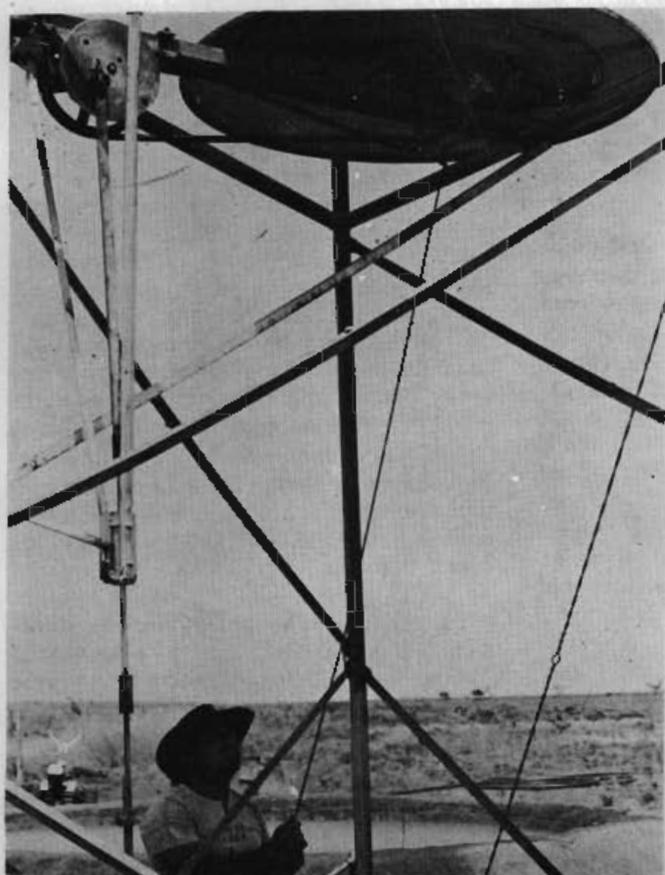
Se ha construido un modelo que incluye una banda en V que gira 90° desde una pequeña polea (3½ pulgadas) en la parte inferior del eje del rotor, hasta una polea grande (10 pulgadas) en un eje corto, al cual se ha fijado una



Molino de viento instalado en Carimagua, montado en una torre de acero galvanizado en ángulo, de 5.5 metros de altura. En el estanco que aparece en primer plano se aprovecha la tierra excavada al hacer el pozo. (Fotografía: J. Spain)



Rueda excéntrica montada sobre un eje de seis pulgadas y conectada con una polea de  $10\frac{1}{2}$  pulgadas de diámetro. El eje del rotor acciona una polea de  $3\frac{1}{2}$  pulgadas. La faja en V tiene  $\frac{5}{8}$ " de ancho (tamaño B) y 96" de largo. (Fotografía: J. Spain).



La faja en V transmite la fuerza del rotor a la excéntrica, con una reducción de velocidad de 3 a 1 r p m. Se emplean bujes plásticos como guía en la parte superior de la varilla que entra al pozo. (Fotografía: J. Spain).

excéntrica de 8 pulgadas de diámetro. La excéntrica se centra sobre el tubo del pozo y se conecta con una varilla que acciona el émbolo para succionar el agua por medio de una biela. La parte superior de esa varilla pasa por una guía para eliminar el movimiento lateral. Se espera que este dispositivo reduzca marcadamente la vibración y disminuya en una tercera parte la frecuencia de bombeo, lo cual permitiría una carrera mas larga.

Las ventajas potenciales del molino con sus mejoras adicionales son: su menor costo, la sencillez de su diseño, la disponibilidad inmediata de repuestos, la sencillez de su construcción e instalación y el bajo costo de mantenimiento. Las desventajas son su poca eficiencia relativa en cuanto a conversión de energía potencial en energía utilizable y la falta de modelos comerciales estandarizados y probados.

#### EL PROYECTO DE SISTEMAS DE HATOS EN CARIMAGUA

En la Estación Experimental de Carimagua se lleva a cabo un estudio sobre la producción del ganado de carne en su ciclo de vida bajo diferentes sistemas de manejo de hatos. En este estudio se compara la aplicación de diferentes prácticas mejoradas casi óptimas en cuanto a manejo de hatos, bajo condiciones que son predominantes. Estas prácticas serán evaluadas individualmente y en combinaciones en un intento de encontrar un método que aumente significativamente la tasa reproductiva, a un costo económicamente factible.

Las variables investigadas incluyen: pasto Gordura vs pradera nativa; suplementación mineral completa vs sal; cruce con San Martinero vs retrocruce continuo con Cebú; suplementación melaza-urea durante la época de sequía; y destete precoz vs normal.

Se hacen observaciones y se llevan registros sobre producción de carne, parámetros fisiológicos y de sanidad del hato, incluyendo aquellos que se consideren necesarios para hacer análisis económicos.

#### Suplementación mineral completa

Se obtuvo un notorio crecimiento y una marcada respuesta cuando se suministró suplementación mineral completa pero solamente en la estación de lluvias. En la época de sequía no hubo diferencia entre los hatos suplementados y los no suplementados.

Los efectos más dramáticos se presentaron en el nivel de fertilidad, o sea, de preñez (Cuadro 24). El promedio de concepción, en cuatro meses, para los hatos que recibieron suplementación mineral completa fue del 70 por ciento mientras que para los hatos que no recibían minerales fue del 24 por ciento. Un hato testigo que recibió el mismo tratamiento que los hatos bajo sal solamente, tuvo una rata de concepción de cerca de 63 por ciento, o sea, casi igual a la de los hatos bajo sal mineralizada. La razón de este fenómeno no es aún muy clara; sin embargo, este último hato tuvo acceso a un área de pastoreo de sabana nativa dos veces mayor (12.5 ha/novilla) en comparación con el área disponible a los hatos experimentales. Por lo tanto, puede haber una respuesta a la disponibilidad a áreas mayores de sabana en comparación con las asignadas a las de los otros hatos.

La respuesta al suministro de minerales a novillas vírgenes no es necesariamente la misma que puede esperarse de la vaca lactante, pues el estrés\*

\* La palabra estrés, del inglés "stress", ha sido admitida recientemente por la Real Academia de la Lengua Española. N. del Ed.



Novillas experimentales en Carimagua utilizadas en la investigación ICA-CIAT sobre sistemas de hatos; fueron criadas en sabana nativa y se les administró sal. Cuatro meses después del apareamiento se comprobó que el 31 por ciento de las novillas estaban preñadas. El peso promedio, en diciembre de 1973, fue de 289 kg.



Novillas experimentales en Carimagua utilizadas en la investigación ICA-CIAT sobre sistemas de hatos; fueron criadas en praderas de pasto Gordura y se les suministró minerales. El 78 por ciento de estas novillas estaban preñadas. El peso promedio, en diciembre de 1973, fue de 328 kg.

Cuadro 24. Resultados preliminares del proyecto sobre sistemas de hatos ICA-CIAT, 1972 - 1973. (Hasta el día 11 de diciembre de 1973)

Tratamientos	Hato	Peso novillas Kg.	% Preñez (octubre 1973)
Testigo *	1	307	63
Sabana nativa-sal	2	289	31
Sabana nativa-sal	3	270	17
Sabana nativa-minerales	4	334	68
Sabana nativa-minerales	5	332	71
Sabana nativa-pasto Gordura-minerales	6	325	58
Sabana nativa-pasto Gordura-minerales	7	325	63
Pasto Gordura-minerales	8	328	78
Pasto Gordura-minerales	9	335	81

\* Sabana nativa sin prácticas mejoradas de manejo de ganado.

de la producción de leche puede inducir deficiencias nutricionales aparte de las minerales.

### Pasto nativo vs. pasto Gordura

En el primer año de estudios, las evidentes interacciones entre tipos de pradera y época del año (época de sequía y época de lluvias) indican que el pasto Gordura sería mejor utilizado por los hatos de novillas durante época de lluvias. Se espera que la suplementación con urea-melaza pueda ser una solución económica para prevenir las pérdidas de peso que ocurren con pasto Gordura durante la sequía.

El nivel de nutrición que ofrecen las praderas en Carimagua durante las diferentes épocas del año se refleja en los cambios de peso que muestran los animales, conforme lo muestra la Figura 22.

### Alimentación suplementaria para el hato de cría

La nutrición marginal suministrada por el pasto nativo, a través de la mayor parte del año, es inadecuada para la vaca lactante. Las posibles formas

para mejorar esta situación son: 1) utilización de áreas húmedas bajas, durante la sequía; 2) establecimiento de plantas leguminosas forrajeras tropicales para ofrecer a los bovinos un forraje más nutritivo en comparación con las praderas que ofrecen solamente plantas gramíneas; y 3) suplementación.

Con este propósito, se suministró por un periodo corto de tiempo una dieta concentrada a dos grupos de 56 novillas

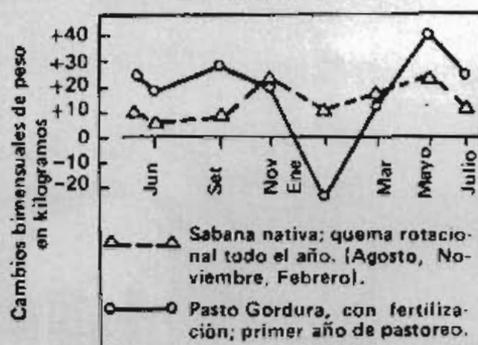


Figura 22. Nutrición disponible en el forraje de dos tipos de pradera, en Carimagua. El nivel de nutrición oscila con las variaciones estacionales y se manifiesta a través de los cambios en el peso de novillas.\*

\* Cambios calculados bimensualmente, con base cero (1972)1973).

cada uno. Un grupo recibió un suplemento de melaza-urea tres veces a la semana y el segundo grupo recibió suplemento de torta de algodón. Análisis preliminares indicaron poca influencia de estos suplementos sobre la rata de preñez. Esta ligera respuesta se podría explicar por el hecho de que la suplementación se suministró, básicamente, durante el comienzo de las lluvias, cuando los pastos crecían rápidamente. También es de notar que se pudo haber obtenido una respuesta positiva en aquellas vacas lactantes que estaban bajo un mayor estrés de nutrición y tenían un nivel de producción más alto.

Como continuación de esta y de otras investigaciones se ha tomado la decisión de estudiar los efectos de la suplementación urea-melaza durante la sequía (diciembre-abril). En especial, se pretende determinar el efecto de la suplementación sobre las pérdidas de peso y la capacidad de las vacas paridas de entrar en celo y ser preñadas en períodos normales. La experiencia obtenida hasta la fecha es que, sin suplementación, los animales pierden peso en la época seca en praderas de pasto Gordura. Esta pérdida es evidente. Para contrarrestar estas pérdidas, la suplementación a base de urea puede ser un medio, de costo relativamente bajo para prevenir este problema, de manera que la notoria ventaja que ofrece el pasto Gordura en la estación de lluvias podría ser aprovechada al máximo.

### **Reproducción-Fisiología**

El personal del ICA ha mantenido el estado reproductivo de los hatos bajo cuidadosa observación. Los toros dedicados a la reproducción son periódicamente examinados para comprobar la calidad satisfactoria del semen. Las novillas de cría son examinadas genitualmente, a intervalos de cerca de seis meses, para verificar el estado del desarrollo ovárico.

El desempeño de los toros Cebú y San Martinero, en cuanto a su capacidad de monta, fue observado diariamente durante cuatro meses, utilizando los arneses conocidos en Norteamérica como "Chin ball". Este resultó ser un mecanismo útil para ayudar a dar una rápida indicación de las diferencias en cuanto a preñez; por medio de palpaciones fetales, posteriormente, se confirma cuáles vacas están preñadas. Este arnés es útil también en la comprobación de si realmente todos los toros servían las novillas.

### **ESTUDIO DE PEQUEÑAS FINCAS GANADERAS EN LOS LLANOS**

Típicamente, las fincas ganaderas de los Llanos Orientales son pequeñas. En promedio, una finca lleva al mercado menos de 12 cabezas por año. Esto suministraría un ingreso en efectivo bruto por familia, equivalente a quizás dos trabajadores, considerando que hay desembolsos muy pequeños o ninguno del todo para la empresa ganadera. Sólo un 8 por ciento de las fincas ganaderas tendrían 50 a 60 cabezas para vender anualmente, obteniendo un producto bruto equivalente al salario anual de un profesional a nivel de doctorado.

En colaboración con el Fondo Ganadero del Meta y el ICA, se hizo un estudio de 39 fincas en las que el ganado era dado en arriendo a los hacendados por el Fondo Ganadero (Meta). Algunos de los hallazgos preliminares del estudio indican que la rata promedio de parto del 53 al 55 por ciento era ligeramente más alta de la que, generalmente, se indica por los ganaderos (40 por ciento). Esta rata no era considerablemente mayor en el área de Piedemonte, entre Puerto López y Puerto Gaitán, que en los propios Llanos aun cuando las praderas son muy diferentes en cuanto a especies forrajeras y capacidad de carga. En el Cuadro 25 se muestran algunas de las diferentes caracte-

**Cuadro 25. Información obtenida en las fincas ganaderas en las que colaboró el Fondo Ganadero, el ICA y el CIAT (1973)**

Factores estudiados	Piedemonte	Meta
Contratos	20	19
Años de tenencia	9.8 años	8.7 años
Propietarios en residencia	16	10
Hectáreas	456	1,816
Ganado (Fondo)	98	95
Novillas y vacas examinadas	999	787
Amamantando	43% (87% sin preñar) (13% preñadas)	37% (91% sin preñar) (9% preñadas)
Secas	57% (46% sin preñar) (54% preñadas)	63% (49% sin preñar) (51% preñadas)
Total preñadas	36%	35%
Rata estimada de parto anual	55%	52%
Apareamiento Modal:	Finales de Febrero-Mayo	Noviembre-Enero

rísticas que presentan las fincas en las dos áreas mencionadas.

La información preliminar que ya se ha obtenido indica que existe una sorprendente similitud en la productividad de las vacas en las dos regiones. Se ha observado que existen distintas estaciones de monta para el ganado, aun cuando los toros no se separan de las vacas. Tal vez la falla más importante en el ciclo de producción está asociada con la incapacidad de las vacas para aparearse de nuevo mientras están amamantando las crías del parto anterior. Esta circunstancia reduce la amplitud del necesario enfoque que se debe dar a la fertilidad y a la oportuna ocurrencia de la nueva preñez en la investigación que se lleva a cabo sobre sistemas de hatos en Carimagua.

Actualmente, en esta vasta región se genera muy poca riqueza tanto para el país como para sus habitantes. Esta circunstancia representa un gran reto para la producción y difusión de tecnología avanzada en lo que respecta al posible aumento en la producción y productividad y en su efecto económico y social, en esas zonas y en las circundantes.

## ADIESTRAMIENTO

Cuatro internos de investigación terminaron su adiestramiento intensivo en pastos y forrajes con énfasis en la producción de semillas, establecimiento y evaluación de praderas. Un quinto interno posgraduado recibió adiestramiento en producción pecuaria. Otro interno posgraduado recibió adiestramiento en control de malezas en praderas durante su participación en el programa de especialistas en producción pecuaria.

Dos becarios especiales de la Universidad de Wageningen, Holanda; dos de Estados Unidos de Norteamérica; uno de Francia y uno de Colombia, recibieron adiestramiento en producción pecuaria en los trópicos.

Tres estudiantes recibieron adiestramiento como internos de posgrado en microbiología de suelos. Dos de éstos procedían de Ecuador y uno de Guatemala, siendo los primeros becarios de sus respectivos países que se especializan en esta materia. Un cuarto estudiante de Ghana, Africa, terminará dentro de poco tiempo su trabajo de investiga-

ción, el cual servirá para obtener su grado doctoral en microbiología.

A finales de 1973, dos estudiantes que obtendrán su grado de Master en la sección de sanidad animal ingresaron a la Escuela de Graduados de la Universidad Nacional, en Bogotá, Colombia.

Un estudiante de Australia que obtendrá su grado de Ph.D. terminó su investigación en pastos y forrajes a principios del año y recibió su grado doctoral en la Universidad de Cornell. Un segundo estudiante para Ph.D., procedente de Alemania, inició su programa de investigación en pastos y forrajes en septiembre.

Los especialistas en sanidad animal han hecho una colección de materiales de enseñanza en esta especialidad. Han preparado una serie de transparencias y de láminas de estudio sobre la histopatología de 22 enfermedades encontradas en América Latina. Estos materiales didácticos estarán a disposición de diversas instituciones de enseñanza agropecuaria. La sección de patología animal también terminará en fecha próxima un libro en idioma español sobre técnicas histológicas, el cual podría llenar una necesidad de los laboratorios latinoamericanos. La colección de transparencias a color tiene actualmente más o menos 2.000 unidades.

#### ADIESTRAMIENTO DE ESPECIALISTAS EN PRODUCCION PECUARIA

El segundo programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria fue dividido en cinco fases, en la siguiente manera:

1) Un precurso de orientación, como período de examen, que sirvió para establecer un nivel general académico hacia el cual los instructores pudieran luego dirigir sus conferencias.

2) Un período de dos meses de clases teóricas y de ejercicios de laboratorio, como preparación para la fase de campo. Estas clases fueron dictadas por personal del CIAT, siempre y cuando el tema fuera relacionado con su campo de trabajo. Solamente en casos en que el tema estuvo fuera del dominio del personal del CIAT, se buscaron instructores de otras instituciones para que colaboraran en el curso.

El número total de las horas dedicadas a la segunda fase fue de 328 hs., con aproximadamente un 30 por ciento del tiempo dedicado a prácticas de campo.

Antes de que los estudiantes fueran asignados a la Costa Norte de Colombia permanecieron una semana en la ciudad de Buga, asistiendo a un curso de especialización en Maquinaria Agrícola, con la cooperación del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) de Colombia, Massey Ferguson y FAO.

3) La tercera fase, representada por la permanencia de los becarios en las fincas tuvo una duración de ocho meses durante los cuales los estudiantes vivieron en explotaciones ganaderas de la Costa Norte de Colombia (Departamento de Córdoba) con la asignación de cumplir las siguientes responsabilidades:

a) Hacer una descripción general de la finca.

b) Hacer una evaluación de la finca y preparar un plan para mejorar la productividad. Este plan debe ser aprobado por los supervisores del programa de adiestramiento y por el propietario de la finca.

c) Asistir a las mesas redondas de discusión y seminarios que se llevan a cabo dos veces al mes en las oficinas de la Estación Experimental del ICA, en Turipaná, cerca a Montería.

d) Organizar y llevar a cabo un Día de Campo, al final del octavo mes de permanencia en la finca, invitando a

los ganaderos vecinos y demás técnicos interesados que trabajan en esta zona.

Las fincas, en un total de ocho, tienen un tamaño de 200 a 3.000 hectáreas, siete de las cuales, están situadas fuera del Valle del Sinú. Las fincas dedicadas a la cría de ganados, en su mayoría, se encuentran fuera del Valle del Sinú y, en general, son más aconsejables para propósitos de adiestramiento de becarios. Dos de ellos fueron asignados a cada una de cinco fincas (un veterinario y un agrónomo). Esta asignación ha resultado ser muy beneficiosa pues la labor de estos dos profesionales se complementa y cada uno aprende técnicas propias de la profesión del otro.

Los Días de Campo fueron también muy provechosos pues dieron oportunidad a los becarios para preparar ayudas visuales y presentar los resultados de los trabajos en sus respectivas fincas a los otros becarios; además, tales actividades promovieron la cuidadosa revisión de sus experiencias y el resumen de sus actividades.

4) Fase de evaluación del curso. Aproximadamente, en un mes de permanencia en la sede del CIAT, cada uno de los becarios presentó un informe escrito acerca de sus actividades en las fincas de la Costa. El grupo participó también en discusiones de mesa redonda (por disciplinas) con los miembros del personal del CIAT. Por espacio de una semana los becarios visitaron los Llanos Orientales de Colombia para observar un área ecológica diferente, en la cual la producción ganadera constituye la principal empresa agropecuaria.

5) Fase en el país de origen. Después de recibir sus certificados de asistencia al curso, los becarios regresaron a sus respectivos países en los cuales, durante el resto del mes de mayo, recogieron información para preparar un informe que les será muy útil en la aplicación de los conocimientos adquiridos en su adiestramiento. Una copia de este

informe fue enviada al CIAT, la cual ayudará a los miembros del personal técnico a planear eficientemente sus futuras actividades de apoyo a los becarios en sus respectivas instituciones en el país de cada becario. Los informes preparados por los becarios en las fincas, en la fase de permanencia en el campo, han sido reproducidos y las copias serán enviadas a cada uno de ellos para referencia futura. También se les ha enviado una serie de transparencias que fueron tomadas durante el adiestramiento a fin de que sean utilizadas por ellos como material de enseñanza en sus países. Cada becario recibió copias de todas las conferencias así como también otros materiales impresos de varias instituciones americanas.

Al comienzo de septiembre, el tercer programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria se inició con 18 becarios de los siguientes países: Bolivia (3), Colombia (3), República Dominicana (3), Ecuador (2), El Salvador (1), Paraguay (3) y Perú (3).

El tercer curso de producción pecuaria fue similar al segundo; sin embargo, la parte teórica se extendió 15 días para dar más tiempo de adiestramiento en campo y experiencia de investigación durante la permanencia en el CIAT.

Durante abril y mayo, 11 estudiantes de último año de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Bogotá, recibieron dos meses de adiestramiento en el campo en colaboración con el personal de producción pecuaria del CIAT. Los estudiantes vivieron durante este tiempo en las mismas fincas que fueron usadas para el curso de especialistas en producción pecuaria. Durante agosto y septiembre, otros 16 estudiantes de último año de la misma Universidad recibieron adiestramiento similar por el mismo período de tiempo. Este adiestramiento adicional asciende a 54 hombres/meses en adición al programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria.

## PROYECCION EXTERNA

En las actividades relacionadas con la proyección externa del CIAT se incluyen visitas a varios países latinoamericanos realizadas con el propósito de identificar posibles becarios, establecer contactos con técnicos e instituciones nacionales y colaborar con toda la amplitud posible en los programas nacionales de investigación y de adiestramiento.

El CIAT continúa participando en el proyecto cooperativo de introducción y evaluación de plantas forrajeras, incluyendo programas de mejoramiento de praderas y forrajes en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, así como de IICA y otros organismos internacionales.

El personal científico del Programa de Ganado de Carne del CIAT brinda asistencia técnica al Programa de Ganado de Carne del INIAP, en Ecuador; al programa de plantas leguminosas forrajeras de la Universidad de las Indias Occidentales, en el Caribe; a algunos proyectos dentro del programa del IVITA, en Pucallpa, Perú; a los programas de praderas y forrajes del Ministerio de Agricultura de Bolivia, en Santa Cruz; también se brinda asesoramiento a otras entidades cuando se solicita la asistencia del CIAT.

El programa de microbiología de suelos ha distribuido inoculantes para leguminosas forrajeras a Colombia, Bé-

lice, Costa Rica, Ecuador, Perú y Bolivia. También, este grupo continúa con la publicación de una lista de artículos científicos recientes de cursos de adiestramiento y de seminarios; esta lista se distribuye a 46 científicos latinoamericanos que trabajan en esta especialidad.

Se llevan adelante proyectos cooperativos en investigación y en adiestramiento con el programa de la Universidad de Texas A & M/USAID en relación con las enfermedades hemoparasitarias y con la Universidad de Wageningen, Holanda, en producción ganadera tropical.

Se han presentado trabajos científicos en las reuniones de la American Society of Animal Science; la Asociación Latinoamericana de Producción Animal; American Society of Agronomy; Third Colloquium on Soils; la Asociación Colombiana de Ciencias del Suelo; el Congreso Panamericano de Veterinaria; la Asociación Peruana de Especialistas e Investigadores Forrajeros; el Simposio Internacional sobre Producción Animal en los Trópicos, celebrado en Ibadán, Nigeria.

Se han recibido científicos visitantes procedentes de la Universidad de Texas A & M (en Medicina Veterinaria), de Wageningen (ganadería tropical), del Ministerio de Agricultura de Bolivia (praderas y forrajes), y del INIA en Chile (ganadería).

# Sistemas de Producción de Yuca

Se han obtenido rendimientos de 50 toneladas/ha/año en cultivos de yuca, en ensayos de rendimiento sin replicaciones, y de más de 46 toneladas/ha/año con réplicas de parcelas comerciales. Las variedades que alcanzaron estos rendimientos carecen de resistencia a insectos y a enfermedades. Sin embargo, se han identificado variedades con alta resistencia a las enfermedades e insectos más importantes del cultivo.

Se ha avanzado considerablemente en el desarrollo de técnicas para un efectivo mejoramiento genético y se están haciendo cruces para combinar características útiles. Igualmente, se está llevando a cabo una evaluación del banco de germoplasma con el fin de seleccionar variedades y material parental útiles para cruces futuros.

El método rápido de propagación vegetativa, desarrollado por este programa, permitirá un acelerado aumento del material de propagación de variedades promisorias. Con este sistema también puede producirse material de propagación libre del añublo bacterial, que se disemina principalmente por el uso y transporte de estacas infectadas.

Un estudio económico ha indicado que el control de malezas en plantaciones de yuca es una de las fases de la producción que demanda mayor cantidad de mano de obra. Los ensayos sobre control de malezas demostraron que, cuanto mayor sea la población de plantas, menor será el grado de control de malezas necesario y también que, cuando el control de malezas se hace en forma intensa, es posible sembrar el campo con densidades menores de plantas de yuca.

El mismo estudio económico indica que el insecto llamado pulgón es el problema entomológico más serio en las áreas yuqueras de Colombia. Además se encontró que la mayoría de los agricultores siembran la yuca como monocultivo y no como cultivo mixto.

Se están desarrollando métodos sencillos para el almacenamiento de yuca fresca en las fincas. Los resultados han demostrado que se puede almacenar raíces de yuca fresca hasta por ocho semanas, sin deterioro o desmejoramiento de la calidad.

Se han definido las características básicas de secamiento de yuca fresca. Actualmente, se está diseñando un equipo sencillo para facilitar este proceso de secamiento a nivel de agricultor.

El centro de documentación de yuca ha colectado cerca de 3.000 artículos, 1.500 de los cuales han sido completamente procesados. En la actualidad se distribuyen compendios de estos artículos a personas interesadas en el cultivo.

Se establecieron proyectos conjuntos con varias universidades e institutos con el fin de investigar temas relacionados con el enriquecimiento proteínico del almidón por fermentación microbiana (Universidad de Guelph), la perspectiva de comercialización mundial de la yuca (Universidad de Guelph), la quimiota-xonomía de la yuca (Universidad de McGill) y la propagación de yuca por medio de cultivo de tejidos (National Research Council, Saskatoon). Al realizar estos proyectos cooperativos se están utilizando experiencias en técnicas especializadas obtenidas en estas Universidades. En el Programa de Yuca se

adiestraron becarios tanto del Africa como de América del Sur.

## FISIOLOGIA VEGETAL

### Ciclo de crecimiento de la planta

Con el fin de describir el patrón de crecimiento del cultivo se sembró la variedad CMC 84, espaciada 1 x 1 m. A intervalos se cosechó parte del material sembrado. El rendimiento radical total aumentó considerablemente entre los 3 y los 12 meses, pero después los rendimientos disminuyeron. El número de raíces gruesas fue variable, con promedios de 7 y 9 raíces gruesas por planta entre los 3 y los 20 meses de edad. Por consiguiente, la planta aparentemente no produce raíces gruesas durante el ciclo de crecimiento sino que aumenta el tamaño de las ya formadas (Figura 1).

El área foliar aumentó hasta los seis meses de la siembra (Figura 2). La baja en el índice de área foliar (IAF) observada a los 4½ meses, se debió, posiblemente, al efecto de una repentina defoliación causada por una granizada. Después de seis meses, el IAF disminuyó rápidamente. Durante los últimos nueve meses de crecimiento, sólo llegó a ser de 0.6 y 1.2. Estas cifras están por debajo del IAF máximo de la yuca.

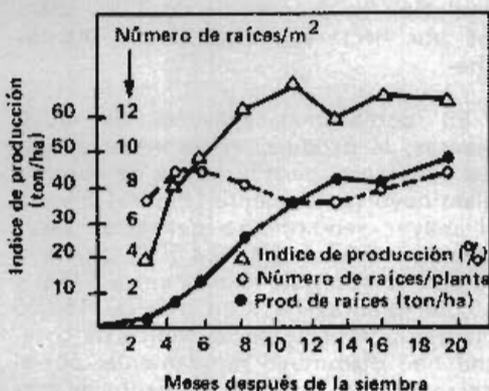


Figura 1. Crecimiento de la variedad CMC 84 durante 20 meses (Investigación hecha en cooperación con ICA).

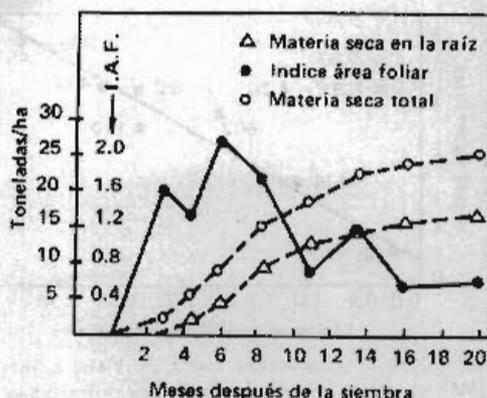


Figura 2. Crecimiento de la variedad CMC 84 durante 20 meses (Investigación hecha en cooperación con el ICA)

La producción total de materia seca aumentó entre los 3 y los 8 meses, cuando el IAF fue alto (Figura 2); después el aumento fue más lento. El índice de cosecha aumentó hasta los ocho meses, aproximadamente, y después permaneció constante (Figura 1). Por lo tanto, los aumentos en el rendimiento de materia seca de la raíz fueron similares a los de la producción total de materia seca de la planta, durante los ocho primeros meses (Figura 2).

La eficiencia en la producción de materia seca en las raíces, en términos de tiempo (producción diaria de materia seca de la raíz), estuvo estrechamente correlacionada con el IAF promedio durante el periodo de crecimiento (Figura 3). Esto indica que en esta variedad, en particular, el principal factor limitante del rendimiento de material radical es la falta de un IAF adecuado.

### Estudios sobre la población de plantas

En el Informe Anual del CIAT de 1972 se describen detalladamente los ensayos sobre población de plantas/unidad de superficie hechos con las variedades CMC 84, Llanera y CMC 39, hasta los siete meses después de la siembra. La cosecha final se efectuó des-

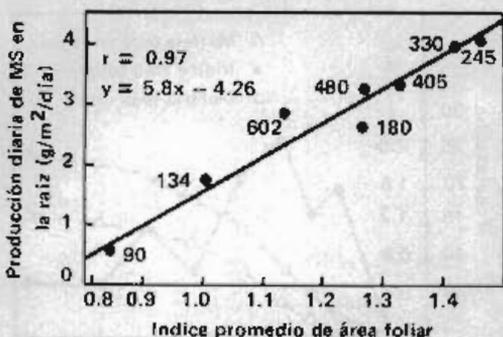


Figura 3. Producción diaria de Materia Seca (MS) en la raíz en función del índice promedio de área foliar. Los números se refieren a los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha (Investigación hecha en cooperación con ICA).

pués de 11 meses. Los resultados mostraron que después de los siete meses hubo una notoria densidad óptima en todas las variedades. A los 11 meses de la siembra, la densidad óptima fue menor y la población de plantas mayor que a los siete meses. La variedad CMC 84, de porte mediano y poca ramificación, tuvo una población óptima de plantas mayor (aproximadamente 10.000 plantas/ha<sup>-1</sup>) que la variedad Llanera, también de porte mediano, pero con más ramificación y que la CMC 39, de porte alto, las que tuvieron una población óptima de 5.000 plantas/ha., aproximadamente (Figura 4). La variedad CMC 39, de porte alto, sufrió de severo volcamien-

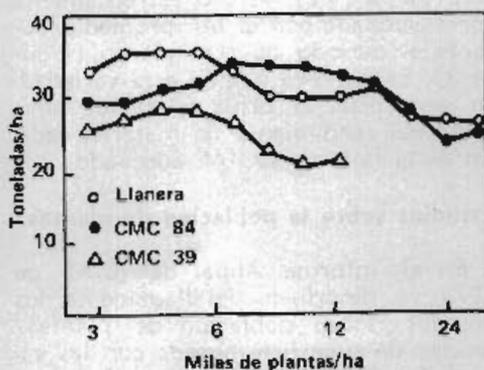


Figura 4. Rendimiento de raíces frescas de tres variedades con diferentes poblaciones de plantas.

to a altas densidades de siembra, lo que influyó posiblemente, en el rápido decrecimiento de los rendimientos.

La producción total de materia seca fue variable y registró aumentos en las variedades CMC 84 y Llanera, a densidades altas (Figura 5) hasta su estabilización. La densidad óptima de plantas/ha para una mayor producción de materia seca en la variedad de CMC 39, fue de 6.000 plantas/ha<sup>-1</sup>.

El índice de cosecha disminuyó con el aumento de la población de plantas/ha. Esta disminución fue mayor en la variedad CMC 39; en la CMC 84, solo se presentó esta situación cuando las poblaciones fueron de 15.000 plantas/ha (Figura 6). Los resultados obtenidos con Llanera fueron variables, pero mostraron la misma tendencia.

Con relación a la producción de materia seca en las raíces, la variedad CMC 39 tuvo una producción máxima de 11 toneladas de materia seca/ha con una población de 6.000 plantas. Con una población mayor de plantas la producción disminuyó debido a una baja en la producción total de materia seca y del índice de cosecha. La variedad Llanera mostró que tiene un óptimo de población menos pronunciado, produciendo aproximadamente 13 ton/ha<sup>-1</sup> con una población de plantas desde 4.000 plantas por hectárea hasta 20.000 plantas/ha<sup>-1</sup>.

En poblaciones mayores de 4.000 plantas, la producción de materia seca fue constante, pero el índice de cosecha disminuyó rápidamente (Figuras 5 y 6). el mayor rendimiento de raíces secas para la variedad CMC 84 (12 ton/ha<sup>-1</sup>) se obtuvo con poblaciones entre 5.000 y 15.000 plantas/ha. Con más de 15.000 plantas por hectárea, el índice de cosecha/ha<sup>-1</sup> disminuyó rápidamente, por el decrecimiento en el rendimiento de materia seca de la raíz.

A medida que aumentó la población de plantas, el número de raíces aumen-

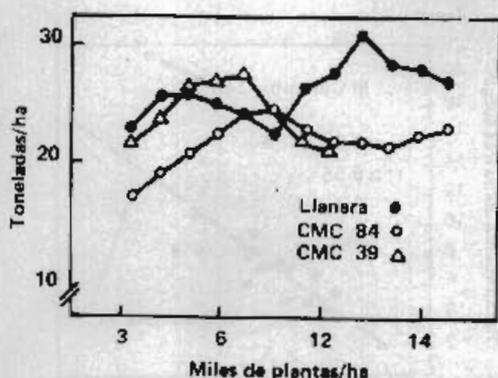


Figura 5. Rendimiento total de materia seca de tres variedades de yuca, después de 11 meses, con diferentes poblaciones de plantas.

de manera similar en todas las variedades, pero el peso unitario por raíz

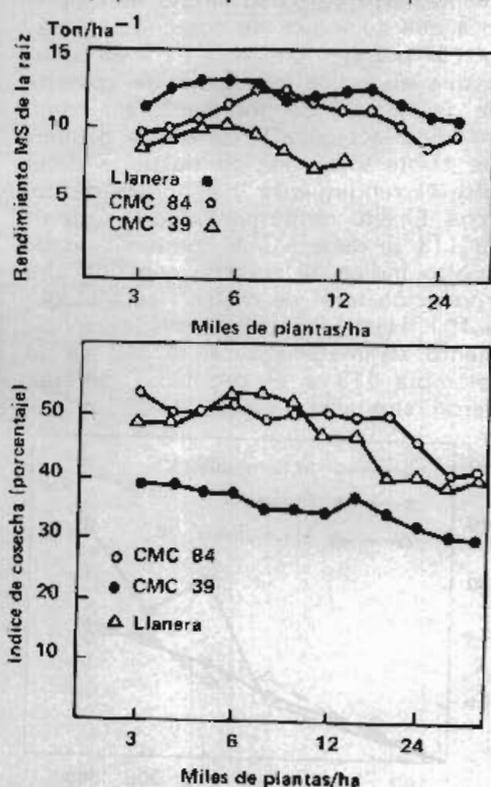


Figura 6. Rendimiento de Materia Seca (MS) en la raíz. Índice de cosecha de tres variedades diferentes con distintas poblaciones de plantas, a los 11 meses después de la siembra.

disminuyó. Por lo tanto, parece que manipulando la densidad de siembra se puede lograr la obtención del tamaño deseado de raíz.

### Características varietales

Se sembraron 44 variedades espaciadas a 0.7 x 0.7 m en parcelas sin replicaciones, empleando estacas de dos nudos para lograr una rápida multiplicación. La cosecha se hizo a los 4, 6, 8, 10 y 12 meses, de plantas localizadas en 20 parcelas (la variedad Llanera se replicó tres veces). Las dos variedades que produjeron mayor rendimiento, M Colombia 113 (66 ton/ha/año) y M Colombia 22 (32 ton/ha/año) se compararon con los resultados promedios de las otras 16 variedades.

La variedad M Colombia 22 produjo un rendimiento precoz alto (26 ton/ha) después de seis meses de la siembra, mientras que la variedad M Colombia 113 (12½ ton/ha) fue solo ligeramente superior al promedio total (9½ ton/ha) (Figura 7). Sin embargo, entre los 6 y los 12 meses, M Colombia 22 solo mostró un limitado aumento en la producción (6.4 ton/ha), mientras que

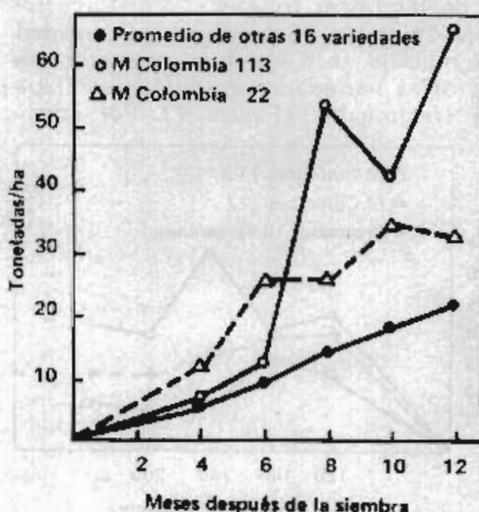


Figura 7. Peso fresco de la raíz de M Colombia 113, M Colombia 22 y promedio de otras 16 variedades, de 4 y 12 meses.

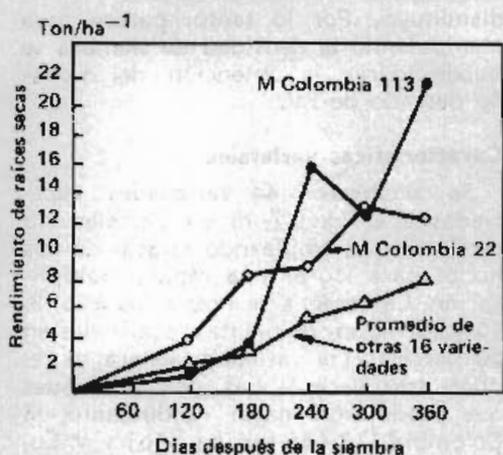


Figura 8. Cambios en el rendimiento de materia seca de la raíz entre los 60 y 360 días después de la siembra de las variedades M Colombia 113 y M Colombia 22, comparadas con el promedio de otras 16 variedades.

M Colombia 113 aumentó hasta 53.2 ton/ha. El promedio de producción de las otras 16 variedades fue de 12.5 ton/ha.

El rendimiento de materia seca, que alcanzó un nivel de 21.6 ton/ha/año en el caso de M Colombia 113, mostró que existe una tendencia similar (Figura 8) al de las raíces frescas.

M Colombia 22 produjo una cantidad de materia seca igual al promedio de las otras variedades en cualquier etapa de crecimiento (Figura 9). Por consi-

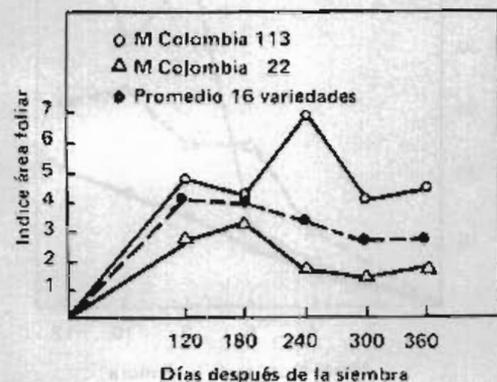


Figura 11. Índice de área foliar de M Colombia 113 y M Colombia 22, comparadas con el promedio de otras 16 variedades.

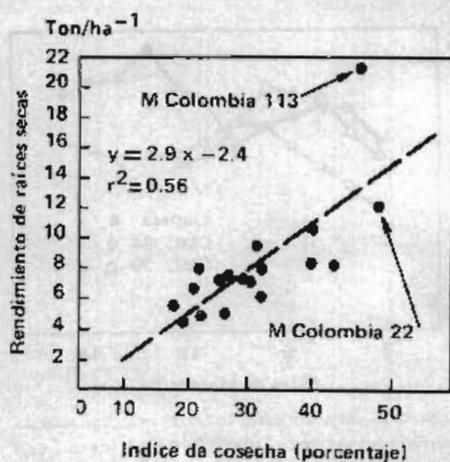


Figura 10. Relación existente entre el rendimiento de raíces secas y el índice de cosecha, 360 días después de la siembra.

guiente, esta variedad rindió más debido a que su índice de cosecha fue mayor (57 por ciento); si se tiene en cuenta que el índice promedio de cosecha fue de sólo un 36 por ciento tal como lo indica la Figura 9, se puede deducir que existe una relación bastante débil entre el rendimiento y el índice de cosecha. El alto rendimiento de M Colombia 113 se debe a una combinación de un alto índice de cosecha con una alta producción total de materia seca (Figura 10). Hasta los seis meses, el rendimiento de materia seca, el IAF de M Colombia 113 y el promedio general, fueron similares (Figura 11). Sin em-

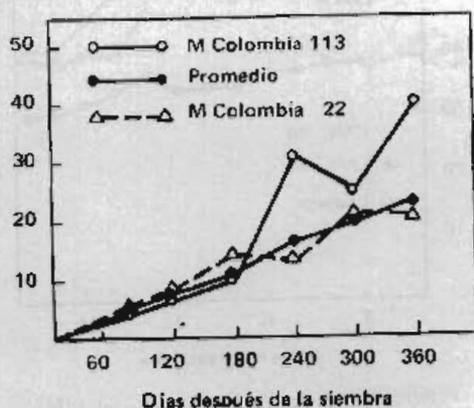


Figura 9. Cambios en materia seca total de M Colombia 113 y M Colombia 22 comparados con el promedio de otras 16 variedades.

bargo, después de seis meses, ocurrió una caída considerable de hojas en las otras variedades en tanto que en M Colombia 113 hubo una buena retención foliar (Figura 11).

Pareciera que para obtener un tipo de planta con alto rendimiento, se necesita una variedad de porte bajo, de poco tallo, con alto índice de cosecha, combinado con una buena capacidad de retención foliar, para que exista un alto IAF desde los seis meses hasta la cosecha.

Con el fin de ahorrar tiempo en el proceso de selección, sería útil seleccionar tipos con alto rendimiento durante el comienzo del ciclo de crecimiento. Infortunadamente, el rendimiento de la raíz seca a los 6 meses no tiene correlación con el obtenido a los 12 meses de la siembra.

### Intercepción de la luz, ángulo foliar y rata de crecimiento del cultivo

La intercepción de la radiación total al mediodía se midió en un ensayo sembrado con surcos dispuestos en forma de abanico, con cuatro variedades que tienen diferente ángulo foliar. Los resultados mostraron diferencias considerables en la pendiente logarítmica de la luz en comparación con el IAF (es decir, el coeficiente de extinción) (Figura 12). Estas diferencias se relacionaron con la medida del ángulo foliar obtenida al mediodía (Figura 13).

La rata de crecimiento se estudió, sembrando, con un espaciamiento de 1 x 1 m, dos variedades con diferentes hábitos de crecimiento foliar: M Colombia 1148, de hojas largas y delgadas que se caen fácilmente y M Colombia 12, con hojas delgadas en posición horizontal. El IAF se modificó mediante la

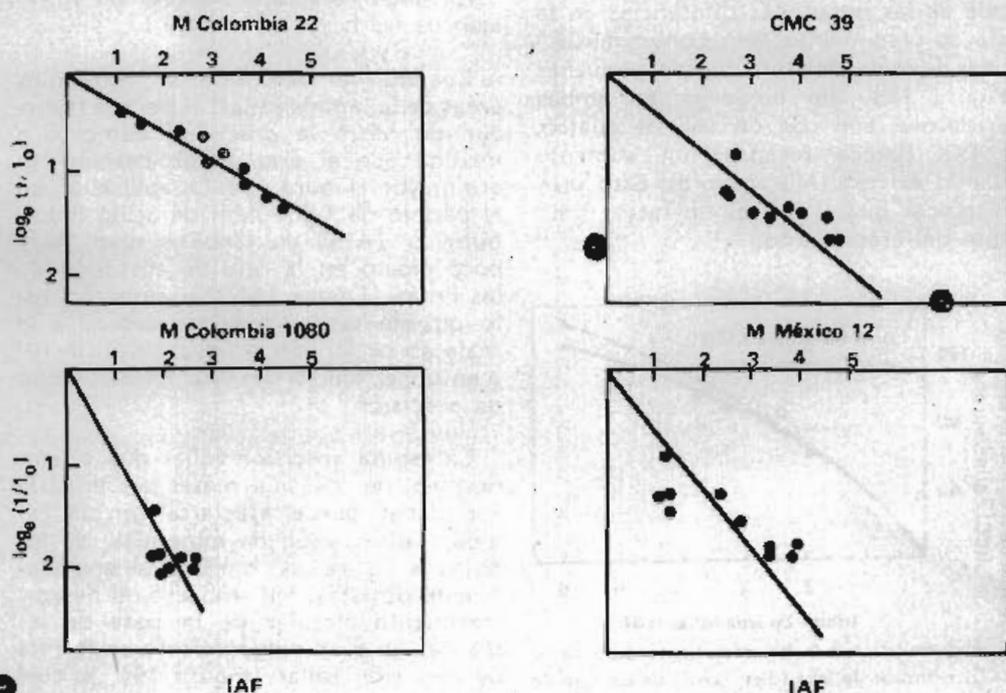


Figura 12. Relación que existe entre la intercepción de luz y el índice de área foliar (IAF) de cuatro variedades de yuca ( $I_0$  = radiación recibida sobre las plantas;  $I$  = radiación interceptada por las plantas)

## Caída de las hojas

Las hojas de yuca normalmente tienden a caerse después de que las plantas tienen seis meses, reduciéndose el IAF y la producción total de materia seca. Con el fin de comprender mejor este fenómeno, se estudiaron los efectos de varios tratamientos en el periodo de la caída de las hojas. La remoción de la parte apical de la planta a los 38 y 55 días aumentó el tiempo de la abscisión de las hojas, con relación a las plantas testigo. La remoción del ápice en otras especies de plantas retarda frecuentemente la caída foliar. Al cubrir las hojas con papel plateado para evitar la recepción de luz, se aceleró la caída de las hojas. De manera similar, al remover la lámina foliar o una parte de ella se aceleró la tasa de caída de hojas. Sin embargo, la poda de las hojas superiores para permitir la entrada de mayor cantidad de luz a las hojas inferiores, no tuvo ningún efecto en la tasa de abscisión de las hojas (Cuadro 1).

Cuando se descubrieron diferentes áreas de la lámina foliar, el tiempo transcurrido hasta la abscisión aumentó a medida que el área foliar descubierta era mayor (Figura 15). La aplicación en el pecíolo de 1.000 ppm de ácido indolbútrico (AIB) en lanolina tuvo muy poco efecto en la tasa de abscisión de las hojas (Figura 15). Sin embargo, esto posiblemente puede ser debido a la mala absorción del producto o al incremento del efecto del AIB en el tiempo de abscisión.

La rápida abscisión foliar que ocurre después de los seis meses en muchas variedades puede asociarse con la rápida translocación de minerales, de las hojas a las raíces, durante el engrosamiento de éstas. Sin embargo, el descortezamiento circular de la base de las plantas no tuvo ningún efecto en la tasa de abscisión foliar (Figura 15), lo cual indica que una supresión repentina de la translocación de minerales de las hojas a las raíces no es la causa directa de la caída foliar.

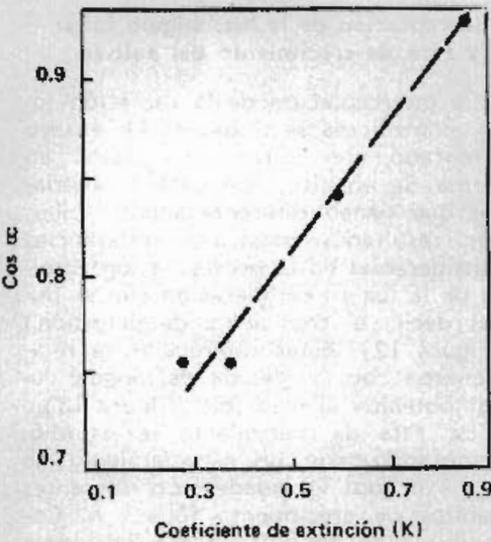


Figura 13. Relación que existe entre el coeficiente de luz (K) y el coseno del ángulo foliar ( $\cos \alpha$ ).

poda de las hojas. Las diferencias en la tasa de crecimiento del cultivo (RCC) como función del IAF, fueron pequeñas (Figura 14). Sin embargo, en ambas variedades, aún con un IAF de cuatro, la RCC parece registrar un aumento cuando existen IAFs mayores. Esto puede indicar que el IAF es un factor limitante del crecimiento.

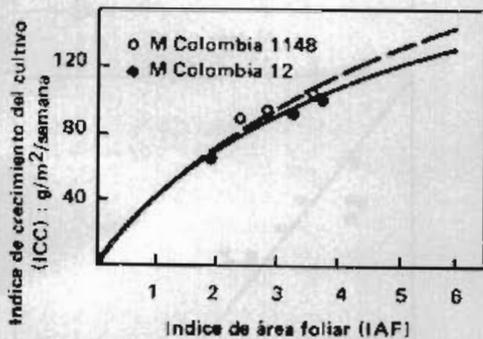


Figura 14. Índice de crecimiento del cultivo (ICC) e Índice de área foliar (IAF) de un tipo de planta con hojas caídas (M Colombia 1148) y de un tipo de planta con hojas que se desarrollan horizontalmente (M Colombia 22).

Cuadro 1. Efecto de diferentes tratamientos en la caída de las hojas en la variedad M Colombia 32 (tiempo expresado en días)

Tratamiento	Plantas a las que se ha removido el ápice	Plantas con ápice	Media
Testigo	55	38	46.5
Remoción de todas las hojas menos cinco	58	32	45.0
Cinco hojas cubiertas con papel plateado	9	8	8.5
Cinco hojas recortadas dejando poca superficie foliar	18	17	17.5
Cinco hojas recortadas dejando solo peciolo	7	7	7.0

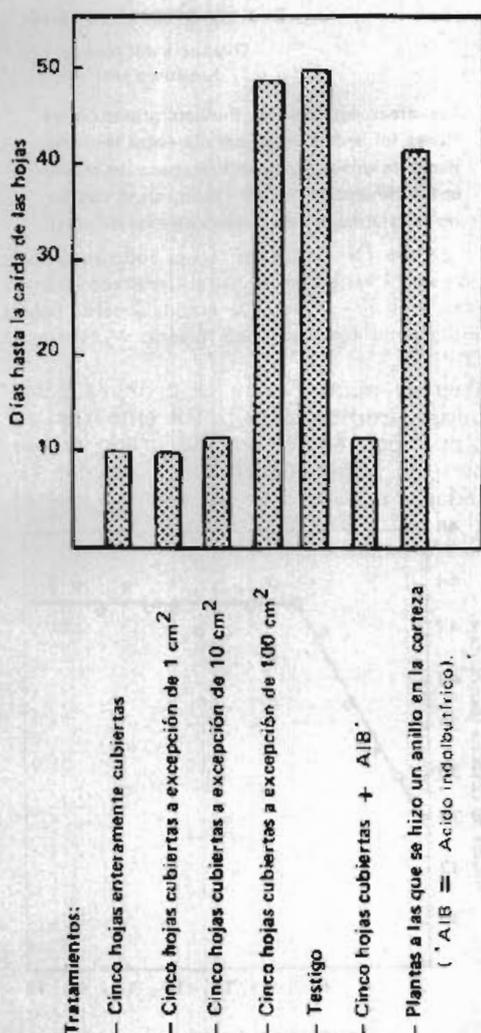


Figura 15. Efecto de varios tratamientos, a partir de 0 a 50 días, sobre la caída de las hojas de las plantas

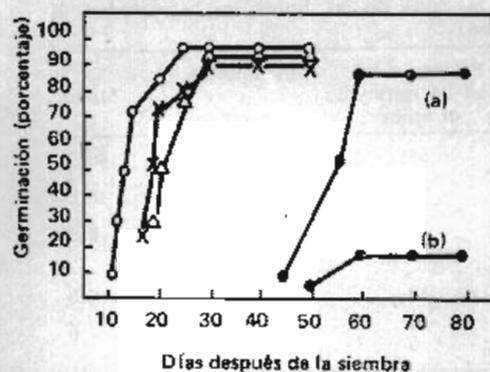
### Efectos del fotoperíodo y de la temperatura

El efecto del fotoperíodo y de la temperatura en la yuca se estudió sembrando simultáneamente 12 variedades de yuca en terrenos de la sede del CIAT (1.000 msnm) y en otros tres sitios con alturas aproximadas de 1.500, 2.000 y 2.300 msnm. Se obtuvo la temperatura máxima y mínima de cada lugar a las 6 y 13 horas. La temperatura media del CIAT fue de 26°C, aproximadamente y la del lugar más alto fue de solo 16°C.

La germinación (emergencia de los cogollos) se retardó al disminuir la temperatura (Figura 16) pero, exceptuando las variedades M Colombia 22 y Llenera, la temperatura tuvo poco efecto en la rata final de emergencia. Al disminuir la rata de crecimiento en temperaturas bajas, el porte y la producción foliar de las plantas fueron igualmente bajas.

La producción final de las raíces a los nueve meses disminuyó marcadamente; al decrecer la temperatura (menos de 20°C), el cultivo de la yuca debe limitarse (Figura 17).

Con el fin de determinar los efectos generales de un largo fotoperíodo en la yuca, estas mismas 12 variedades se sembraron en la sede del CIAT, suministrándoles hasta 15 horas de luz. Se observó la producción de botones florales en las axilas de las ramificaciones del ta-



a) Promedio de 10 clones.  
 b) Promedio de M Colombia 22 y Llanera  
 Altura (m s n m en cuatro localidades)  
 ○ 1.000      △ 2.000  
 X 1.500      ● 2.300

Figura 16. Germinación de estacas de yuca en cuatro localidades a diferentes alturas sobre el nivel del mar (m s n m).

llo principal. Estos botones florales abortaron con frecuencia, a comienzos de su crecimiento. Los días largos no tuvieron ningún efecto en el período de iniciación floral (determinado por el número

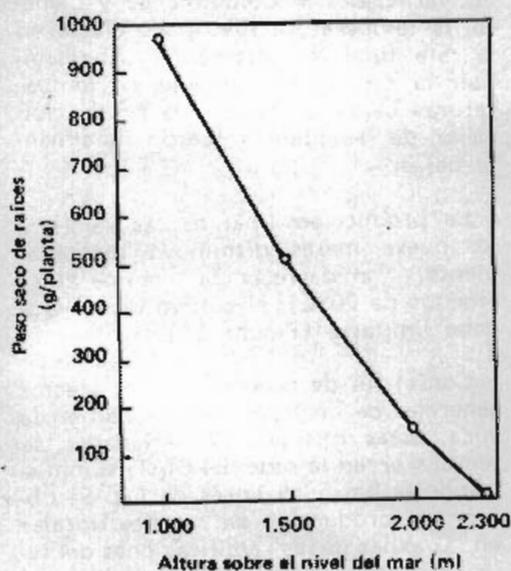
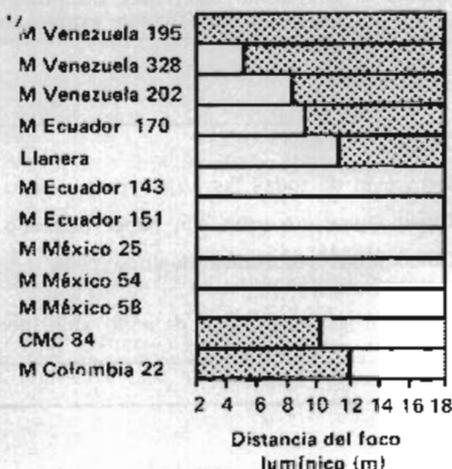


Figura 17. Efecto de la temperatura en la producción de yuca. Promedio de 12 variedades.



Las áreas sombreadas indican presencia de flores (el orden de secuencia entre las variedades es arbitrario y se hizo para un mayor entendimiento. Por tal razón, en el campo, no se estableció este orden entre variedades).

Figura 18. Efecto del fotoperíodo en la floración de 12 variedades de yuca. Resultados sobre la exposición a 15 hr/día de luz, de acuerdo con la distancia del foco lumínico (plantas de 9 meses de edad).

de nudos hasta la primera y segunda ramificaciones). Sin embargo, el fotoperíodo afectó en alto grado el número de semillas formadas: algunas variedades produjeron más semillas y otras

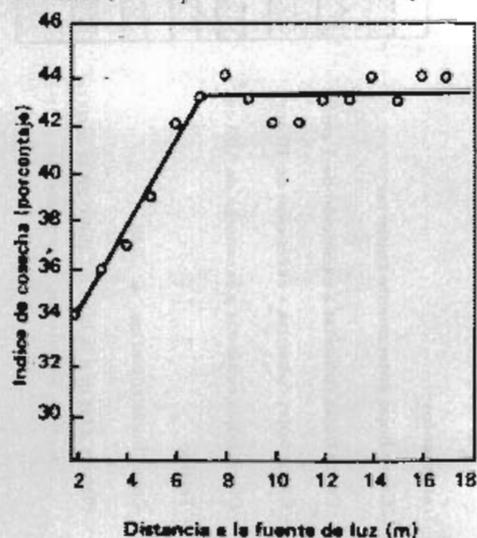


Figura 19. Efecto de los días largos en el índice de cosecha. Promedio de 12 variedades a los nueve meses de la siembra.

menos en los días largos (Figura 18). Por lo tanto, los cambios en la duración del día pueden ser útiles para aumentar la producción de semillas en ciertas variedades, lo cual puede ayudar en un programa de mejoramiento; sin embargo, esto no altera el tiempo necesario para la iniciación floral.

Mediante un trabajo previo realizado en invernadero, se determinó que la yuca tiene un menor rendimiento radical cuando se expone a días largos. Los resultados de campo confirmaron estos resultados (Figura 19). Esta disminución en el rendimiento no fue causada por la presencia de menos raíces, sino por el decrecimiento del tamaño de las mismas. Las variedades que van a sembrarse en latitudes extremas de los trópicos, deben probarse con el fin de determinar su respuesta al fotoperíodo.

#### Relaciones en el rendimiento total en yuca

Con el fin de evaluar la importancia relativa de las fuentes de carbohidratos y el rendimiento total, se aplicaron diferentes tratamientos a plantas de yuca, después de tres meses de la siembra (Cuadro 2). El rendimiento de materia seca de la raíz decreció considerablemente al disminuir el número de raíces (Cuadro 3). Esto se debió, en parte, a una disminución en la producción total de materia seca y a una marcada reducción en el índice de cosecha. Aparentemente, la planta de yuca no forma

Cuadro 2. Tratamientos aplicados a la planta de yuca (variedad CMC 84), para evaluar la importancia relativa de la fuente de carbohidratos

1. Testigo
2. La mitad de las raíces engrosadas cortadas a los tres meses
3. La mitad de las raíces engrosadas cortadas desde los tres meses y la otra mitad a los 3½ meses
4. El ápice cortado repetidamente desde los tres meses hasta el fin de la cosecha
5. La mitad de las hojas removidas desde los tres meses y posteriormente
6. Plantas sombreadas con 50 por ciento de luz natural desde los tres meses hasta la cosecha.

nuevas raíces con capacidad de engrosamiento después de los primeros tres meses de crecimiento. Esto está demostrado por el reducido número de raíces gruesas formadas (dos por planta) cuando las plantas sufrieron un corte total en esta clase de raíces. También, la aparente inefectividad de los otros tratamientos en la producción final de raíces gruesas, indica que el número de raíces gruesas por planta se determina en las primeras etapas de crecimiento o, si no hay suficientes raíces gruesas en una planta, el rendimiento decaerá.

Tanto el tratamiento de sombra como el de poda de las hojas causó una baja en el rendimiento, lo cual hizo resaltar la importancia de las fuentes de carbohidratos en el rendimiento total. La ligera disminución en rendimiento, como

Cuadro 3. Componentes del rendimiento de la yuca en la prueba de fuentes de carbohidratos (variedad CMC 84)

Tratamiento	Rendimiento de raíces secas (ton/ha)		Número de raíces gruesas/planta	Peso seco de la parte aérea (g/planta)	Peso seco de las raíces (g)	Caída de las hojas (por planta/semana)
	Indice de cosecha					
1. Testigo	14.0	49	9.4	1,420	152	18
2. Mitad de las raíces cortadas	8.6	43	6.6	1,090	129	11
3. Todas las raíces cortadas	1.6	14	2.0	780	63	22
4. Apice cortado	10.6	54	8.4	900	125	8
5. Mitad de las hojas cortadas	11.9	56	8.1	950	150	5
6. Con 50% de sombra	8.4	39	9.1	1,350	96	13

resultado de la poda de hojas, se debe probablemente a un menor índice de hojas caídas en este tratamiento. Esto indica que el principal problema al tratar de aumentar el IAF en la yuca, puede estar más asociado con la retención de hojas que con su producción.

Cuando se suministró sombra a las plantas, hubo una disminución en el índice de cosecha aunque no en el peso. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de espaciamiento, los cuales muestran que, cuando hay competencia, la distribución de materia seca es menos favorable.

### Contenido de ácido cianhídrico (HCN)

Durante el año 1973, se evaluó el banco de germoplasma en busca de niveles cero de HCN con resultados negativos. Se encontró que para seleccionar niveles bajos de HCN, es más práctico determinar el contenido de HCN en la hoja que en la raíz de las plántulas. Pero la relación entre el contenido de HCN de las hojas y el de las raíces es bastante variable, lo que sugiere posibilidades de error (Figura 20). Sin embargo, de las 61 variedades probadas, la que contenía menos HCN en las hojas (380

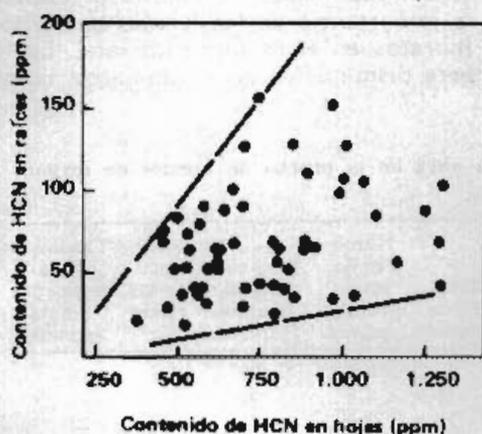


Figura 20. Relación entre el contenido de ácido cianhídrico en las hojas y en las raíces, incluyendo 61 clones.

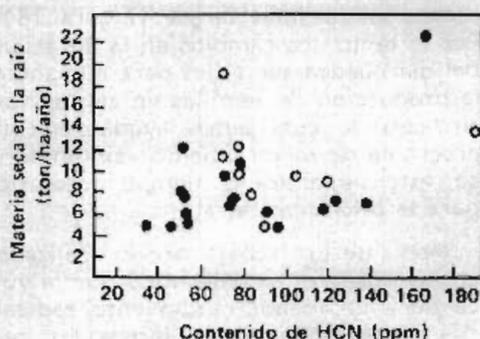


Figura 21. Relación entre el rendimiento de la raíz (materia seca) y el contenido de cianuro en diferentes clones. Información obtenida de dos ensayos diferentes.

ppm) ocupaba el tercer lugar entre las que contenían menos HCN en la raíz (23 ppm). Además, la que ocupó el segundo lugar entre las que contenían menos HCN en las hojas (410 ppm) resultó ser la que contenía menos HCN en la raíz (10 ppm).

Con frecuencia se cree que las variedades dulces de yuca, de bajo contenido de HCN, rinden menos que las variedades amargas. En la Figura 21 se presentan los resultados de dos experimentos que indican la existencia de variedades que tienen simultáneamente altos rendimientos y bajo contenido de HCN.

### Ensayo sobre rendimiento

Con el fin de determinar rendimientos entre variedades, se sembraron nueve en un ensayo replicado. Los resultados aparecen en el Cuadro 4. Como se indicó en el Informe Anual del CIAT, 1972, la variedad M Colombia 22 resultó ser una de las más promisorias por su rendimiento y otras características útiles. Esta variedad es fácil de cosechar, tiene un alto contenido de materia seca y un bajo nivel de HCN. Su rendimiento, más alto que 19 ton/ha de materia seca por año, muestra que la yuca es una planta productora eficiente de carbohidratos.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en el ensayo de variedades después de un año de observaciones

Variedad	Rendimiento (ton/ha)	Rendimiento Feso seco (ton/ha)	Porcentaje de materia seca	Contenido de HCN (ppm)
M Colombia 22	46.4	19.1	40.8	62
CMC 84	40.8	14.3	35.1	194
Llanera	35.0	12.1	34.4	69
Llanera roja	28.8	9.9	34.2	70
M Colombia 65	29.0	11.6	40.0	62
M Colombia 645	25.8	9.6	36.3	96
Extranjera	24.6	8.0	32.5	76
M Colombia 463	23.3	9.1	39.0	110
M Panamá 64	16.5	5.0	37.9	82

### Producción de forrajes

Los cogollos de yuca se emplean en algunos países (Brasil y Zaire) para el consumo humano y en otros (Brasil), para la alimentación animal. Para investigar la productividad potencial de la yuca como productora de forraje se sembró la variedad Panamá 31 en un ensayo preliminar a dos espaciamientos (0.3 x 0.3 y 0.6 x 0.6 m). La totalidad de la parte superior de la planta se colectó en cada cosecha. Las muestras se tomaron a los 90 días después de la siembra en algunas parcelas y luego a los 173 días, después del retoño. En otra serie de parcelas se cosechó a los 120 días.

Los datos sobre rendimiento de forraje aparecen en el Cuadro 5. Los rendimientos de proteína fueron altos, particularmente en espaciamientos entre plantas de 0.3 x 0.3 m con dos cosechas. Parece que al demorar la primera cosecha no hay aumento en el rendimiento proteínico, posiblemente a causa de una disminución en el nivel proteínico. Un espaciamiento reducido produjo los mayores rendimientos de materia seca y de proteína.

Se deduce que la yuca puede tener un potencial grande como productora de forraje, pero se requiere una mayor investigación para determinar su valor real nutritivo.

Cuadro 5. Producción de forraje de la variedad M Panamá 31

Distancia de siembra (cm)	Primera cosecha (90 días)		Segunda cosecha (163 días)		Cosecha única (120 días)	
	30 x 30	60 x 60	30 x 30	60 x 60	30 x 30	60 x 60
Forraje seco (ton/ha)	5.8	3.1	6.0	5.1	8.2	6.6
Proteína (ton/ha)	1.3	0.7	1.2	0.9	1.3	1.3
Contenido proteína (porcentaje)	22	22	20	18	16	19
Materia seca ton/día-1/ha-1	0.065	0.035	0.080	0.068	0.089	0.055

## PROPAGACION \*

### Enraizamiento de cogollos

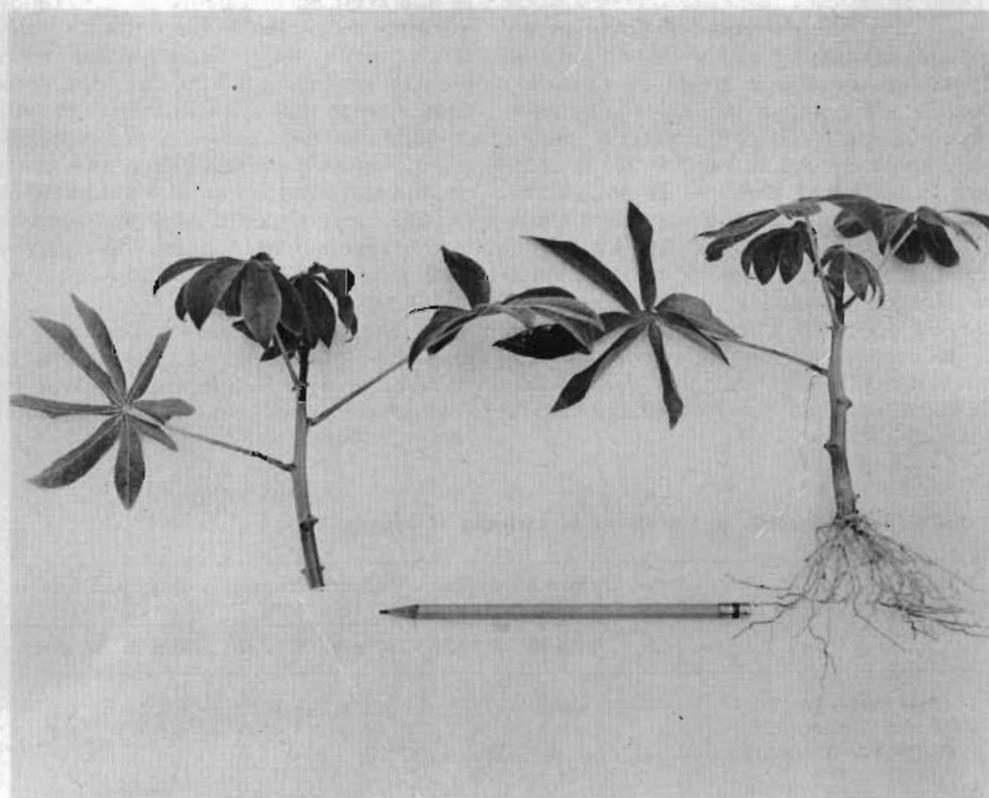
Un sistema rápido de propagación de la yuca consiste en el uso de cogollos para enraizar. Los experimentos hechos en cámaras automáticas de humedad intermitente demostraron que cogollos de 8 cm producidos de cangres de tallo maduro, sembrados horizontalmente, enraizan fácilmente (ver fotografía inferior). Aunque bajo estas condiciones de humedad una alta proporción

de las yemas nodales se convirtió en rebrotes, el dominio apical previno el crecimiento de muchos de éstos y les impidió convertirse en brotes suficientemente grandes para emplearlos en el enraizamiento. Los resultados mostraron que la mejor manera de solucionar este problema consiste en el empleo de cangres cortos, de dos nudos solamente. De esta manera, se obtiene la mayor eficiencia en términos de rebrotes por yema nodal.

### Rebrote de retoños

Se obtuvo un rebrote de retoños después de cortar aquellos previamente formados con cuchilla esterilizada en 3 por ciento de hipoclorito de sodio, dejando 8 cm de tallo sobre el corte original. Esta parte del tallo que se dejó sin cor-

\* Estos estudios son parte de la tesis de doctorado que D. W. Wholey, becario de investigación en el CIAT, presentará a la Universidad de las Indias Occidentales en Trinidad y Tobago.



Estacas de yuca, antes y después del enraizamiento, bajo condiciones húmedas.

**Cuadro 6. Comparación entre la temperatura del aire y la humedad relativa bajo llovizna artificial y en una cámara de propagación**

	Temperatura del aire °C		Humedad relativa (HR) %		
	Máx.	Mín.	Máx.	Min.	Horas/día con HR 80%
Bajo llovizna	32.3	20.2	96.0	42.5	14.0
En cámara de propagación	45.1	32.8	99.0	39.5	15.5

tar, emitió un número adicional de retoños. Este proceso de poda y rebrote podría repetirse hasta que se agoten las reservas del tallo. Investigaciones en las que se emplearon cangres de dos nudos, demostraron que en el tejido del tallo existen cantidades suficientes de los principales nutrimentos (N, P y K) para estimular la producción de cogollos a una rata constante de un cogollo por nudo, cada tres semanas. Después de 16 semanas, se obtuvo una producción de más de cuatro cogollos por nudo.

#### Condiciones de ambiente para la propagación

La instalación de cámaras de propagación con humedad relativa controlada es costosa y requiere un suministro constante de electricidad y de agua. La calidad del agua es también importante, pues altas concentraciones de sal pueden causar daño a los cangres. Se ideó

un "semillero" que consistió en un techo de polietileno sobre una cama cercada por bloques de concreto con orificios llenos de agua (ver foto inferior, pág. 84). La humedad dentro de la cerca de concreto fue similar a la humedad en la cámara (Cuadro 6). La temperatura fue alta, pero los 45°C registrados al mediodía no indujeron daño alguno a las plantas. La producción de cogollos en el "semillero" (Cuadro 7) fue más rápida.

#### Enraizamientos de rebrotes

Si los retoños (rebrote) se siembran en las cámaras o "semilleros" antes descritos, las raíces aparecen en el corte basal de los retoños después de 10-12 días de sembrados. A los 7 días, el desarrollo radical es suficiente para permitir su transplante a macetas de turba con suelo (ver foto superior pág. 84). Diez días después, las plántulas así obtenidas pueden transplantarse directamente al campo.

**Cuadro 7. Efecto del ambiente de propagación y del tamaño de los retoños después de 40 días (variedad Llanera), expresado en brotes por nudo**

Tamaño del retoño	Llovizna intermitente	Cámara de propagación	Media del ambiente de propagación
1 nudo	0.9	1.1	1.1
2 nudos	0.7	1.4	1.1
10-cm longitud	0.5	0.9	0.7
20-cm longitud	0.5	0.9	0.7
Media	0.6	1.1	0.9

D M S (P = 0.05)

Entre retoños = 0.23

Entre ambientes de propagación = 0.15

Estos rebrotes enraizan rápidamente en el semillero. La arena o el suelo esterilizados, con una buena estructura de agregados que permita el suficiente paso del aire, suministra un medio adecuado de enraizamiento. Es más fácil sembrar los retoños directamente en materas de turba llenas de arena ya que allí pueden enraizar rápidamente y luego pueden trasiadarse estas plantas directamente al campo. Las raíces perforan las materas de turba después de 15 días del enraizamiento.

### **Establecimiento en el campo de los retoños enraizados**

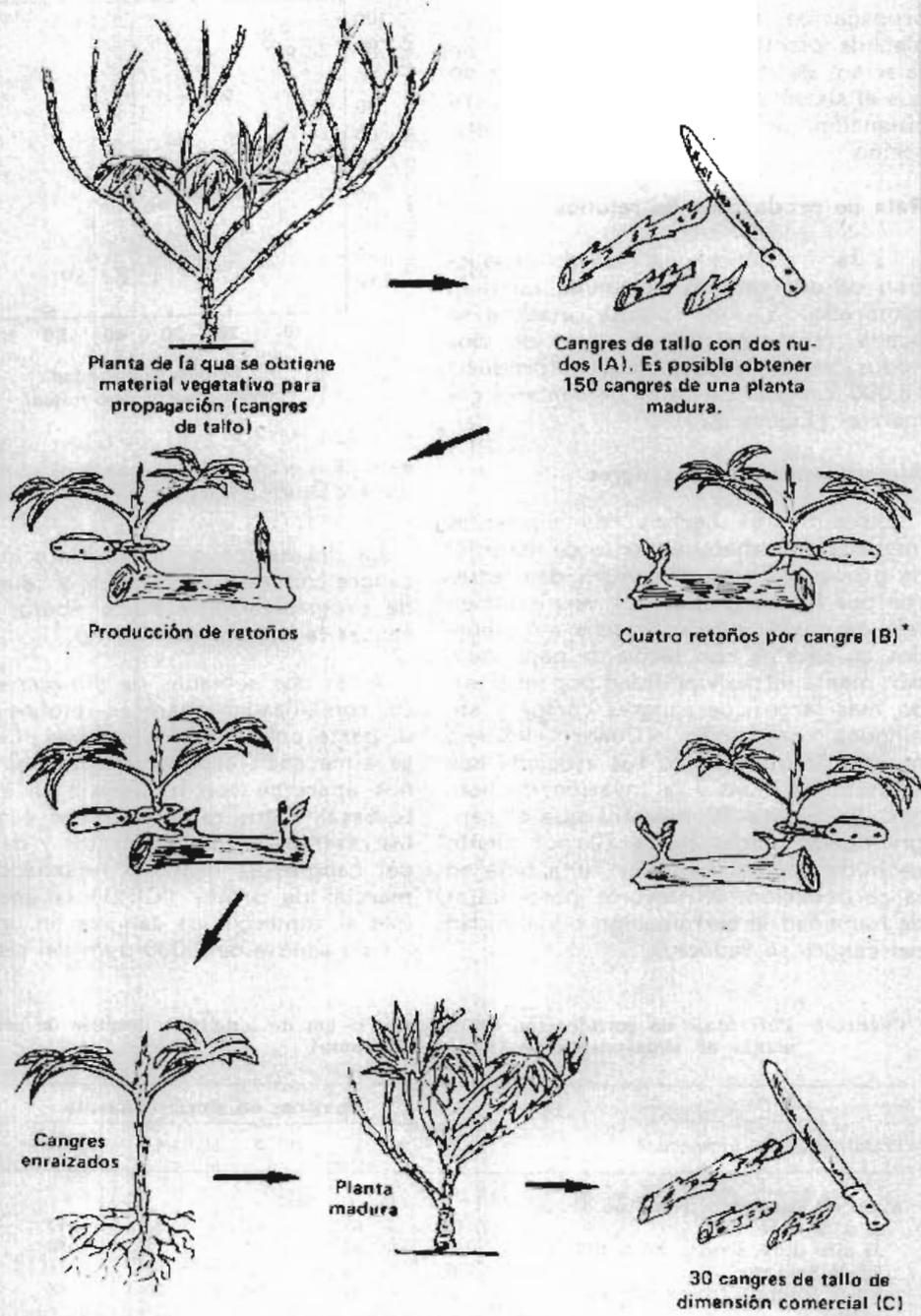
Las investigaciones han demostrado que si las plántulas tienen una humedad adecuada durante las dos primeras semanas del trasplante en el campo, más de un 90 por ciento de ellas sobrevivirá. Este sistema se emplea en el CIAT para obtener una rápida propagación de cultivares del banco de germoplasma con el fin de obtener suficiente material de



**Estaca enraizada lista para ser transplantada en el campo. (Fotografía: J.C. Lozano).**



**Sistema de propagación de plantas de yuca utilizado actualmente en el CIAT.**



Tasa de multiplicación  $(A \times B \times C) = (150 \times 4 \times 30) = 18.000$

\* De cada nudo se obtienen dos retoños [dato obtenido de un experimento recientemente realizado].

Figura 22. Diagrama que ilustra el sistema de propagación de yuca que ha establecido el CIAT utilizando cangres de tallo.

propagación. No se recomienda el empleo de plántulas de retoños para instalación de cultivos comerciales, sino que el sistema se use estrictamente para obtención rápida de material de propagación.

### Rata de producción de retoños

Es fácil obtener una rata de producción de dos retoños por nudo de tallo sembrado. Si una planta madura se puede cortar en 150 cangres de dos nudos, en un año se podrían producir 18.000 cangres de tallo de tamaño comercial (Figura 22).

### Almacenamiento de cangres

Experimentos hechos con diferentes métodos de almacenamiento de material de propagación en el campo, demostraron que los cangres largos, envueltos en tela de costal yute o fique y almacenados en casetas con techo de paja, pueden mantener su viabilidad por un tiempo más largo que cangres cortos y sin ninguna protección (Cuadro 9). La muerte de los cangres fue asociada con la deshidratación y la invasión de hongos. La Figura 23 muestra que el cangre puede perder hasta 10 por ciento de humedad sin registrar una baja en la germinación. A mayores porcentajes de humedad la germinación o viabilidad del cangre se reduce.

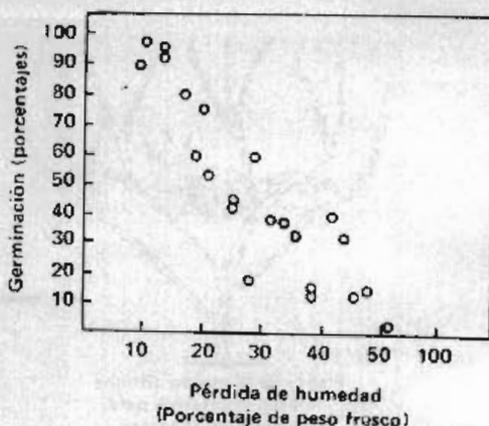


Figura 23. Relación entre la pérdida de humedad y la germinación de cangres de 15 cm de longitud (variedad Llanera).

La desecación o deshidratación del cangre comienza en el ápice y se extiende progresivamente hacia abajo, hasta causar la muerte del mismo.

A las dos semanas de almacenamiento, comienzan a aparecer retoños hacia la parte apical de los cangres. Cuando se almacenan cangres largos, los retoños aparecen con frecuencia en el corte basal. Estos retoños crecen y gastan las reservas de carbohidratos y de agua del cangre. Al usar un retardador comercial de brotes (CIPC) se encontró que al sumergir los cangres en una solución acuosa de 1.000 ppm del retarda-

Cuadro 8. Porcentaje de germinación de cangres (15 cm de longitud) después de seis semanas de almacenamiento (variedad Llanera)

Tratamiento al almacenar	Semanas en almacenamiento					
	1	2	3	4	5	6
<b>Almacenados como trozos de 60 cm</b>						
Al aire libre	83	63	63	58	33	45
Al aire libre, trozos envueltos	95	98	83	78	53	60
En la sombra	98	75	83	65	50	40
En la sombra, trozos envueltos	85	93	70	80	65	68
<b>Almacenados como trozos de 15 cm</b>						
Al aire libre	93	53	18	13	3	0
Al aire libre, trozos envueltos	90	75	43	38	15	13
En la sombra	95	75	45	38	33	15
En la sombra, trozos envueltos	98	80	60	60	33	40

dor, por cinco minutos, se evitó el brote de retoños por un período de cuatro semanas. Los cangres se mantuvieron en bolsas de polietileno con el fin de no perder el efecto del retardador por volatilización.

### Producción comercial de material de propagación

En experimentos hechos con espaciamientos sistemáticos se encontró que la producción de material de propagación comercial disminuyó de 97 cangres de 15 cm por planta, producidos con 2.38 mil plantas/ha, a 10 cangres por planta cuando se sembraron 55.9 mil plantas/ha (variedad Llanera). La investigación del efecto de la edad de la planta en la producción y en la viabilidad de los cangres, demostró que el número de cangres por planta aumenta hasta los 10½ meses de edad (variedad Llanera).

Si se desea producir en el campo material de propagación a partir de pocos cangres, la siembra debe espaciarse ampliamente y las plantas deben dejarse crecer durante un año, antes del corte, para obtener material de propagación. Si no se desea una producción máxima, el material de propagación puede cosecharse después de seis meses de crecimiento. A esta edad, todas las partes del

tallo carentes de hojas, tienen capacidad similar de germinación exceptuando al cangre basal de plantas de 12 meses de edad, el cual muestra un reducido índice de germinación (Cuadro 9).

### MEJORAMIENTO VARIETAL

El programa de fitomejoramiento de yuca en el CIAT comenzó formalmente a principios de este año. Los objetivos de este programa son: 1) seleccionar variedades que tengan: un alto rendimiento de almidón por unidad de tiempo, bajo contenido de ácido cianhídrico, resistencia a enfermedades e insectos, que sean fáciles de cosechar y que tengan amplia adaptabilidad; 2) suministrar material genético a otros programas de mejoramiento de yuca y 3) diseñar métodos eficientes para el mejoramiento genético de la yuca.

### Colección de germoplasma

En la etapa de formación del CIAT se recolectaron aproximadamente 2.700 clones de yuca cultivados en Colombia, Venezuela, Ecuador, México, Panamá, Puerto Rico, Brasil y Perú (Cuadro 10). La mayor parte de la colección procedente del Perú se eliminó a causa de la presencia del virus del mosaico común brasileño. Otra parte considerable de la colección procedente de Colombia, Panamá y

Cuadro 9. Número de retoños y su aptitud para enraizar de acuerdo con la edad de las plantas de que fueron tomados (variedad Llanera)

Edad de las plantas (en meses)	Número de retoños por planta	Germinación (porcentaje)
12	25*	97 -
10½	25	99
9	19	100
7½	16	99
6	16	97
4½	7	88

\* Media de cinco replicaciones

+ Media de cuatro replicaciones.

**Cuadro 10. Introducciones de plantas cultivadas de yuca que se han incluido en la colección del CIAT**

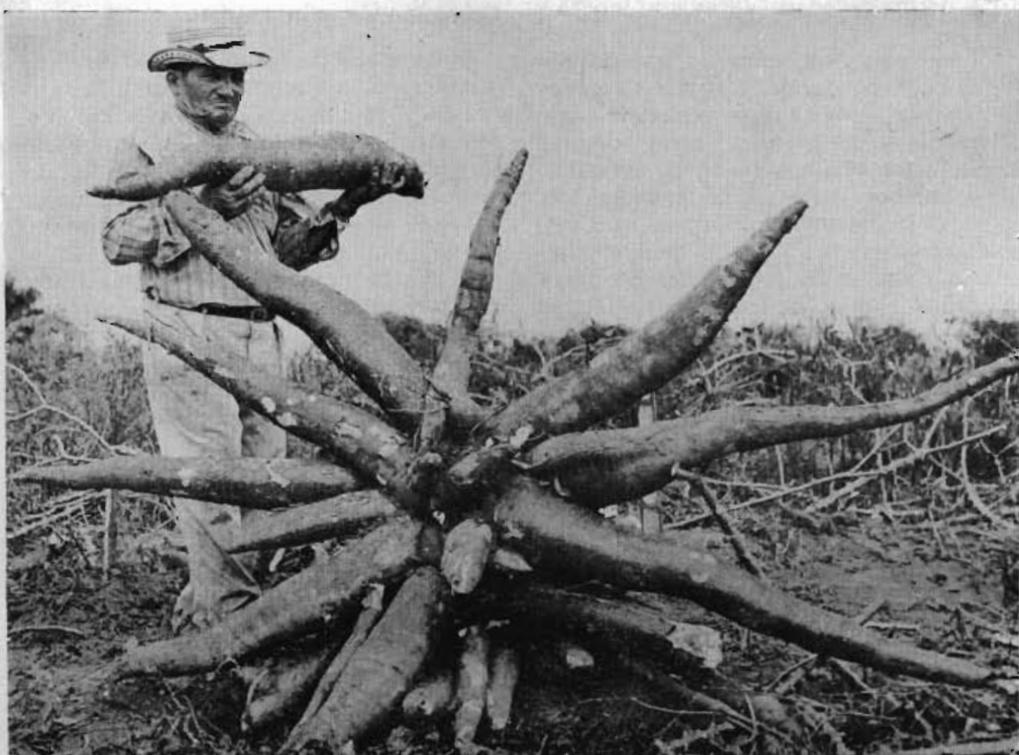
País de origen	No. de clones colectados	No. de clones que aún se mantienen en la colección
Colombia	1,830	1,580
Venezuela	241	241
Ecuador	196	195
México	67	63
Panamá	118	19
Puerto Rico	60	16
Brasil	9	9
Perú	175	2
<b>Total</b>	<b>2,696</b>	<b>2,129</b>

Puerto Rico se perdió debido a problemas de salinidad en el campo y por una epifitotia de añublo bacterial durante el período de mantenimiento. El número

total de introducciones nuevas ahora es de 2.129 cultivares. El número de colecciones brasileras es muy reducido no obstante el propósito de obtener de Brasil un mayor número de colecciones, ya que en este país existe una amplia variabilidad genética. Esto se debe a ciertas regulaciones cuarentenarias; sin embargo, se ha hecho un continuo esfuerzo para introducir variaciones genéticas de Brasil en forma de semilla sexual.

### Evaluación de germoplasma

Para evaluar el germoplasma del CIAT se sembraron 10 cangres de cada introducción del germoplasma, a una distancia de 1.4 m entre introducción y de un metro entre cangre (7.000 plantas por ha). Se están colectando varios datos agronómicos que incluyen rendimiento radical y peso de la parte aérea de la



En la colección de germoplasma del CIAT hay varios tipos de plantas de yuca con enormes raíces; estos tipos de planta resultan ser de poco valor agronómico y escasa utilización práctica ya que el rendimiento por planta disminuye considerablemente cuando la siembra de la plantación se hace demasiado cerca.

planta, a los 6 y a los 10 meses de la siembra (Cuadro 11). También se ha hecho un análisis preliminar de rendimiento radical, peso total de la planta e índice de cosecha con 630 introducciones, seis meses después de la siembra.

Se encontró que existe una gran variación genética respecto a las características más importantes (Figuras 24, 25 y 26). Aproximadamente, la mitad del total de introducciones rindieron más que los dos clones testigo: Llanera, que es una variedad común de la zona, y M Colombia 22, que es un cultivar promisorio. La mayoría de las introducciones tuvo un peso total mayor por planta que los dos clones testigo. Esto se debe en parte a la competencia intergenotípica. Cuando la variedad M Colombia 22, de porte bajo (aproximadamente 106 cm), se bordeó con tipos altos, tuvo un rendimiento bajo (aprox. 1.7 kg/planta) pero cuando estuvo rodeada de tipos bajos el rendimiento fue alto (aprox. 3.6 kg/planta) (Figura 27). Por consiguiente, se deduce que el efecto de la competencia intergenotípica es bastante significativo después de seis meses de la siembra, inclusive a espaciamientos de 1.4 m entre los surcos.

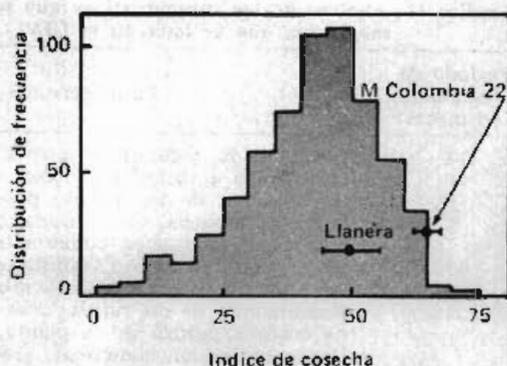


Figura 25. Distribución de frecuencia de 630 clones en índice de cosecha, a seis meses de la siembra.

La combinación del error experimental *per se* y de los efectos de la competencia intergenotípica dio como resultado una considerable variación en el rendimiento radical y en el peso total de la planta con los clones testigos (Figuras 24 y 26). Sin embargo, el error experimental y el efecto de la competencia fueron factores relativamente pequeños en el índice de cosecha (Figura 25). Esto confirma que el índice de cosecha es un excelente criterio de selección en un

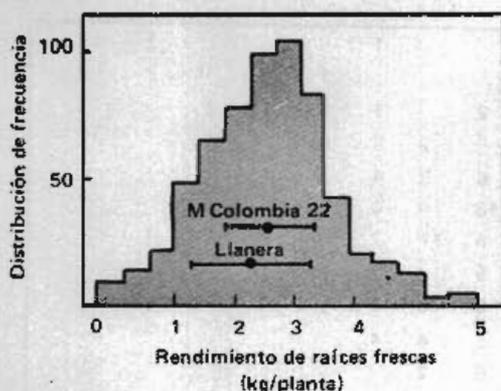


Figura 24. Distribución de frecuencia de 630 clones en el rendimiento de las raíces, a seis meses de la siembra.

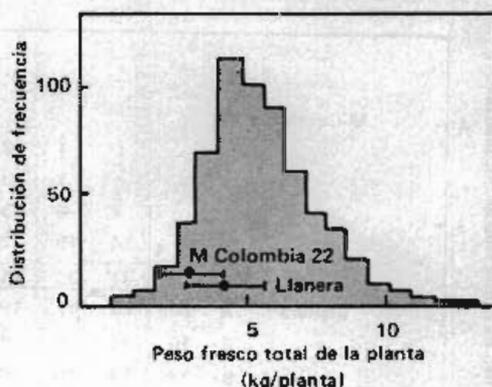


Figura 26. Distribución de frecuencia de 630 clones en el peso total de la planta, a seis meses de la siembra.

Cuadro 11. Algunas de las características que se toman en cuenta en la evaluación de germoplasma que se hace en el CIAT

Periodo de crecimiento (en meses)	Características agronómicas observadas
0-3	Germinación, vigor de la planta, floración
4-6	Resistencia a thrips y a mosca del cogollo; floración
6	Rendimiento de las raíces; peso total de la parte aérea de las plantas; índice de cosecha; altura de las plantas; número del total de raíces y de las que tienen utilización comercial; gravedad específica de las raíces.
6-10	Hábito de crecimiento (ramificado y otros); tamaño de hoja; retención de las hojas, resistencia a los ácaros, floración.
10	Rendimiento de las raíces, peso total de la parte aérea de la planta, índice de cosecha, altura de la planta, número del total de raíces y de las que tienen utilización comercial; gravedad específica de las raíces, facilidad de cosecha, longitud de la raíz, longitud del tallo, contenido de nitrógeno y de ácido cianhídrico, susceptibilidad de las raíces a la descomposición.

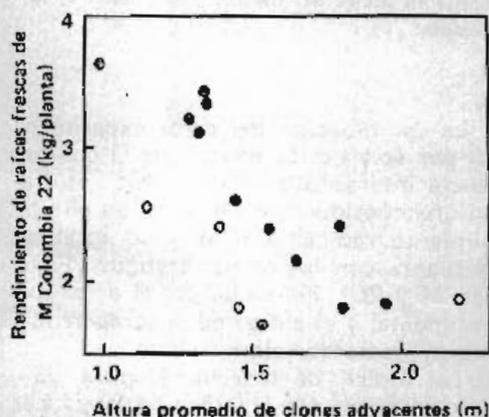


Figura 27. Efecto de la altura de clones adyacentes en el rendimiento de M Colombia 22.

Como era de esperarse, tanto el peso total de la planta como el índice de cosecha contribuyeron de manera significativa en el rendimiento radical (Figuras 28 y 29). Parece que el peso total de la planta y el índice de cosecha no están interrelacionados (Figura 30). Pero como el índice de cosecha está por lo menos parcialmente asociado con la producción de materia seca, no es posible que ocurra una recombinación genética completamente independiente entre el índice de cosecha y el peso total de la planta, especialmente cuando la selección de plantas con buen rendimiento

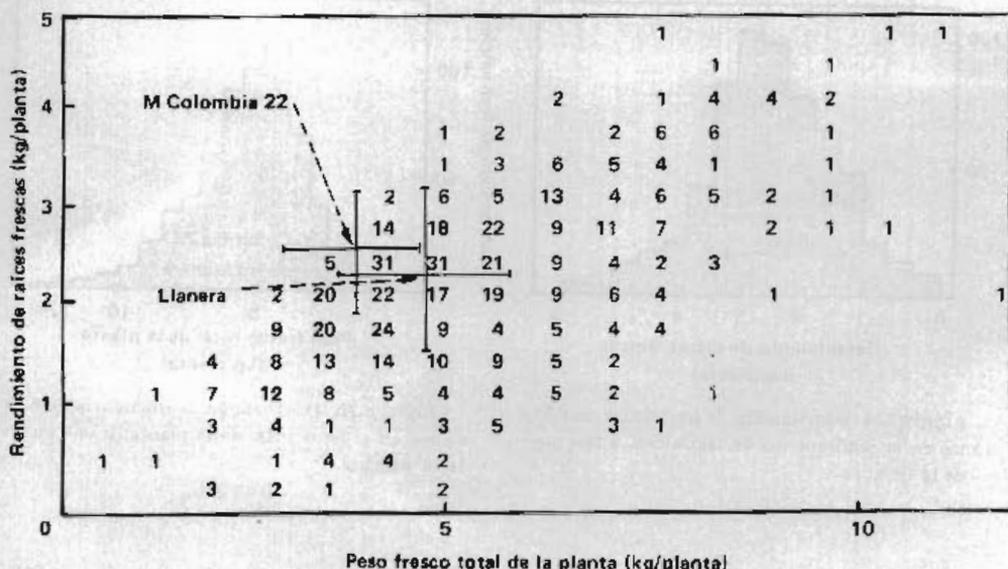


Figura 28. Relación entre el peso total de la planta y el rendimiento de raíces en 630 clones, seis meses de la siembra.

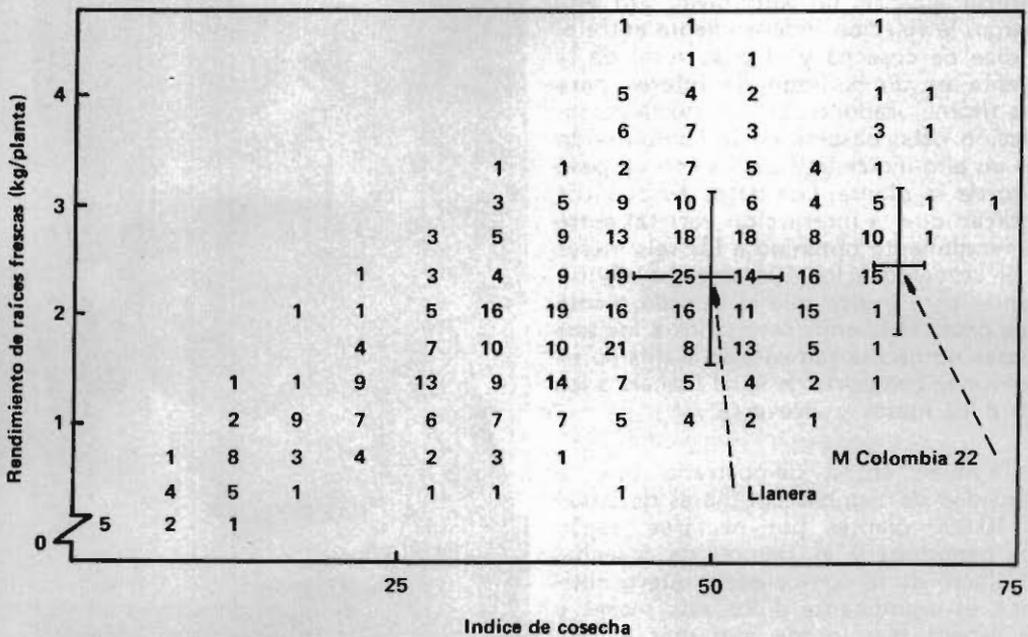


Figura 29. Relación entre el índice de cosecha y el rendimiento de raíces, en 630 clones, seis meses de la siembra.

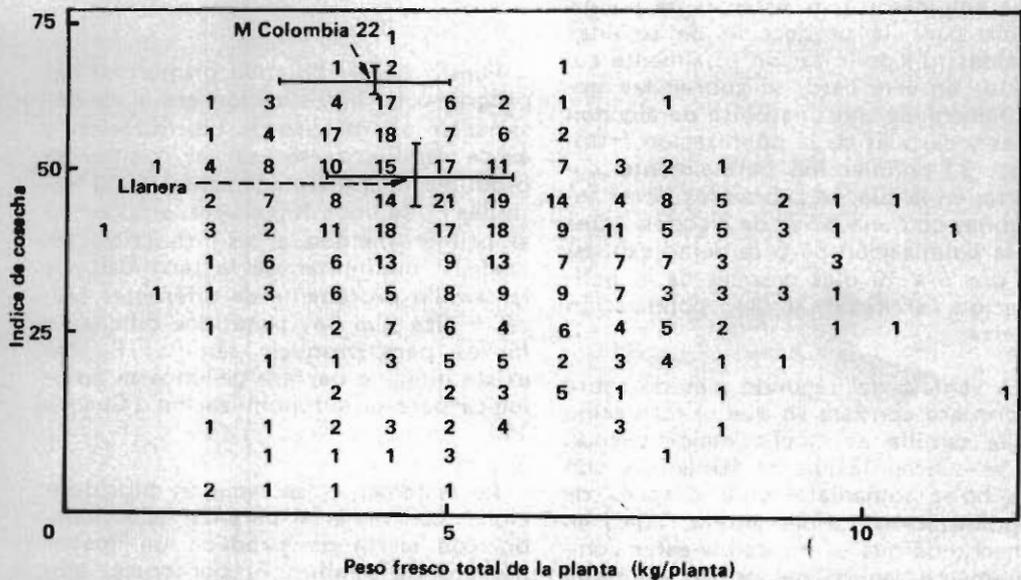


Figura 30. Relación entre el peso total de la planta y el índice de cosecha, en 630 clones, seis meses de la siembra.

radical alcanza un alto nivel. Sin embargo, la relación independiente entre el índice de cosecha y el peso total de la planta es un hallazgo de interés para los fitomejoradores. La estrategia de selección debe basarse en la combinación de un alto índice de cosecha con un peso alto de la planta. Los datos fisiológicos indican que la interacción varietal entre el rendimiento obtenido a los seis meses y el obtenido a los 12 meses es significativa. Esto indica que el tipo de planta que produce buenos resultados a los seis meses no necesariamente es el mismo tipo que se comporta de igual manera a los 10 ó 12 meses y viceversa.

También se ha demostrado que la densidad de siembra óptima es de 5.000 a 10.000 plantas por hectárea, según los genotipos y el tiempo de cosecha. El efecto de la competencia intergenotípica es significativa a los seis meses y se espera que lo sea aún más en los meses siguientes.

## Hibridización

Se emplearon tres sistemas de polinización para la producción de semillas híbridas: 1) polinización totalmente cubierta; en este caso, se cubren las flores femeninas con una bolsa de algodón antes y después de la polinización artificial; 2) polinización parcialmente cubierta, en la cual se cubren las flores femeninas con una bolsa de algodón antes de la polinización pero se dejan expuestas por 6 a 10 días después de la polinización artificial y 3) polinización abierta.

La ventaja del segundo método sobre el primero consiste en que la formación de la semilla es mucho mejor cuando no se cubren las flores femeninas con una bolsa inmediatamente después de la polinización. La desventaja radica en el hecho de que es imposible estar completamente seguro del origen parental, por la posibilidad de contaminación con polen externo después de hacer la polinización artificial.



Mediante el empleo de técnicas de fitomejoramiento se obtienen en el CIAT materiales mejorados de yuca.

Puesto que el objetivo primordial del programa de hibridización era el de desarrollar un método de hibridización y el de familiarizarse con el mismo, se produjeron aproximadamente 8.000 semillas  $F_1$  de unos 500 cruces, empleando el primer método antes descrito. Un análisis preliminar de la fertilidad de la semilla procedente de diferentes cruces indica que hay genotipos difíciles y fáciles para producir semillas  $F_1$ . No existe ninguna barrera genética ni fisiológica para la autopolinización (Cuadro 12).

Recientemente, se hicieron hibridaciones con material parental seleccionado con el fin de producir un mayor número de semillas  $F_1$  por cruce, empleando el segundo método. El Cuadro 13 contiene una lista del material parental empleado con más frecuencia.

Cuadro 12. Ejemplo de fertilidad de la semilla en distintos cruces (bajo el sistema de polinización totalmente cubierta)

Progenitores de los cruces	Número de flores polinizadas	Número de semillas obtenidas	Promedio de semilla obtenida por flor *
Llanera x Llanera	602	18	0.030
M Ven 128 x M Ven 128 +	146	1	0.007
Extranjera x Extranjera	116	82	0.707
M Ven 179 x M Ven 179	28	32	1.143
Llanera x M Col 988	45	0	0.000
Llanera x M Col 508	73	8	0.110
Llanera x M Col 1313	50	21	0.420
Llanera x M Col 1147	125	65	0.520
M Col 1313 x Llanera	39	7	0.180
M Col 1147 x Llanera	83	74	0.892
M Ven 179 x Extranjera	75	73	0.973
M Col 1313 x M Col 1147	62	66	1.065
M Col 1147 x Extranjera	54	70	1.296

\* Cada flor femenina tiene capacidad de producir hasta tres semillas.

+ Abreviaciones empleadas en este cuadro: Ven = Venezuela; Col = Colombia.

### Plántulas

Las semillas de algunos cultivares (por ejemplo, Llanera) germinan en el campo sin ningún tratamiento especial. Sin embargo, existen diferencias varietales en la germinación. Al romper la

testa o epidermis y cubrir el "semillero" con plástico transparente por dos días, la rata de germinación aumentó considerablemente en muchos cultivares. Las plántulas son extremadamente susceptibles a los ataques de enfermedades, tales como la antracnosis, y de

Cuadro 13. Características de algunos progenitores de cruces representativos

Progenitores de los cruces	Índice de cosecha	Peso total de la planta	Cosecha tempranera	Facilidad de cosecha	Resistencia a la bacteriosis	Resistencia al daño de thrips
M Colombia 22	+ +		+	+		
M México 55	+ +		+	+		
M Colombia 914	+ +					
M Colombia 113	+	+				
M Venezuela 307	+	+				
M México 58		+	+			
M Colombia 9		+				+
M Colombia 340		+				+
M Colombia 348		+				+
M Colombia 1313		+ +				
M Colombia 1879		+ +				
M México 25		+ +				
M Colombia 647					++	
M Colombia 687					+ +	

insectos, como el pulgón, durante los primeros dos meses después de la germinación.

Se han sembrado en el campo aproximadamente 4.000 plántulas: la mitad de las semillas corresponden a polinizaciones controladas y el resto a semillas procedentes de polinización abierta. En el futuro se estudiará la eficiencia de la selección de plántulas y el efecto del material parental en el comportamiento de poblaciones  $F_1$  y subsiguientes, antes de establecer un método para selección de progenies.

## FITOPATOLOGIA

### Añublo bacterial de la yuca

Los estudios sobre añublo bacterial se concentraron en la etiología de los agentes causales de esta enfermedad en Africa y en América. También se hicieron estudios sobre diseminación, supervivencia, control y evaluación de pérdidas causadas por aislamientos americanos del añublo bacterial.

### Estudios comparativos de los organismos causales del añublo bacterial de la yuca \*

La presencia del añublo bacterial registrado recientemente en Africa produciendo síntomas similares a los descritos en América, indica que la enfermedad es debida al mismo agente causal. Con el fin de hacer esta determinación, se inició un estudio con siete aislamientos americanos (Brasil, Colombia y Venezuela) y siete africanos (Nigeria, Zaire, Malawi y Mauricio), cultivos tipos de *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Starr y el cultivo tipo de *X. cassavae* Wieche y Dowson.

Las características de los diferentes aislamientos en 22 medios distintos revelaron que, con excepción de *X. cassavae*, todos los aislamientos produjeron colonias similares. Los estudios fisiológicos y los resultados serológicos preliminares indicaron que, con excepción de *X. cassavae*, los aislados del añublo bacterial de Africa y América pertenecen a la misma especie bacterial.

### Diseminación

Cuando se aplicaron insecticidas a las parcelas no infectadas que se hallaban cerca de la fuente de infección, se redujo el índice de infección. Por otra parte, al emplear atrayentes se aumentó la infección en un 14 por ciento. Esto indica que los insectos desempeñan un papel secundario en la diseminación del añublo bacterial y que ésta se efectúa principalmente (78 por ciento) por salpicaduras producidas por agua de lluvias. Los resultados preliminares indican que los insectos son sólo diseminadores mecánicos del patógeno.

### Supervivencia de la bacteria

Los estudios hechos sobre la supervivencia del añublo bacterial en desechos de yuca, mostraron que esta especie bacterial puede sobrevivir más de siete meses en tallos necrosados almacenados a 24°C con una humedad relativa de 80-87 por ciento. En aislamientos de tejidos foliares infectados y de peciolos, no se encontraron células del patógeno después de 35 y 70 días, respectivamente, bajo las mismas condiciones ambientales. Sin embargo, se encontró una concentración relativamente alta de células bacteriales ( $3.5 \times 10^8$  células/g) en desechos de yuca sobre la superficie del suelo de plantaciones infectadas, pero se encontró una menor concentración ( $1.9 \times 10^7$  células/g) en los primeros cinco centímetros de la capa del mismo suelo. Al tomar muestras de suelo, a mayor profundidad, no se aisló ninguna célula del agente causal del añublo bacterial.

\* Este trabajo es parte de la tesis de doctorado que Tunde Ikotun presentará al Colegio Imperial de Ciencia y Tecnología, de Londres.

En plantaciones severamente infectadas, al quemar los desechos y arar el terreno, incorporar las raíces al suelo mediante arado y eliminar las socas, no se encontró ningún rastro del organismo causal del añublo bacterial después de 90 días de hecho el tratamiento.

### Control

**Certificación de la semilla.** Previamente, se demostró que el añublo bacterial puede diseminarse de un área a otra mediante el empleo de cangres infectados (ver Informe Anual del CIAT 1972). A este método de diseminación se atribuye la persistencia de la enfermedad entre una estación de cultivo a la otra.

En esta publicación se describe un método de enraizamiento de cogollos para la producción de plantas libres del añublo bacterial (ver Informe Anual del CIAT, 1972). El uso de este método y el de prácticas culturales puede servir de base para un programa de certificación de material de propagación libre del patógeno. Este método de producción de plantas libres del añublo bacterial por enraizamiento de cogollos podría servir como fuente de material para todo programa de certificación de "semilla" de yuca, tal como se describe en la Figura 31. Podrían obtenerse plantas libres del añublo bacterial para propagación comercial de variedades existentes con características deseables y aun de aquellas variedades que están afectadas por la enfermedad.

**Eradicación del añublo bacterial de plantaciones infectadas.** El añublo bacterial se erradicó del CIAT mediante la producción de material de propagación libre de bacterias y el empleo de prácticas culturales y sanitarias. Con base en esta experiencia y en los resultados generales de las investigaciones relacionadas con el comportamiento ecológico del añublo bacterial, se sugiere llevar a cabo las siguientes recomendaciones para la erradicación de esta enfermedad:

1) Si se va a introducir a la finca material libre de añublo bacterial, se recomienda la previa destrucción de todas las plantaciones que puedan estar infectadas, a menos que la distancia entre ellas y las nuevas plantaciones sea mayor de un kilómetro. Algunas variedades son tolerantes pero no inmunes al añublo bacterial. Algunas variedades tolerantes pueden no presentar los síntomas característicos de la enfermedad y sí alojar el organismo causal, y, por lo tanto, constituir un peligro potencial como fuente de inóculo.

2) Para prevenir la diseminación de la enfermedad de plantaciones infectadas a plantaciones no infectadas, es necesario emplear herramientas e imple-

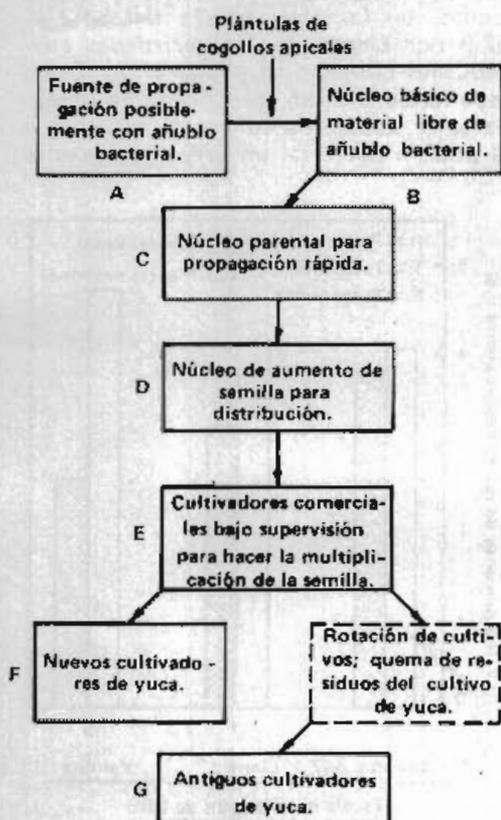


Figura 31. Esquema sugerido para la erradicación del añublo bacterial de la yuca.

mentos desinfectados. La superficie de las herramientas, las botas y otros posibles portadores, tales como las ruedas de los vehículos, deben esterilizarse con una solución del 5 por ciento de formaldehído comercial.

3) Los desechos que quedan sobre el terreno de una plantación infectada pueden ser una fuente de inóculo en el suelo, que puede infectar a plantíos subsiguientes. Por consiguiente, se debe evitar la siembra de nuevo material inmediatamente después de cosechar yuca infectada (Cuadro 14). El agente causal del añublo bacterial no compite bien con otros microorganismos en el suelo y puede eliminarse mediante la rotación de cultivos o dejando el terreno libre del hospedero durante un período de seis meses. Deben quemarse todos los residuos de yuca infectados al hacerse la rotación.

4) Se recomienda mantener considerables distancias entre las plantaciones sanas y las infectadas, debido al peligro de diseminación que existe por salpicaduras de lluvia transportadas por el viento, agua de irrigación o drenaje y otros medios diseminantes. Los insectos también pueden ser agentes diseminadores del agente causal del añublo bacterial a cortas distancias.

**Variedades resistentes y cálculo de pérdidas causadas por la enfermedad.** Se ha determinado la respuesta de otros 150 cultivares de yuca del CIAT al añublo bacterial, por inoculación artificial de aislamientos de Colombia. Los índices de resistencia—susceptibilidad fueron variables.

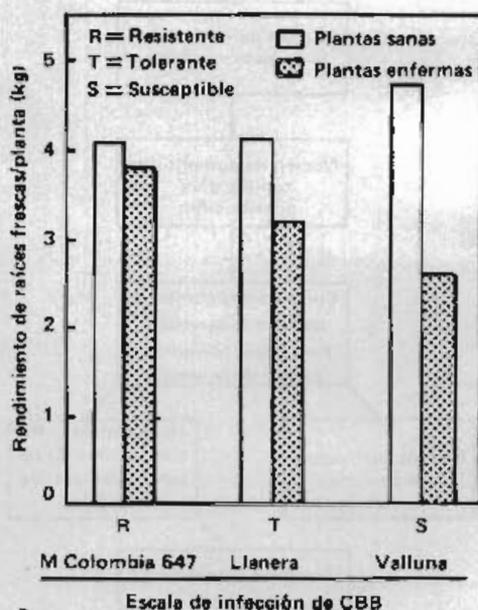
Se hizo una evaluación del rendimiento de tres variedades resistentes, dos tolerantes y cuatro susceptibles, bajo condiciones de infección de campo. Las variedades se inocularon por aspersión con una suspensión bacterial de  $1.3 \times 10^9$  células/ml, tres meses después de la siembra (Cuadro 15 y Figura 32). El rendimiento bajó del 7.6 al 14.4 por ciento, después de 7 meses, en las varie-

**Cuadro 14. Permanencia de la bacteriosis en el suelo, y efecto del periodo de tiempo transcurrido entre la arada y la siembra en la aparición de la bacteriosis**

Tiempo transcurrido entre la arada y la siembra (en días)	Porcentaje de plantas enfermas		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
0	30*	35	28.5
30	6.5	18.5	3.5
60	6.5	6.5	0
90	0	0	0

\* Media de tres replicaciones; 20 plantas por parcela.

dades resistentes; del 22.5 al 27.3 por ciento, en las tolerantes y del 34.2 al 57.0 por ciento, en las variedades susceptibles (Cuadro 15 y Figura 32). Estos resultados indican que puede recomendarse el empleo de cultivares resistentes al añublo bacterial en áreas seriamente



**Figura 32. Reducción en el rendimiento de tres cultivares con distinto grado de susceptibilidad a CBB.**

Cuadro 15. Rendimiento de algunos cultivares susceptibles a la bacteriosis (CBB) y de otros resistentes a la misma enfermedad <sup>1</sup>

Cultivar	Clasificación por resistencia a la bacteriosis*	Rendimiento de las raíces frescas/planta (kg)		Reducción en el rendimiento de las raíces (porcentaje)
		Sin inocular	Inoculadas	
Valluna	S*	4.74	2.61	44.94
M Colombia 22	S	2.90	1.67	42.41
M Colombia 1073	S	2.77	1.19	57.04
M Mex 25	S	4.36	2.87	34.17
M Colombia 808	T	3.48	2.53	27.30
Llanera	T	4.17	3.23	22.54
M Colombia 1184	R	4.33	3.87	10.62
M Colombia 667	R	4.45	3.81	14.38
M Colombia 647	R	4.10	3.79	7.56

1. La inoculación de la enfermedad se hizo atomizando una suspensión bacterial de  $1.3 \times 10^8$  células/ml. La inoculación se hizo tres meses después de la siembra y el rendimiento de las plantas se evaluó siete meses después de la inoculación.

\* S = Susceptible; T = Tolerante; R = Resistente  
DMS (1%): 4.7.

infectadas, donde la enfermedad es endémica y su erradicación requiere un programa masivo coordinado.

Las investigaciones realizadas para determinar el rendimiento (raíces frescas) de una variedad susceptible al añublo bacterial (Valluna), con y sin la enfermedad, demostraron que la producción se redujo en un 46 por ciento (de 47 a 25 toneladas/ha) por el uso de material infectado para propagación. Estos resultados indican la necesidad de emplear "semilla" sana de yuca durante la instalación del cultivo y también las posibles pérdidas que ocasiona esta enfermedad, cuando las condiciones ambientales favorecen su diseminación e incidencia en una misma plantación.

#### Manchas foliares inducidas por *Phyllosticta* (Phoma)

Esta enfermedad se presenta frecuentemente en las áreas yuqueras frías de Colombia, Brasil, Asia y Africa. Durante la estación lluviosa y cuando la temperatura es menor de 25°C, la enfermedad causa una defoliación severa en las va-

riedades susceptibles y, algunas veces, la muerte descendente parcial o total de las plantas.

La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas foliares grandes de color marrón, con bordes indefinidos. Estas lesiones se encuentran comúnmente en las puntas o en los bordes de los lóbulos foliares y a lo largo de la vena principal y de otras venas secundarias. En el haz de la hoja, las lesiones contienen anillos concéntricos de picnidios color marrón. Con frecuencia estos anillos desaparecen de las lesiones viejas porque los picnidios maduros son arrastrados por el agua de lluvia. En estos casos, las lesiones son uniformemente marrones, parecidas a las causadas por *Cercospora*. En el envés de la hoja, se producen pocos picnidios; las lesiones tienen una apariencia uniforme de color marrón.

Bajo condiciones de alta humedad relativa, las lesiones pueden cubrirse de micelio marrón-grisáceo. También, en el envés de la hoja, las venas y venillas que se encuentran alrededor de las le-

siones se necrosan y forman franjas negras que irradian de éstas. Las lesiones crecen, causan añublo foliar y, finalmente, toda la hoja y el pecíolo se necrosan tomando un color marrón oscuro. En este estado, las hojas se marchitan y se caen produciéndose una extensa defoliación. Cuando la infección es severa, el hongo ataca los cogollos induciendo muerte descendente. Los tallos infectados toman un color marrón y con frecuencia se cubren de picnidios.

Observaciones hechas en el campo indican que las hojas inferiores maduras pueden ser más resistentes que las hojas superiores jóvenes. Sin embargo, se han observado síntomas severos de la enfermedad en hojas jóvenes, en hojas maduras y en las partes verdes del tallo.

La producción de picnidios en diferentes medios artificiales es relativamente baja o nula, pero usando un medio con frijol lima-agar hubo una profusa formación de picnidios en anillos concéntricos. Estos picnidios son de color marrón oscuro, globosos y aparecen individualmente o en racimos. Las picniosporas son cortas, hialinas, unicelulares y de forma ovoide o alargada.

La generación de picniosporas está relacionada con la temperatura (Cuadro 16). No hubo germinación de picniosporas a temperaturas superiores a los 28°C; la temperatura óptima para su germinación fue de 20°C a 25°C. De igual manera, la infección artificial se llevó a cabo solo cuando se inocularon las plantas y se mantuvieron a temperaturas inferiores a 22°C, durante los primeros dos días de la inoculación. Cuando las plantas se mantuvieron a 26°C o más, no se presentó ninguna infección. Los primeros síntomas aparecieron a los 10 días después de la inoculación a temperaturas de 15°C a 22°C. Las lesiones fueron mayores cuando las plantas se mantuvieron a 25°C, que cuando se mantuvieron a 15°C y 20°C.

Cuadro 16. Efecto de la temperatura en la germinación de picniosporas de *Phyllosticta* sp.

Temperatura (°C)	Germinación (%)
15	38.4
20	95.9
25	97.1
26	91.7
28	77.4
30	0

\* Promedio de tres replicaciones con más de 300 esporas cada una.

La concentración de picniosporas parece afectar la germinación (Cuadro 17), posiblemente por la producción de compuestos autoinhibidores. Esto es de especial importancia en la patogénesis puesto que, para obtener mejores resultados, debe corregirse la concentración del inóculo antes de la inoculación. Además, la concentración de esporas tuvo una correlación significativa con el número de lesiones por lóbulo (Cuadro 18). Cuando el inóculo tuvo una con-

Cuadro 17. Efecto de la concentración en la germinación de picniosporas de *Phyllosticta* sp.

Concentración (esporas/ml)	Germinación (%)
$9 \times 10^4$	48*
$5 \times 10^4$	83
$2 \times 10^4$	91
$1 \times 10^4$	97
$6 \times 10^3$	97
$3 \times 10^3$	95
$1.5 \times 10^3$	93
$7 \times 10^2$	97

\* Promedio de cinco replicaciones con más de 80 esporas cada una.

**Cuadro 18. Correlación entre el número de lesiones por lóbulo foliar y la concentración de esporas en *Phylloticta* sp.**

Concentración (esporas/ml)	Número de lesiones por lóbulo foliar
5 x 10 <sup>4</sup>	6*
4 x 10 <sup>4</sup>	13
3 x 10 <sup>4</sup>	14
1.6 x 10 <sup>4</sup>	13
8 x 10 <sup>3</sup>	11
4 x 10 <sup>3</sup>	6
2 x 10 <sup>3</sup>	0

\* Promedio de tres replicaciones con siete lóbulos cada una.

centración de 3 x 10<sup>4</sup> esporas/ml, se obtuvo el mayor número de lesiones.

En cooperación con el Programa de Fitopatología del ICA, de la Estación Experimental de Palmira, se lleva a cabo la evaluación de variedades del banco de germoplasma del CIAT (en Popayán en donde las noches son frías). Se han evaluado 44 cultivos, dos de los cuales han mostrado un grado aceptable de resistencia a esta enfermedad.

### Enfermedad de superalargamiento

Esta enfermedad se describió causando epifitias en Colombia en 1972. Aunque se sabe poco sobre ella, algunos cultivadores y extensionistas trabajando en varias áreas de Colombia, informan que el problema ha existido en algunas áreas yuqueras durante muchos años.

#### Síntomas

La enfermedad se caracteriza por un alargamiento exagerado de los entrenudos de los tallos jóvenes y de los pecíolos, por una distorsión o enroscamiento de las hojas jóvenes y por la presencia de chancros en los tallos infectados, en los pecíolos y la lámina foliar. Las plan-

tas infectadas son mucho más altas y parecen más débiles y delgadas que las plantas sanas. Con frecuencia hay una deformación de la parte más tierna de los tallos, los pecíolos de las hojas jóvenes y las venas principales. La lámina de las hojas jóvenes se vuelve ligeramente clorótica y presenta numerosos puntos blancos irregulares. Estas hojas jóvenes muy rara vez alcanzan un completo desarrollo pero sí muestran los síntomas típicos del enroscamiento foliar. Las distorsiones están asociadas con la aparición de chancros. Estos tienen forma de lente y se encuentran a lo largo de las venas principales y secundarias de las hojas, en los pecíolos y en los tallos jóvenes. Su tamaño varía y, en general, es mayor en los pecíolos y en los tallos en donde pueden desarrollarse mejor, su apariencia puede confundirse con el daño causado por los insectos pulgones. Durante los ataques severos, las hojas se deforman casi totalmente, se presenta necrosamiento total o parcial de la lámina foliar y caída prematura de las hojas (ver fotografía).



Planta mostrando síntomas de la enfermedad conocida como Superalargamiento de la yuca

Los síntomas son más evidentes durante la estación lluviosa; en el comienzo de la estación seca las plantas siguen su crecimiento normal. Durante una estación seca prolongada, las plantas infectadas pueden parecer sanas, pero se pueden observar entrenudos alargados con chancros de la infección previa. Esta parte alargada del tallo puede tener hojas deformes, las cuales, por lo general, se caen prematuramente. La enfermedad vuelve a aparecer rápidamente después del comienzo de la estación lluviosa.

Actualmente, se hacen experimentos para calcular el efecto de esta enfermedad en los rendimientos finales; las observaciones preliminarmente indican que una infección severa puede reducir el rendimiento considerablemente.

#### Agente causal

El agente causal de esta enfermedad es un hongo, tentativamente identificado como un Ascomiceto inferior (Commonwealth Mycological Institute, según una comunicación privada).

Los estudios histológicos han demostrado que el hongo crece inicialmente sobre la epidermis del huésped y, luego de su penetración, crece dentro de los espacios intercelulares de los tejidos de la epidermis y de la corteza. No se ha observado ninguna infección en los tejidos vasculares o medulares. Después de la infección se forman agregados miceliales en la corteza, los cuales crecen, presionan a las células que los rodean y forman ampollas en la superficie del tallo y de los pecíolos o de las venas de las hojas infectadas. Estas ampollas crecen y al romperse forman chancros en forma de lente, de los cuales se puede aislar el hongo. Se ha observado que la mayor parte de las células que rodean los chancros son anormalmente grandes y muestran un alto grado de hipertrofia.

#### Diseminación

La enfermedad se disemina de un cultivo a otro o de un área a otra mediante el uso de cangres afectados. Los principales focos de infección los constituyen con frecuencia las socas que crecen en las plantaciones que se originan de desechos de plantas viejas, dejados en el campo después de la cosecha anterior. De estos focos primarios, la enfermedad se difunde rápidamente durante la estación lluviosa. Por ejemplo, en un área de cultivo que tuvo una larga estación húmeda, la enfermedad se diseminó de un área infectada de 1.5 hectáreas a 200 hectáreas, en un período de seis meses. De la misma manera, en otra área, la enfermedad se diseminó de parcelas que tenían una sola variedad infectada a parcelas de 200 variedades, en un período de seis semanas. Se cree que esta rápida diseminación se lleva a cabo mediante la formación de esporas, producidas en los chancros de las plantas infectadas y que son transportadas por el viento o por la lluvia.

Pruebas de patogenicidad confirman que se requiere una alta humedad relativa para la infección. Cuando la inoculación se hizo por aspersión de suspensiones acuosas de esporas, los síntomas se desarrollaron en 6-10 días. Sin embargo, al sacar las plantas infectadas de cámaras con alta humedad ambiental y al llevarlas a un ambiente seco, se inhibieron las infecciones y las plantas crecieron normalmente.

#### Control

Observaciones de campo a más de 200 cultivares de *M. esculenta* indican que existe resistencia varietal a esta enfermedad. Recientemente se han identificado siete cultivares resistentes y actualmente se están evaluando las variedades bajo condiciones controladas. Estudios preliminares con varios fungicidas aplicados por aspersión (Benomyl y manganeso bisdisulfocarbamato de etileno), han dado resultados promisorios.

## **Pudrición radical inducida por *Phytophthora* sp.**

Tres especies de *Phytophthora*, *P. erythroseptica*, *P. cryptogea* y *P. drechsleri*, se han asociado con la pudrición radical de la yuca. En cada caso, la enfermedad se ha asociado con condiciones de excesiva humedad en el suelo. El daño más grave sucede cuando el patógeno ataca las raíces gruesas. Los síntomas inducidos por estas tres especies son similares; las raíces infectadas se decoloran y se desintegran rápidamente en el suelo. Cuando están parcialmente podridas, secretan un líquido de olor nauseabundo. A medida que la infección se extiende a la totalidad de la raíz, se nota marchitez y caída de la hoja y en los casos severos, la planta muere.

Una enfermedad similar encontrada en Colombia causó pérdidas en el rendimiento de más del 80 por ciento. Esta enfermedad se encontró en suelos inundados, frecuentemente al lado de zanjas de drenaje o en suelos pesados, después de períodos de lluvia excesiva.

### **Agente causal**

Se ha encontrado que en Colombia el organismo *Phytophthora drechsleri* es el agente causal de esta enfermedad. Este hongo crece bien en una amplia variedad de medios artificiales a temperaturas de 19°C a 32°C.

### **Patogenicidad**

La patogenicidad del organismo se determinó inoculando raíces almacenadas de plantas de un año de edad con micelio sobre agar (10 mm). Cuando la inoculación se hizo sobre heridas artificiales, las raíces comenzaron a pudrirse después de 72 horas; las raíces de tamaño mediano (60 x 250 mm, aprox.) se pudrieron por completo después de 12 a 15 días de la inoculación. Antes de que ocurriera la pudrición total, las

raíces tomaron un color marrón amarillento y secretaron un líquido de olor desagradable. La inoculación de raíces sanas fue posible después de períodos de incubación con una alta humedad ambiental. Las raíces se inocularon colocando discos de agar con micelio sobre la superficie radical y cubriéndolos con suelo húmedo estéril.

Se hicieron igualmente inoculaciones similares en raíces gruesas con heridas y sanas, sin desprenderlas de las plantas. Después de la inoculación, las raíces se cubrieron con suelo húmedo. En cada caso, las raíces inoculadas se deterioraron completamente a los 15 días de la inoculación.

Plántulas procedentes de cogollos enraizados de tres cultivares de yuca, se inocularon por inmersión de las raíces en una suspensión de zoospora y esporangios. Los cangres se volvieron a sembrar en macetas con suelo estéril. Todos los cultivares mostraron síntomas de marchitez y caída de las hojas después de los cinco días de la inoculación. La muerte de las plantas ocurrió después de 15-30 días según el cultivar inoculado. Esto sugiere que puede haber resistencia varietal.

### **Nematodo de la agalla radical**

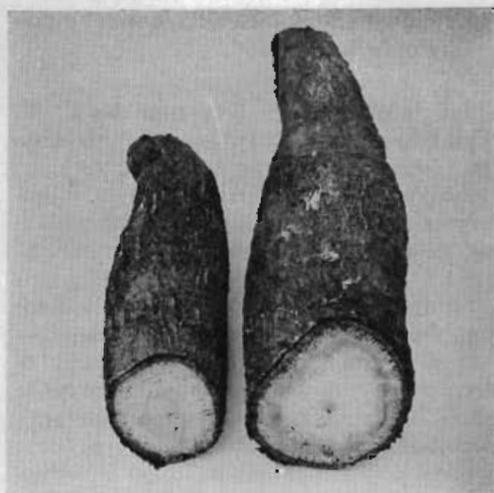
En un terreno en el que se habían cultivado hortalizas por más de tres años consecutivos, se encontró un cultivo de yuca severamente infectado de nematodos. Aunque la parte aérea de las plantas de yuca no tenía síntomas visibles, el sistema radical de las plantas infectadas se encontraba muy mal desarrollado. Existían pocas raíces gruesas y la mayoría contenía nudos o agallas epidérmicas. Las plantas tenían una considerable proliferación de raíces delgadas, que presentaban nudos o agallas y zonas necrosadas (ver fotografía inferior pág. 102).

Al romper las agallas, se encontraron nematodos adultos hembras. Tenían forma de pera y color blanco; eran lo su-

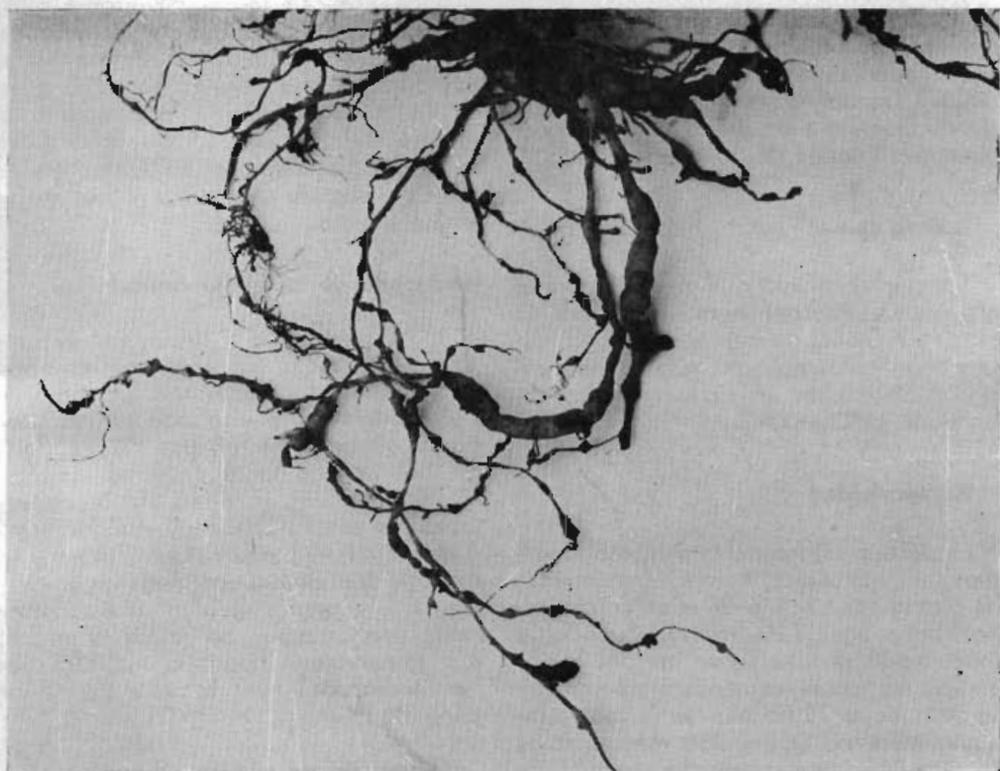
ficientemente grandes para ser vistos a simple vista y tenían las características del género *Meloidogyne*. Mediante inoculaciones artificiales con huevos y hembras limpias, se reprodujeron los síntomas en plantas de frijol y tomate, dos meses después de la inoculación. Actualmente, se están seleccionando 70 cultivares de yuca para determinar su resistencia a *Meloidogyne*.

#### **Putridión radical inducida por *Rosellinia* sp.**

Esta enfermedad se encontró en la zona cafetera de Colombia, con suelos húmedos y de alto contenido de materia orgánica. La enfermedad ocurre con frecuencia en plantaciones de yuca sembradas después de un cultivo leñoso o



**Putridión radical en yuca causada por *Rosellinia* sp.**



**Raíces de yuca, de 10 meses, infectadas por *Meloidogyne* sp., un nematodo que ataca los nudos de la raíz. (Fotografía: J.C. Lezano)**

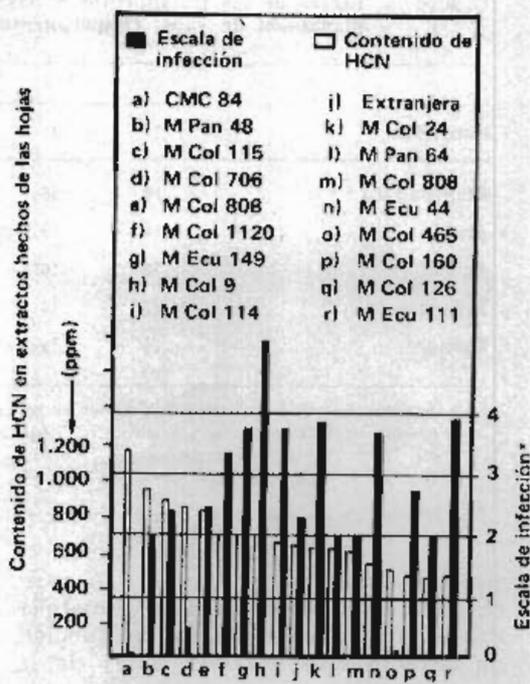
forestal. La enfermedad, conocida también con el nombre de pudrición negra, se caracteriza por una coloración negra y por la formación de chancros en la porción basal y radical de las plantas infectadas; la fotografía superior, pág. 102, muestra los síntomas causados por *Rosellinia* sp. No se observó esta enfermedad en plantas jóvenes, pero cuando se encontraron plantas viejas infectadas, se notó que su sistema radical había sufrido daños severos.

### Manchas foliares inducidas por *Cercospora* sp.

La investigación sobre la cercosporiasis en yuca se dirigió principalmente a *C. henningsii*, agente causal de las manchas marrones de la yuca, posiblemente la enfermedad fungosa más importante del sistema foliar. Aunque el hongo crece bien en varios medios artificiales, la esporulación es baja o nula. La esporulación de *C. henningsii* se logró estimular ( $2-3 \times 10^4$  esporas/ml) al cubrir con suspensiones de esporas a hojas de variedades susceptibles estériles colocadas en agar simple en cajas de Petri. Estas se incubaron por 10-12 días a temperaturas de 28-30°C.

Se obtuvo una infección satisfactoria (más de 10 manchas/hoja) al hacer inoculaciones por aspersión. Las plantas inoculadas se mantuvieron en cámara húmeda; los síntomas aparecieron a los 12-15 días de la inoculación. Para la evaluación de cultivares, éstos se mantuvieron en cámara húmeda por 45 días, haciéndose tres inoculaciones por aspersión durante este período. La evaluación final se hizo 15 días después de la última inoculación. Se identificaron tres cultivares resistentes y tres tolerantes, entre los 40 cultivares inoculados.

La relación existente entre el contenido de HCN y la reacción de *C. henningsii* mostró la no existencia de correlación entre la resistencia o la susceptibilidad de los cultivares probados y el contenido de HCN (Figura 33). Algunos de los cultivares más sus-



\* Escala de infección:

- 1 = Menos de 2 manchas/hoja (Resistente)
- 2 = 2 a 5 manchas/hoja (Tolerante)
- 3 = 6 a 10 manchas/hoja (Susceptible)
- 4 = Más de 10 manchas/hoja (Muy susceptible)

Figura 33. Contenido de HCN y reacción a la infección de *Cercospora henningsii* de 18 cultivares de yuca.

ceptibles (M Col. 9 y M Ecu. 111), contienen tanto ácido cianhídrico como los más resistentes (M Col. 84, M Col. 465 y M Col. 706) (Figura 33).

### Tratamiento con fungicidas a cangres de yuca

Se han registrado pérdidas de más del 20 por ciento, causadas por patógenos que inducen pudrición del tallo o de la raíz durante el establecimiento de la yuca, en algunas áreas de Colombia. Con el fin de minimizar las pérdidas, se trataron los cangres con diferentes fungicidas antes de sembrarlos en un suelo infestado, en el que las pérdidas durante el establecimiento habían sido supe-

Cuadro 19. Efecto de los tratamientos a base de fungicidas en el establecimiento de una plantación de yuca. (Experimento No. 1)

Fungicida	Replicaciones						x
	1	2	3	4	5	6	
Demosan 65 *	19 **	18	20	20	20	19	19.3
Arazan	19	19	17	18	20	20	18.8
Agallol	18	16	15	16	18	16	16.5
Brassicol 75	13	14	17	18	18	16	16.0
Testigo	14	12	16	13	16	14	14.1

\* Demosan 65 = 1-4 Dicloro-2, 5-dimetoxi benceno;  
 Arazan = Tetrametil tiuram disulfuro; Agallol = Metoxi etilo de cloruro de mercurio; Brassicol 75 = Pentacloronitrobenceno.  
 Testigo = Agua destilada

\*\* Número de cangres en el ensayo: 20 por replicación

riores a un 25 por ciento en una cosecha anterior. Los cangres se sumergieron en una solución acuosa del fungicida durante tres minutos, antes de la siembra. A dos meses después de la siembra, se determinó el número de cangres germinados.

Los tratamientos con Demosan 65 y Vitavax-Thiram (1:1 peso/peso) fueron los más efectivos. Aunque el Arazan

fue efectivo en el primer experimento (Cuadro 19), su efecto no fue tan bueno en el segundo (Cuadro 20), lo que puede indicar falta de concentración de inóculo durante el primer experimento. No hubo ninguna diferencia significativa entre los tratamientos con Demosan 65 y Arazan, pero estos dos productos fueron superiores a los otros compuestos empleados en el primer experimento (Cuadro 19).

Cuadro 20. Efecto de la aplicación de fungicidas en el establecimiento de una plantación de yuca. (Experimento No. 2)

Fungicida	Replicaciones				x
	1	2	3	4	
Vitavax thiram *	20 **	17	19	19	18.7
Demosan 65	19	18	17	18	17.5
Tecto 60	13	15	16	12	14.0
Brassicol 75	14	13	12	13	13.0
Arazan	14	12	12	13	12.7
Testigo	11	12	8	10	12.0

\* Vitavax-Thiram = DCMO-Tetrametil tiuramdisulfuro  
 Demosan 65 = 1-4 Dicloro-2, 5-dimetoxibenceno;  
 Tecto 60 = Thiobenzazole; Brassicol 75 = PCNB;  
 Arazan = Tetrametiltiuramdisulfuro; Testigo = agua destilada.

\*\* Número de cangres en el ensayo: 20 por replicación.

El segundo experimento (Cuadro 20), mostró que la diferencia entre Demosan 65 y Vitavax-Thiram no fue significativa, pero que estos dos tratamientos fueron mejores que los otros. No hubo ninguna diferencia en el tratamiento con Tecto 60, Brassicol y Arasan, pero todos fueron superiores al testigo.

### Efectos de agentes físico-terapéuticos en cangres de yuca

Como comercialmente la yuca se propaga por medios vegetativos, la diseminación de agentes patógenos causales de enfermedades tales como bacterias, virus, microplasmias, hongos, nematodos y aun insectos puede ser muy factible al trasladar material de una zona a otra. Esta investigación evaluó los efectos del agua caliente, de las microondas y de la

luz ultravioleta en la germinación de los cangres de yuca. Los resultados relacionados con cada uno de los tratamientos son los siguientes:

### Tratamiento con agua caliente

Los cuadros 21, 22, 23 y 24 presentan los resultados de los tratamientos con agua caliente. Las temperaturas superiores a los 53°C, disminuyen seriamente la germinación de los cangres en todas las variedades. El tratamiento con agua caliente a 53°C, disminuyó la germinación de los cangres de Llanera más que la de CMC 39 (Cuadros 21 y 22). Se cree que el mejor tratamiento con agua caliente es el de 30 minutos a 52°C, puesto que la germinación fue superior al 80 por ciento en ambos cultivares (CMC 84 y Llanera) (Cuadros 23 y 24). Los tratamientos a

Cuadro 21. Germinación de cangres (variedad CMC 39) después de tratados con agua caliente, a diferentes temperaturas y periodos de exposición

Tipo de cangre	Temperatura (°C)	Porcentaje de germinación después del periodo de exposición (minutos)						Testigo **
		10	20	30	40	50	60	
viejo	65	0*	0	0	0	0	0	100
maduro	65	0	0	0	0	0	0	100
tierno	65	0	0	0	0	0	0	70
viejo	60	0	0	0	0	0	0	100
maduro	60	0	0	0	0	0	0	100
tierno	60	0	0	0	0	0	0	65
viejo	58	0	0	0	0	0	0	100
maduro	58	0	0	0	0	0	0	100
tierno	58	0	0	0	0	0	0	70
viejo	56	10	0	0	0	0	0	100
maduro	56	0	0	0	0	0	0	100
tierno	56	0	0	0	0	0	0	70
viejo	53	80	80	60	40	20	10	100
maduro	53	70	70	60	10	0	0	100
tierno	53	0	0	0	0	0	0	65
viejo	50	100	100	100	80	50	50	100
maduro	50	100	80	80	60	40	30	100
tierno	50	20	10	0	0	0	0	80
viejo	47	100	100	100	100	100	100	100
maduro	47	100	100	100	100	100	100	100
tierno	47	50	50	40	40	30	20	60

\* Promedio de dos replicaciones; 10 cangres por replicación.

\*\* Testigo: cangres sin tratamiento alguno.

**Cuadro 22. Germinación de cangres (variedad Llanera) después de tratados con agua caliente, a diferentes temperaturas y períodos de exposición**

Tipo de cangre	Temperatura (°C)	Porcentaje de germinación después del período de exposición (minutos)						Testigo **
		10	20	30	40	50	60	
viejo	65	0*	0	0	0	0	0	90
maduro	65	0	0	0	0	0	0	70
tierno	65	0	0	0	0	0	0	40
viejo	60	0	0	0	0	0	0	60
maduro	60	0	0	0	0	0	0	80
tierno	60	0	0	0	0	0	0	30
viejo	58	0	0	0	0	0	0	80
maduro	58	0	0	0	0	0	0	80
tierno	58	0	0	0	0	0	0	35
viejo	56	0	0	0	0	0	0	80
maduro	56	0	0	0	0	0	0	60
tierno	56	0	0	0	0	0	0	40
viejo	53	60	40	20	10	0	0	80
maduro	53	60	40	20	10	0	0	80
tierno	53	40	0	0	0	0	0	45
viejo	50	80	70	40	20	20	10	80
maduro	50	90	90	50	50	50	30	75
tierno	50	30	20	0	0	0	0	45
viejo	47	80	80	80	80	60	40	75
maduro	47	80	80	70	80	50	70	80
tierno	47	45	50	50	40	30	30	50

\* Promedio de dos replicaciones; 10 cangres por replicación.

\*\* Testigo: cangres sin tratamiento alguno.

temperaturas superiores a los 52°C también redujeron considerablemente el tamaño de los retoños de los cangres tratados pero tres meses después del tratamiento, estos retoños tenían casi el mismo tamaño que los de los testigos.

**Cuadro 23. Germinación de cangres (variedad CMC 84) después de tratados con agua caliente, a diferentes temperaturas y períodos de exposición**

Tipo de cangre	Temperatura (°C)	Porcentaje de germinación después del período de exposición (minutos)						Testigo **
		10	20	30	40	50	60	
viejo	53	77*	73	53	50	40	23	100
maduro	53	67	60	43	33	33	13	100
viejo	52	100	97	87	63	50	23	100
maduro	52	97	93	83	70	60	37	100
viejo	51	100	90	83	67	53	40	100
maduro	51	97	87	87	67	47	33	100

\* Promedio de tres replicaciones; 10 cangres por replicación.

\*\* Testigo: cangres sin tratamiento alguno.

**Cuadro 24. Germinación de cangres (variedad Llanera) después de tratados con agua caliente, a diferentes temperaturas y períodos de exposición**

Tipo de cangre	Temperatura (°C)	Porcentaje de germinación después del período de exposición (minutos)						Testigo **
		10	20	30	40	50	60	
viejo	53	83*	77	70	43	23	10	93
maduro	53	60	60	47	27	13	10	80
viejo	52	90	83	80	73	50	33	97
maduro	52	87	83	77	57	47	17	83
viejo	51	93	87	83	57	40	33	93
maduro	51	87	83	77	60	47	20	83

\* Promedio de tres replicaciones; 10 cangres por replicación.

\*\* Testigo: cangres sin tratamiento alguno.

#### Tratamiento con microondas

La exposición a más de 105 segundos de microondas causó una seria reducción en la germinación de Llanera y de CMC 39. El mejor período de tratamiento parece ser de 75 a 90 segundos de exposición (Cuadro 25).

#### Tratamiento con luz ultravioleta

Los tratamientos con luz ultravioleta no afectaron la germinación aun después de seis horas de exposición. No se observaron diferencias en germinación entre la Llanera y la CMC 84 (Cuadro 26).

**Cuadro 25. Germinación de cangres después de tratados con microondas por diferentes períodos de exposición**

Tiempo de exposición (segundos)	Cultivar Llanera		Cultivar CMC-39	
	Tipo de cangre y porcentaje germinación		Tipo de cangre y porcentaje germinación	
	viejo	maduro	viejo	maduro
0	83*	87	100	100
15	87	83	100	100
30	93	93	100	100
45	83	83	100	100
60	87	87	100	100
75	90	87	100	97
90	70	67	100	93
105	3	0	33	10

\* Promedio de tres replicaciones; 10 cangres por replicación.

Cuadro 26. Germinación de cangres después de tratados con luz ultravioleta por diferentes períodos de exposición

Tiempo de exposición (horas)	Cultivar Llanera		Cultivar CMC-84	
	Tipo de cangre y porcentaje germinación		Tipo de cangre y porcentaje germinación	
	viejo	maduro	viejo	maduro
0	90*	90	100	100
1	90	100	100	100
2	90	90	100	100
3	100	90	100	100
4	90	80	100	100
5	90	90	100	100
6	90	90	100	100

\* Promedio de dos replicaciones; 10 cangres por replicación.

### Sensibilidad in vitro de algunos patógenos de cangres de yuca

La mayor sensibilidad del añublo bacterial al agua caliente se encontró a 54°C/30 minutos. Después de 45 segundos de exposición a microondas el agente causal del añublo bacterial se eliminó. Tratamientos con luz ultravioleta no indujeron ningún efecto inactivador en suspensiones del patógeno en agua destilada esterilizada, aún después de siete horas de exposición.

Treinta segundos de exposición a microondas fueron suficientes para inactivar a *Botryodiplodia* sp. y *Glomerella* sp.; una exposición de siete horas de luz ultravioleta no causó ningún efecto inactivador.

### Efectos inhibidores o inactivadores en la relación patógeno-hospedero

En todos los casos, se aisló el agente causal del añublo bacterial cuando los cangres se trataron con agua caliente. Se encontró una población bacterial muy similar a la del cangre no tratado, en las porciones maduras y viejas del

tallo, después de tratarlos a 65°C por 60 minutos. De igual manera, una exposición a 90-105 segundos de microondas o de 6-7 horas de luz ultravioleta, no indujo ningún efecto inhibitorio o inactivador en el agente causal del añublo bacterial.

En contraste, se controlaron el *Botryodiplodia* sp., *Glomerella* sp. y el agente causal de la enfermedad de superalargamiento, tanto con tratamientos a 52°C/30 minutos de agua caliente como con 60 segundos de exposición a microondas. Sin embargo, la exposición a la luz ultravioleta, no controló ninguno de los patógenos mencionados. El Cuadro 27 muestra los efectos inhibidores causados por el tratamiento con agua caliente (52°C/30 minutos), con microondas (60 segundos) y con la luz ultravioleta (6 horas) en *Botryodiplodia* sp.

Las siguientes son las conclusiones generales de estas investigaciones:

1. Los tratamientos con agua caliente o microondas pueden reducir seriamente el índice de germinación de los cangres de yuca. Aparentemente, la ex-

Cuadro 27. Presencia de *Botryodiplodia* sp. en cangres de la variedad CMC-84 después de tratados con agua caliente, microondas y luz ultravioleta

Cangre número	Tratamientos y períodos de exposición		
	Agua caliente (52°C/30 minutos)	microondas (60 segundos)	luz ultravioleta (6 horas)
1	+*	—	+
2	—	—	+
3	—	—	+
4	±	—	—
5	—	—	+
6	—	—	+
7	—	—	+
8	—	—	+
9	—	—	+
10	—	—	+
Testigo **	+	+	+

\* + = aislamiento positivo; ± aislamiento en solo una de las tres muestras.

— = aislamiento negativo. Estos resultados representan medias de tres muestras tomadas de cada cangre infectado.

\*\* Testigo: cangres sin tratamiento alguno. Aislamiento de tres muestras/cangre.

posición a luz ultravioleta durante siete horas, no causa ningún efecto en la germinación.

2. El tratamiento óptimo con agua caliente a cangres de yuca parece ser de 52°C/30 minutos; el tratamiento óptimo con microondas puede ser de 75 a 90 segundos de exposición.

3. El agente causal del añublo bacterial, un patógeno vascular, no se controló con tratamientos de agua caliente ni de microondas. Cuando está asociado al hospedero, su punto inactivador o inhibidor es mayor que el punto máximo de resistencia de los cangres de yuca a estos tratamientos. Esta situación podría ser similar para otros patógenos vasculares de la yuca.

4. *Botryodiplodia* sp., *Glomerella* sp. y el agente causal de la enfermedad del superalargamiento, patógenos comunes

de la epidermis y de la corteza, se controlaron con tratamientos de agua caliente y de microondas. La exposición a luz ultravioleta no controló estos patógenos.

5. Como los cangres verdes son muy sensibles a la aplicación de agua caliente y de microondas, estos tratamientos no parecen ser adecuados para este tipo de cangres.

Actualmente, se están estudiando otros tratamientos para el control *in vitro* de organismos patógenos a la yuca.

## ENTOMOLOGIA

La literatura informa con frecuencia que la yuca es un cultivo relativamente libre de problemas de insectos y enfermedades. Sin embargo, cuando se cultiva en forma intensiva, aparecen ciertos

organismos que reducen considerablemente el rendimiento de las raíces y la calidad del material de propagación. Hay indicaciones de que las variedades de yuca han sido objeto, por siglos, de una selección natural con base en su resistencia a las plagas, especialmente, a los thrips.

### Thrips

Algunas especies de thrips y de ácaros pueden ser las plagas más importantes de la yuca (ver la sección sobre Economía Agrícola dentro de este capítulo). Los thrips viven en los brotes y yemas (ápice) de la planta; por sus hábitos alimenticios, deforman las hojas nuevas.

Las infestaciones ligeras producen puntos amarillos en las hojas; las más severas causan una seria deformación foliar, disminución de la lámina foliar y, en algunos casos, muerte del ápice de crecimiento foliar. Las yemas laterales se desarrollan subsecuentemente y luego mueren; la planta presenta a veces síntomas similares a los producidos por la enfermedad denominada superbrotamiento. Los entrenudos de los tallos se acortan y se cubren de un tejido de color marrón. El género más importante es *Frankliniella* spp. de color amarillo.

En las hojas plenamente desarrolladas, especialmente de las plantas jóvenes, se encuentra la especie *Caliothrips masculinus*, mientras que en hojas de las plantas viejas es común encontrar *Corynothrips stenopterus*. Ambas especies son de color negro.

El Diostop es efectivo en el control químico de los thrips; sin embargo, el mejor método de control es el empleo de variedades resistentes a esta plaga.

La evaluación del banco de germoplasma, hecha en dos estaciones secas diferentes, demostró que el 29 por ciento de los clones no presentaba daños causados por thrips; 31 por ciento me-

traba pequeñas deformaciones foliares y el resto tenía una considerable deformación foliar con síntomas parecidos a los de superbrotamiento. La resistencia parece estar asociada con la pubescencia de las hojas del cogollo cuando éstas están aún dobladas. Las variedades pubescentes tienen hasta 13.000 tricomas en el envés de la hojuela (Cuadro 28), mientras que las variedades susceptibles no presentan pubescencia. La clasificación de la resistencia se basó en la siguiente escala: 0= sin daño; hasta 5= síntomas parecidos a los de superbrotamiento.

Las plantas provenientes de semilla sexual de la variedad Lianera mostraron más susceptibilidad que el promedio de susceptibilidad encontrado en plantas provenientes de semilla asexual. En el banco de germoplasma el 29 por ciento de los clones estuvo libre de daños causados por thrips, mientras que en 238 plántulas de Lianera el porcentaje fue solamente del 2.1. Es posible que después de varios años de cultivo, los agricultores hayan eliminado la mayoría de los clones susceptibles a este insecto.

### Acaros

Varias especies de ácaros atacan la planta de yuca durante la estación seca, tal como *Mononychus tanajoa*. Al final de la estación seca, en el mes de marzo, se evaluó el banco de germoplasma con el fin de determinar la resistencia a los ácaros. Aunque la infestación no fue uniforme y aunque algunas de las líneas mostraron ser aparentemente resistentes se considera que éstas "escaparon" la infección; de 1.300 colecciones colombianas, todas las plantas mostraron daños causados por ácaros. Una tercera parte se clasificó con grado 1 (0= planta sin ningún daño; 5= defoliación seria, muerte descendente y presencia de rebrotes). Sólo un uno por ciento de los clones se clasificó con grado 5. Se notaron grandes diferencias en el ataque de ácaros no sólo en el nivel

Cuadro 28. Resistencia al daño causado por thrips a clones de yuca, en relación con la pubescencia de las plantas y el contenido de ácido cianhídrico de los clones

Clon	Escala de daño causado	No. de tricomas/hojuela (envés)	No. de thrips por brote terminal	Contenido de HCN en la quinta hoja (ppm)
M Colombia 1462	0*	12,996	1.0	647
M Colombia 379	1	11,368	1.7	734
M Colombia 606	0	4,352	0.0	630
M Colombia 562	0	3,876	0.0	630
M Colombia 442	2	3,596	2.7	235
M Colombia 913	3	220	0.0	974
M Colombia 139	3	68	0.0	886
M Colombia 802	2	60	0.7	962
M Colombia 1516	2	20	1.0	962
M Colombia 758	3	4	0.3	609
M Colombia 559	4	0	0.3	1,006
M Colombia 1339	4	0	1.3	840

\* Escala basada en resistencia al thrips: 0 = inmunidad; 5 = punto de crecimiento muerto de la planta; excesivo brotamiento de yemas laterales.

del daño causado, sino en el número de ácaros por planta.

El recuento de ácaros por planta en 100 clones se hizo tomando tres discos, de 1.8 cm de diámetro de cada tres hojas de la parte basal, media y superior de cada planta. La variedad M Colombia 813 tuvo el menor número de ácaros (9) y la M Colombia 25, el más alto (1.476) (Cuadro 29). También en algunos clones, los ácaros se localizaron principalmente en las hojas basales y, en otros, en las hojas superiores, lo cual hace suponer la existencia de diferentes especies. No se encontró correlación entre la clasificación dada al daño causado por los ácaros y el número presente de ácaros, probablemente porque las primeras lluvias ocurrieron al hacer el recuento de éstos. La correlación entre el daño causado y el nivel de ácido cianhídrico (HCN) de las plantas fue de 0.29 (Signif.  $p = 0.01$ ). Esto indica que las plantas que tienen un mayor nivel de HCN presentaron un daño más severo.

### Mosca del cogollo

Las moscas del cogollo de la yuca pueden dividirse en dos grupos. Un grupo ataca y causa la muerte de la yema apical, con posterior germinación de una o más yemas laterales. Entre este grupo se pueden citar las especies *Silba pendula* y *Silba* sp. El otro grupo ataca la porción de la planta que se encuentra debajo de la yema apical. Las moscas de este grupo penetran a los tallos haciendo pequeños orificios de entrada; al partir longitudinalmente los tallos se observa que la médula puede estar completamente necrosada. Luego se puede presentar una infección secundaria de microorganismos patogénicos y causar el necrosamiento del tallo o la caída de las hojas, sin ningún otro síntoma aparente de daño. Esta plaga es una mosca *Tephretidae*, similar a la mosca de las frutas, la *Anastrepha pickli*, que también ataca la semilla de yuca.

Con el propósito de simular el daño causado por *Silba pendula*, se podaron

Cuadro 29. Recuento de ácaros y escala basada en su daño en clones con dos niveles de ácaros (a y b) y dos localizaciones de los ácaros (c y d). Marzo, 1973

	Hojas altas	Hojas intermedias	Hojas basales	Daño escala 0-5 *
a: número más bajo de ácaros				
M Colombia 813	0	0	9	3
M Colombia 803	0	3	7	2
b: número más alto				
M Colombia 52	111	780	300	2
M Colombia 25	257	709	520	4
c: ácaros localizados principalmente en hojas basales				
M Colombia 34	6	64	103	2
M Colombia 61	58	89	177	3
M Colombia 709	120	268	428	3
d: principalmente en hojas superiores				
M Colombia 39	46	21	7	3
M Colombia 21	143	176	15	2
M Colombia 38	214	65	43	4

\* Escala diferencial: 0 = ausencia de daño; 5 = destrucción del punto de crecimiento y/o brotamiento de yemas laterales.

los cogollos de dos variedades a 3, 4 y 5 meses y a 3, 4, 5, 6, 7 y 8 meses después de la siembra, con el fin de obtener niveles de daño estimados de 0, 50 y 100 por ciento. Los resultados obtenidos con una variedad se descartaron a causa de la salinidad del suelo. Los rendimientos obtenidos con M México 23, bajo varios tratamientos, aumentaron con la poda (Cuadro 30), pero este aumento no fue significativo (Signif.  $p = 0.10$ ). Cuando se cortó el 50 por ciento de los cogollos el rendimiento aumentó cuando el corte se efectuó en

las primeras etapas de crecimiento de la planta. Sin embargo, con cortes del 100 por ciento el rendimiento fue igual al testigo. Cuando el corte se hizo durante todo el ciclo de crecimiento, los rendimientos se mantuvieron constantes. Aparentemente, durante las primeras etapas de crecimiento (hasta los 6 meses), la poda parece aumentar el rendimiento. Sin embargo, en una fase más avanzada, la influencia de la poda en el rendimiento es mayor. Las plantas podadas mostraron tener una germinación más rápida de las yemas late-

Cuadro 30. Rendimiento de las raíces (en ton/ha) de la variedad M México 23 a los 10 meses de siembra, después de cortar los puntos de crecimiento en diferentes grados, para simular el daño de la mosca del cogollo

Epoca en que se hizo el corte, después de la siembra (meses)	Porcentaje de puntos de crecimiento cortados		
	0	50	100
3, 4 y 5	28.5	38.0	32.1
3, 4, 5, 6, 7 y 8	31.3	33.8	33.4

rales que las atacadas por la mosca del cogollo.

Las plantas de las variedades M Colombia 10 y 65 alcanzaron una altura de solo 25 cm, a los cuatro meses de edad, a causa de un ataque de la mosca del cogollo. Se espera que con los experimentos que se están llevando a cabo actualmente, con tratamiento a los cultivos con insecticidas, se determine el grado de daño en términos de reducción de rendimiento y de control de la mosca del cogollo.

Cincuenta y cinco clones colombianos sembrados en mayo, mostraron que el ataque más severo de la mosca del cogollo ocurrió cuando las plantas tenían 2 meses de edad. Después de este período, el número de cogollos atacados decreció al igual que el porcentaje de ramas atacadas, debido al aumento del número de las mismas (Figura 34). Las siembras sucesivas de variedades en lapsos trimestrales podrían proporcionar información sobre el período más susceptible de la planta, las fluctuaciones en la población del insecto y la resistencia varietal. De las variedades observadas, algunas parecen tener resistencia (M Colombia 642, 647, 1142 y 1703, M México 5 y 35, y Lianera), mientras

que otras son susceptibles (M Colombia 10, 65 y 1084 y M Panamá 48).

### El gusano cachón

Durante el año el gusano cachón de la yuca, *Erinnys ello*, sólo alcanzó en dos oportunidades un nivel de población lo suficientemente alto que justificara el control químico. Aún no se conoce con exactitud la razón por la cual se presentan niveles bajos de población de esta plaga insectil. Las aplicaciones moderadas de productos químicos pueden haber estimulado varios fenómenos como lo son el parasitismo de los huevos por *Trichogramma* sp., la acción del predador de larvas *Polistes* sp., y el parasitismo larval. Los recuentos semanales para determinar las fluctuaciones de la población tanto de huevos como de larvas (en la sede del CIAT y en la granja del ICA en Palmira), mostraron que el parasitismo de huevos nunca bajó del 53 por ciento (Figura 35). El número de huevos por planta varió de 0 a 36 y el de larvas, de 0 a 19.

No hubo ninguna correlación entre el parasitismo de huevos y el número de huevos ( $r = 0.23$ ), lo que indica que *Trichogramma* sp. tiene otros huéspedes que le permiten mantener sus poblaciones en ausencia del gusano cachón. Sin embargo, el número de huevos por planta y el porcentaje de huevos parasitados, después de una o dos semanas, tuvieron una correlación significativa, lo cual indica que existe una relación de fluctuación entre las dos poblaciones de insectos. No hubo ninguna relación entre el grado de parasitismo de huevos y el número de larvas, una o dos semanas más tarde. Esto indica que el parásito no gobierna el nivel de población del gusano cachón. Hay una correlación significativa entre el número de huevos y el número de larvas, una o dos semanas más tarde ( $r = 0.82$  y  $0.58$ , respectivamente). Por consiguiente, los brotes de población del gusano cachón no pueden predecirse por el parasitismo de huevos, ni están regulados

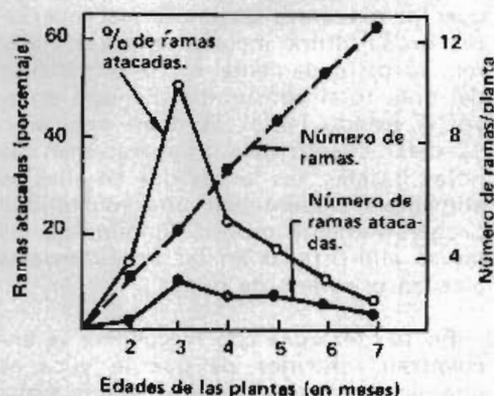


Figura 34. Relación entre el ataque de la mosca del cogollo y la característica de ramificar de 90 cultivares de yuca (sembrados en Mayo 1973).

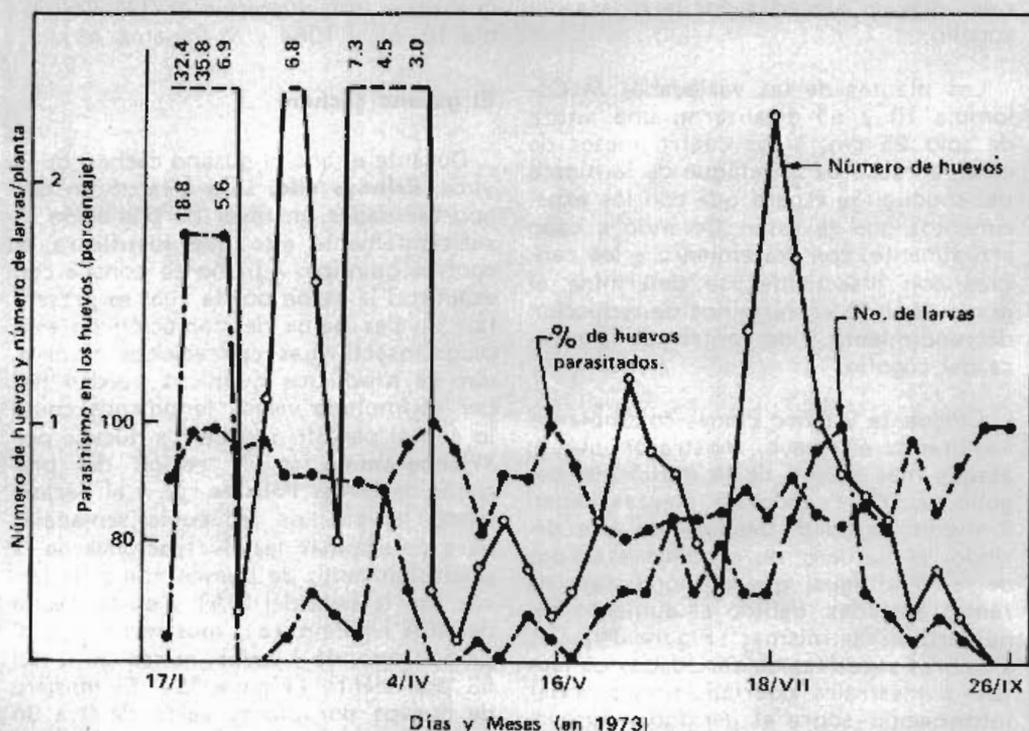


Figura 35. Relación entre número de huevos, número de larvas por planta y porcentaje de parasitismo en los huevos de la mosca del cogollo

por el mismo; solamente, los recuentos de huevos de cachón pueden servir para estimar la posible población de larvas. Otros factores, tales como la predación por el *Polistes* y factores climatológicos, parecen estar más relacionados con las poblaciones del gusano cachón.

Actualmente se estudia la importancia económica de los daños causados por el gusano cachón. El consumo de hojas por las larvas es comparado con el área foliar artificialmente reducida y con la influencia de este procedimiento en el rendimiento de las plantas.

Las larvas del gusano cachón, hasta que alcanzan su estado de pupa, consumen un promedio de 425.47 cm<sup>2</sup> de área foliar, de plantas de yuca de aproximadamente 10 meses, bajo condiciones de laboratorio (Cuadro 31). Las lar-

vas localizadas en las hojas inferiores consumen mayor cantidad de follaje que las presentes en las hojas superiores. En su último instar, las larvas ingieren aproximadamente el 75 por ciento del área total consumida. En este ensayo, el estado larval duró en promedio 12 días; cuanto más inferiores eran las hojas basales, las larvas que en ellas se alimentan presentaban una mortalidad progresivamente mayor. Ninguna de las larvas alimentadas en las hojas basales alcanzó el estado de pupa.

En la literatura con frecuencia se encuentran informes de que la yuca es una planta relativamente resistente a plagas debido a su contenido de HCN. Para comprobar la influencia del contenido de HCN en las hojas en el desarrollo de las larvas se estableció en el laboratorio un ensayo para criar larvas utilizando mez-

Cuadro 31. Area foliar consumida por las larvas del gusano cachón de acuerdo con los instares larvales, la duración de los mismos y la parte de la planta en que se encuentran las hojas consumidas por las larvas

A. Area foliar consumida (promedio 30 larvas), expresada en cm<sup>2</sup>

Instar larval	Hojas superiores	Hojas intermedias	Hojas basales	Significación estadística
1	1.63	1.68	2.32	ns
2	4.03	5.10	7.11	ns
3	10.62	27.72	16.16	sign. P < 0.01
4	89.40	118.10	154.43	ns
5	319.79	438.39	-----	ns
Total	425.79	590.99	-----	

B. Duración de los instares (promedio 33 larvas), expresada en días

Instar larval	Hojas superiores	Hojas intermedias	Hojas basales	Significación estadística
1	2.00	1.33	2.30	sign. P < 0.01
2	1.88	1.86	1.86	ns
3	1.31	1.75	1.91	ns
4	3.52	2.60	3.00	sign. P < 0.01
5	3.31	3.87	1.00	ns
Total	12.02	11.41	10.07	

C. Mortalidad observada al final de cada instar, expresada en porcentajes

Instar larval	Hojas superiores	Hojas intermedias	Hojas basales
1	2.9	14.7	14.7
2	5.9	41.2	44.1
3	5.9	47.1	70.6
4	11.8	52.9	94.1
5	17.6	55.9	100

clas de hojas que tenían un alto, mediano y bajo contenido de cianuro. Se empleó una mezcla de cuatro clones para cada nivel de contenido de HCN. Cuando las larvas crecieron en hojas que tenían alto contenido de HCN, se desarrollaron mucho más rápido que las que se alimentaron con mezclas de bajo contenido de HCN (Cuadro 32). Aunque las pupas pesaron más cuando se alimentaron con hojas cuyo contenido de cianuro era mediano, no hubo una indicación clara

de que un alto o bajo contenido de HCN influyera significativamente en el desarrollo larval.

La resistencia al gusano cachón puede encontrarse al determinar la preferencia de oviposición. Empleando el ancho de la hoja y la altura de la planta como variables, se hicieron estudios en jaulas en donde el gusano depositó sus huevos al azar. Las variables en este estudio fueron:

Número de huevos:  $- 22.59 + 2.84 \times$  (peso de la planta) cm.

Número de huevos:  $+ 18.25 + 0.71 \times$  (ancho de hojas) mm.

Cuadro 32. Efecto del nivel de ácido cianhídrico en el desarrollo de larvas y de pupas, así como en el ancho de la cápsula cefálica

I. Duración de los instares larval y pupal, expresada en días

Estadio larval	Contenido de HCN en las hojas		
	Bajo	Medio	Alto
1	2.19 a *	2.92 b	2.52 b
2	2.19 a	2.00 ab	1.87 b
3	2.66 a	1.92 b	2.13 ab
4	2.90 a	4.00 b	3.52 b
5	9.52 a	7.92 b	8.91 b
pupas	14.00 a	13.44 ab	12.91 b
	33.51	32.20	31.82

II. Ancho de la cápsula cefálica

1	0.79 a	0.81 b	0.79 ab
2	1.24 ab	1.22 a	1.24 b
3	1.96 a	1.93 a	1.84 b
4	3.04 a	3.00 a	2.86 b
5	4.95 a	4.13 b	4.43 b

III. Peso de las pupas \*\*

	2.40 a	3.37 c	2.91 b
--	--------	--------	--------

\* Los números que preceden a letras iguales, en cada línea, no tenían diferencia significativa.

\*\* Las pupas que se colectaron en el campo pesaron 3.61 g lo cual no era estadísticamente diferente a 3.37 g.

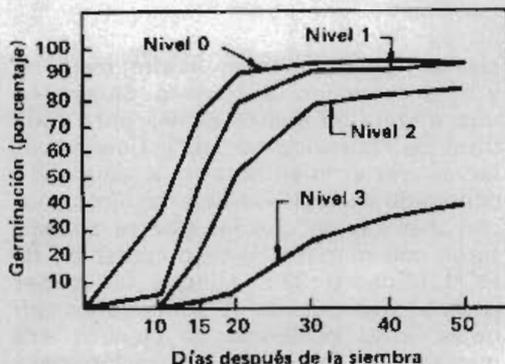
Se encontró que el gusano prefirió ovipositar en plantas altas, sin tener en cuenta el ancho de la hoja. En estudios de preferencia de oviposición hechos con plantas con diferentes niveles de HCN se debe tomar en cuenta el efecto de la altura de la planta.

Escamas de la yuca

Se ha observado el daño directo causado por el insecto escama *Aonidomytilus albus* (Fam. Diaspididae) en forma de muerte descendente de las hojas. Este insecto de color blanco-grisáceo, que tiene forma de almeja y una longitud de 2-3 mm, también puede reducir considerablemente la germinación de los cangres (Figura 36). Al tratar los cangres completamente cubiertos de escamas con insecticidas no se aumentó la germinación (Figura 37). Apparently, el daño ocurrió antes de la siembra. Solo en pocas ocasiones se comprobó la presencia de escamas en los cogollos recién germinados de cangres infestados.

El ataque de este insecto no sólo reduce la germinación sino que retarda el crecimiento inicial de las plantas procedentes de cangres infestados.

Para prevenir la introducción de nuevas plagas, al transportar de un lugar



Niveles de infestación: 0 = sin presencia de escamas; 3 = cangre cubierto de escamas

Figura 36. Germinación de cangres infestados en diferentes niveles (0-3) con insectos escamas.

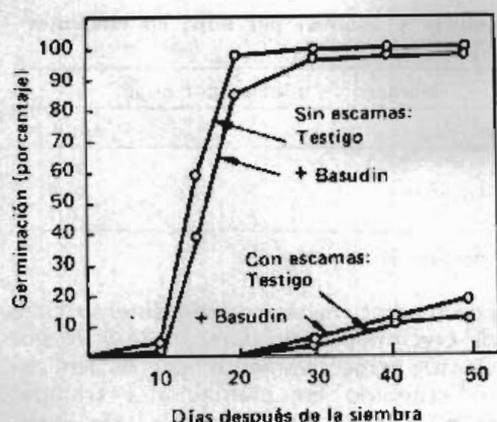


Figura 37. Efecto de la aplicación de insecticidas y de la presencia de escamas sobre la germinación de cangres de yuca.

a otro material de propagación, se deben sumergir los cangres en soluciones de productos insecticidas o acaricidas. Algunos tratamientos con insecticidas retardaron la germinación (Parathion), otros no (Monitor y Malathion).

Una segunda especie de escamas, *Saissetia miranda* (Fam. Coccidae), se encuentra frecuentemente en las ramas jóvenes. Sin embargo, sus ninfas tienen un predator (Coccinelidae) que las destruye en un alto grado y sus adultos son parasitados. El adulto es de color negro y tiene un diámetro de 3-4 mm.

### Vatiga manihotae

El chinche de encaje es una plaga de potencial importancia para la yuca;

produce un amarillamiento, secamiento y caída de las hojas, similar al causado por los ácaros. Se ha estudiado la biología de *V. manihotae* y se encontró que pasa por cinco estadios de ninfas en 4.2, 2.2, 2.4, 3.5 y 5.5 días, respectivamente, con un total de 17.8 días. El promedio de duración del huevo es de 14.8 días. Los adultos miden un promedio de 3.2 mm y prefieren las hojas superiores (Cuadro 34). Como las ninfas se desarrollan lentamente, la mayoría se encuentra en la parte central de la planta.

### Gusano cortador y ciempiés

En algunas plantaciones, el gusano cortador y el ciempiés cortaron los retoños recién germinados y las yemas de los cangres. Una mezcla de tres libras de miel, 25 kg de harina de maíz gruesa y un litro de Dipterex (80%), aplicada alrededor de los cangres, proporciona un buen método de control para ambas plagas.

### CONTROL DE MALEZAS

Las investigaciones sobre el control de malezas en yuca continuaron evaluando los efectos de competencia de las malezas en este cultivo y desarrollando recomendaciones sobre el uso de herbicidas para el control químico de malezas.

Cuadro 33. Altura de la planta y número de hojas por planta, 40 días después de sembrar cangres infestados con varios niveles de la escama *A. albus* (escala de infestación: 0 = sin escamas; 3 = completamente cubierto)

Grado de infestación	Altura de la planta (cm)	Número de hojas por planta
0	33.4 a	32.6 a
1	32.9 a	28.2 ab
2	23.1 b	19.2 b
3	5.5 c	4.8 c

Cuadro 34. Poblaciones de *Vatiga manihotae* (ninfas y adultos) por hoja, en diferentes secciones de la planta. (Mayo, 1973) \*

Sección de la planta	Número de insectos por hoja	
	Ninfas	Adultos
Apice	45.3	60.7
Sección intermedia	207.6	40.6
Base de la planta	11.0	8.7

\* Promedio de 10 plantas y de 10 hojas por cada sección de la planta

### Estudios sobre competencia

Los resultados de investigaciones sobre el período crítico de competencia (Informe Anual del CIAT, 1972), muestran que las mayores pérdidas ocurren cuando no se desmaleza el terreno en la época indicada (Cuadro 35). Los rendimientos máximos se obtuvieron siempre en parcelas desmalezadas con herbicidas. La producción se perdió completamente cuando no se desmalezaron las parcelas.

Al mantener las variedades CMC 39 y CMC 84 en cultivos libres de malezas

por medios mecánicos, durante su ciclo de crecimiento, produjeron 86 y 96 por ciento, respectivamente, del rendimiento obtenido en plantaciones tratadas químicamente para controlar las malezas.

Se observó una considerable reducción en el rendimiento en la variedad de porte más bajo (CMC 84) pero no en la de porte alto (CMC 39), debido a la presencia de malezas después de 120 días de la germinación. Una sola desyerba fue insuficiente: sin embargo, dos, bien espaciadas, produjeron rendimientos considerablemente mayores que los testigos.

Cuadro 35. Efecto de distintos períodos de competencia de malezas sobre el rendimiento de raíces frescas de yuca y el porcentaje de cosecha, en comparación con lotes mantenidos sin malezas mediante el uso de herbicidas, en dos variedades de yuca, a los 280 días después de la siembra.

Número de deshierbas	Frecuencia de las deshierbas	CMC-39		CMC-84	
		Peso fresco (ton/ha)*	Porcentaje del rendimiento máximo**	Peso fresco (ton/ha)*	Porcentaje del rendimiento máximo**
4 +***	15,30,60,120, HC(1)	18.0	86	19.3	96
3 +	30,60,120, HC	16.0	76	15.3	77
2 +	60,120, HC	11.0	52	9.5	42
1 +	120, HC	7.0	33	2.8	14
4	15,30,60,120	19.5	92	14.7	73
3	15,30,60	12.9	61	16.8	84
2	15,30,	13.3	63	11.6	58
1	15	5.8	28	6.0	30
2	30,60	16.3	77	16.9	84
2	15,45	15.4	73	13.2	66
0	Testigo I (2)	1.4	7	1.0	5
0	Testigo II (3)	21.1	100	20.1	100

\* DMS (0.05) = 2.9 ton/ha para tratamientos que incluyen deshierbas.

\*\* Rendimiento expresado en función de porcentaje del tratamiento mantenido sin malezas mediante la aplicación de herbicidas químicos.

\*\*\* La "+" indica que fue necesario hacer deshierbas adicionales.

(1) HC = hasta la cosecha.

(2) Testigo I = Parcela mantenida con hierbas (terreno enmalezado).

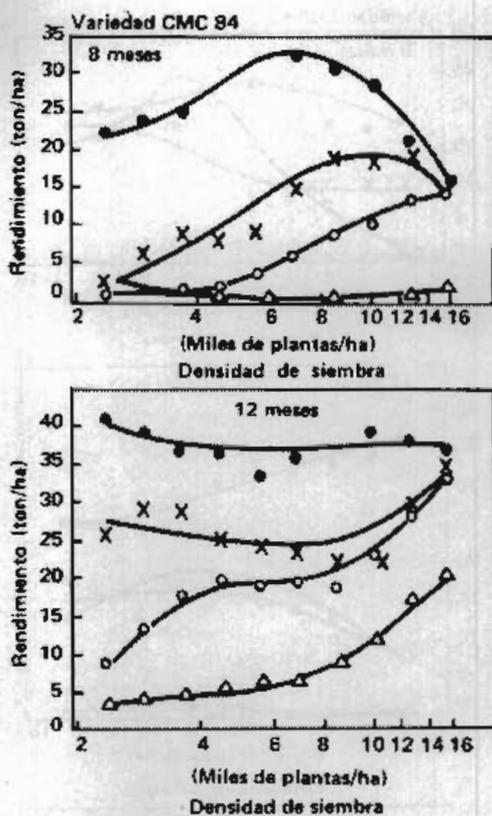
(3) Testigo II = Parcela mantenida sin hierbas mediante aplicación de herbicidas químicos.

La competencia con las malezas durante los primeros 60 días, redujo el rendimiento en más del 50 por ciento. Al mantener la yuca libre de malezas, durante los primeros 60 días, se obtuvo un rendimiento promedio de 76 por ciento del máximo alcanzado, lo cual indica que el periodo crítico de competencia comienza al tiempo de la siembra y se extiende hasta los 60 y 120 días después de realizada esta operación.

Las épocas y las frecuencias con que se hicieron las desyerbas no afectaron el contenido de humedad de la raíz. El índice de cosecha (relación entre el peso seco de la raíz y el peso seco total de la planta) fue el más bajo registrado en cultivos de yuca mantenidos libres de malezas mediante aplicaciones de herbicidas en ambas variedades. Cuando no hay competencia con malezas, la planta tiende a producir proporcionalmente mayor parte aérea y menor área radical. Esto sería una ventaja en aquellas zonas en donde se consumen las hojas para alimentación animal, o donde se quiera producir material de propagación.

La densidad del cultivo y la población de malezas son dos factores que afectan el grado de competencia de las malezas con la yuca. Se puede suponer que un cultivo completamente libre de malezas pueda utilizar los elementos nutritivos presentes en el suelo así como el agua y luz disponibles, y que bajo estas condiciones, una baja población de plantas pueda rendir tanto o más que una población alta. Cuando hay presencia de malezas, se supone que las poblaciones altas tengan un mayor grado de competencia que las bajas. Se está estudiando la interacción que pueda existir entre el espaciamiento de la planta y el método de control de malezas.

Las poblaciones de plantas varían de 2.380 a 15.850 plantas de yuca/ha y los tratamientos de control de malezas incluyen una desyerba manual a los 30 días, dos a los 30 y a los 60 días y un tratamiento químico preemergente (fluometuron más alaclor) seguido de aplica-

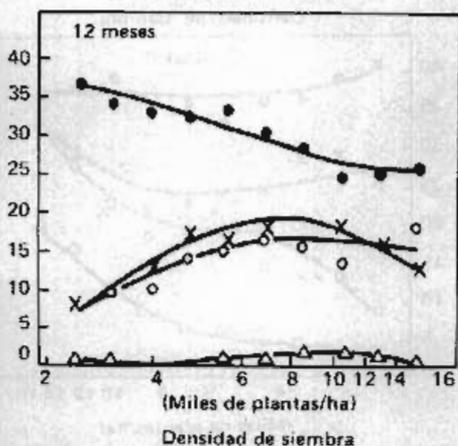
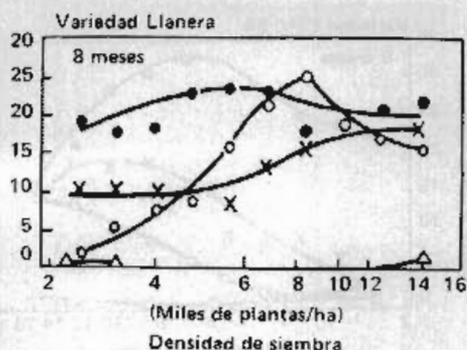


Tratamientos experimentales en las parcelas:  
 ● Deshierba con productos químicos. ○ Deshierba a los 30 días  
 × Deshierbas a los 30 y 60 días △ Testigo (con maleza)

Figura 38. Efecto de la densidad de siembra y del sistema de deshierba utilizado sobre el rendimiento de raíces frescas de yuca a los 8 y 12 meses de la siembra (Variedad CMC 84).

ciones posemergentes de paraquat, según sean necesarias y el correspondiente testigo enmalezado.

El primer experimento se cosechó a los 8 y a los 12 meses después de la siembra. Los resultados correspondientes a CMC 84 y Llanera aparecen en las Figuras 38 y 39, respectivamente. Se observó que a los 8 meses de la siembra, existen interacciones definitivas en la variedad CMC 84. Se alcanzó un rendimiento máximo con 6.000-8.000 plan-



Tratamientos experimentales en las parcelas:

- Deshierba con productos químicos.
- Deshierba a los 30 días.
- X Deshierbas a los 30 y 60 días.
- ▲ Testigo (con maleza)

Figura 39. Efecto de la densidad de siembra y del sistema de deshierba utilizado sobre el rendimiento de raíces frescas de yuca a los 8 y 12 meses de la siembra (Variación Llanera).

tas/ha, pero este disminuyó en un 50 por ciento con 15.850 plantas/ha cuando el control de malezas se hizo con herbicida. En contraste, con mayores densidades, se obtuvo un rendimiento máximo de CMC 84 desmalezada a los 30, o a los 30 y 60 días. Cuando no se hizo ningún control de malezas, los rendimientos fueron de cero, a los 8 meses de la siembra.

A los 12 meses de la siembra, los rendimientos aumentaron un poco en la CMC 84 con un tratamiento químico pa-

ra el control de malezas, en comparación con los rendimientos obtenidos cuatro meses antes. A menores densidades, hubo una tendencia a aumentar rendimientos, pero las diferencias fueron pequeñas. La yuca desmalezada a los 30, o a los 30 y 60 días de la siembra, tuvo mayores rendimientos con poblaciones altas que con poblaciones bajas, 12 meses después de la siembra. Esto significa que el rendimiento es mayor cuando crecen en el campo unas pocas malezas siendo más alta la densidad óptima de población que cuando el cultivo crece completamente libre de malezas. La yuca que creció en la parcela testigo, con malezas, se recuperó notablemente en 12 meses, especialmente cuando las poblaciones fueron altas. Podría decirse que la cosecha de yuca a los 12 meses o más de la siembra, como se hace en algunas partes del mundo, se asocia con la competencia de malezas en las primeras etapas de crecimiento, la cual mejora la producción total de las raíces.

Los rendimientos de Llanera a los 8 meses (Figura 39) fueron algo variables pero se observaron las mismas tendencias generales. A los 12 meses de la siembra, se obtuvieron máximos rendimientos en las parcelas tratadas químicamente para controlar malezas con bajas densidades de siembra, lo cual muestra, una vez más, que las plantaciones de yuca sin maleza pero con densidades bajas de plantas de yuca/ha rinden más que cuando las densidades son altas. La variedad Llanera desmalezada una o dos veces alcanzó una producción máxima cuando había 7.000 y 10.000 plantas/ha. Cuando no se desmalezó el terreno, la producción de yuca después de 8 ó 12 meses de la siembra, fue nula. No se observó recuperación a los 12 meses, como sucedió con CMC 84, lo que indica que la variedad Llanera tiene un grado menor de habilidad de competencia.

#### Estudios hechos con herbicidas

Se han publicado muy pocos informes sobre aplicación de herbicidas a plantas de yuca después de su emergencia. Sin embargo, la evidencia experimental in-

dica que estas aplicaciones pueden suministrar un buen control de malezas hasta cuando la planta esté suficientemente desarrollada y pueda formar una cobertura cerrada. Se hicieron estudios para determinar cuáles herbicidas se pueden aplicar sin causar daños después de la emergencia, cuál es el método adecuado de aplicación y qué efecto tiene la edad de la planta en la resistencia que ésta tiene a las aplicaciones cuando son hechas después de la emergencia.

Los resultados indican que diuron es el único producto completamente confiable (Cuadro 36). A pesar del visible daño ocurrido en las primeras etapas de crecimiento, el rendimiento de la raíz fresca no se redujo. Aplicaciones de dosis altas de dalapon, paraquat y MSMA, causaron un daño severo y la planta no se recuperó. Aplicaciones a dosis bajas, causaron menor daño y la planta se recuperó, tal como lo indican los datos sobre rendimiento.

Los experimentos sobre métodos de aplicación de herbicidas se hicieron con

una dosis alta de los productos mencionados anteriormente, usando plantas de la variedad Llanera Roja de 84 días de edad. La aplicación se hizo con una bomba de espalda equipada con una boquilla especial que permitía usarla: 1) con una pantalla de aluminio insertada alrededor de la boquilla; 2) como dispositivo para hacer aspersión directa dirigida hacia la base de la planta, sin la pantalla; 3) para asperjar el 25 por ciento de la parte inferior de la planta, y 4) para asperjar el 50 por ciento de la parte inferior de la planta.

La aspersión con pantalla, o directa a la base de la planta, resultó ser un método selectivo para cada producto. Las aplicaciones a 25 ó a 50 por ciento de la parte inferior de la planta causaron ligeros daños al comienzo, pero después de 30 días la planta se recuperó lo que indica que tales productos pueden usarse como selectivos cuando no se aplican sobre los cogollos.

Los experimentos descritos se hicieron con plantas de casi tres meses de edad. Para determinar el grado de sen-

Cuadro 36. Efecto de cinco herbicidas posemergentes en la intensidad de los daños, en observaciones hechas a los 14, 30 y 60 días después de aplicados los herbicidas, y los rendimientos obtenidos ocho meses después de la siembra (variedad Llanera Roja)

Herbicida	Nivel de aplicación (kg/ha)	Escala de daños *			Rendimiento (ton/ha)
		14 (días)	30 (días)	60 (días)	
1. Dalapon	2	0	0.6	1.7	10.9
2. Dalapon	4	6.1	7.1	5.7	10.1
3. Dalapon	8	9.1	9.8	10	0.6
4. Glyphosato	.12	0	0	0	10.5
5. Glyphosato	.25	2.0	2.6	2.0	12.0
6. Glyphosato	.50	3.0	6.8	5.2	9.4
7. Paraquat	.12	3.3	3.5	1.8	13.9
8. Paraquat	.25	7.3	7.1	4.0	9.4
9. Paraquat	.50	9.0	9.5	9.0	0.9
10. MSMA	2	1.8	4.1	3.3	11.9
11. MSMA	4	4.0	7.0	7.3	5.7
12. MSMA	8	4.5	8.5	9.3	0
13. Diuron	.5	2.8	2.5	1.0	11.1
14. Diuron	1	4.5	3.1	1.7	13.9
15. Diuron	2	7.0	6.3	2.7	11.4
16. Testigo	—	0	0	0	12.4

\* Escala de daños: 0 = no hubo daños; 10 = muerte de la planta.

sibilidad de las plantas jóvenes a los herbicidas posemergentes, en comparación con plantas viejas, se aplicaron seis productos sobre los cogollos o sobre la parte inferior de plantas de la variedad Llanera, 40, 65 y 90 días después de la siembra.

Cuando se aplicó dalapon, MSMA, paraquat y glifosato a los cogollos se observaron daños severos a los 60 días de la aplicación (Figura 40). Las aplicaciones de diuron y 2,4-D causaron daños menos severos; las plantas de yuca de 90 días de edad solo sufrieron un daño muy pequeño con 2,4-D, diuron y glifosato.

Sin embargo, el redimiento de las raíces frescas a los 270 días mostró la gran capacidad que tiene la planta de la yuca para recuperarse del daño sufrido durante las primeras etapas de creci-

miento (Cuadro 37). Los rendimientos de las plantas tratadas con diuron fueron ligeramente inferiores a los del testigo. Los herbicidas dalapon, MSMA y paraquat, mostraron un alto grado de toxicidad en todas las tres etapas de crecimiento de la planta cuando se aplicaron sobre los cogollos. El glifosato fue selectivo cuando se aplicó a plantas de más de 90 días y no selectivo en etapas más tempranas de crecimiento.

En general, la mayoría de los herbicidas se comportó como selectivos cuando la aplicación se hizo sobre la parte inferior de la planta. No se observó ninguna interacción entre la edad de la planta y el herbicida, cuando se aplicó diuron, 2,4-D y MSMA sobre la parte inferior (Figura 41 y Cuadro 37). El paraquat fue tóxico en plantas de 40 días, pero no en plantas más viejas. El

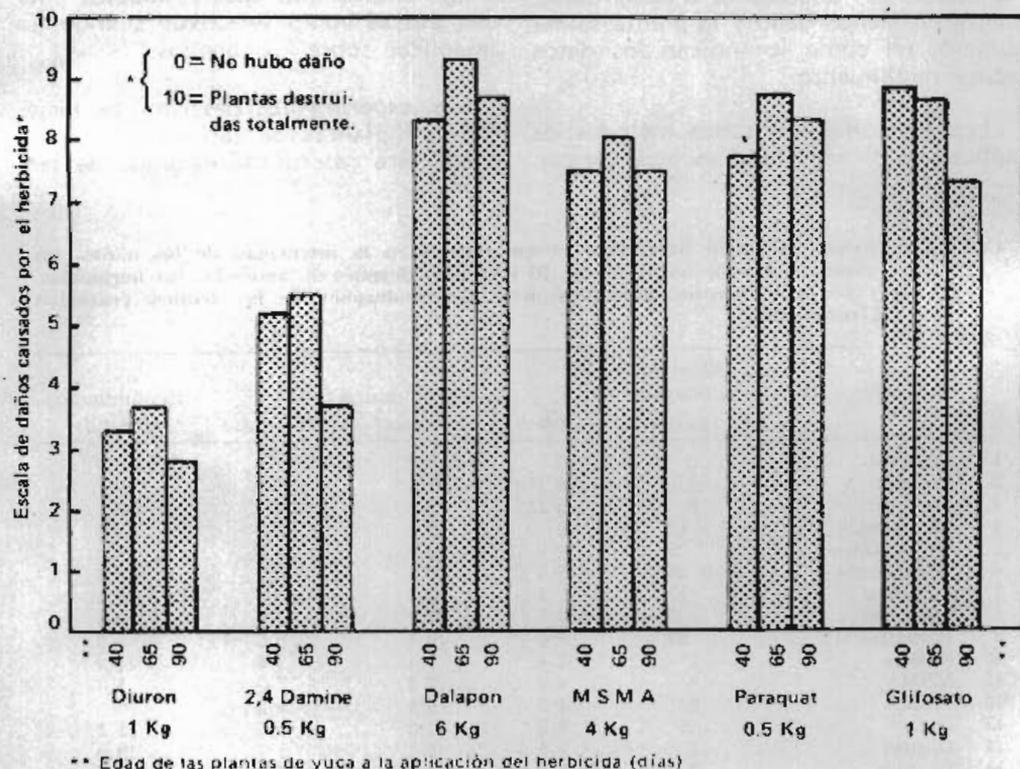


Figura 40. Intensidad de daños causados por seis herbicidas a los 60 días después de haber sido aplicados sobre plantas que tenían 40, 65 y 90 días, respectivamente.

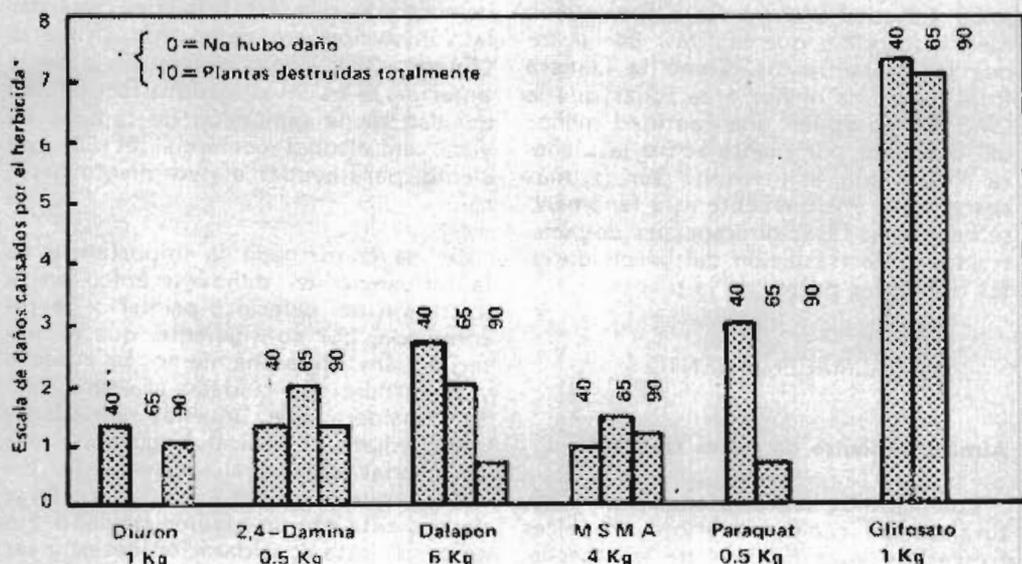
Cuadro 37. Rendimiento de las raíces frescas (variedad Llanera), a los 270 días de sembrada, como consecuencia del método de la aplicación posemergente de seis herbicidas y de la edad de la planta al hacer la aplicación

Herbicida	Nivel de aplicación (kg/ha)	Método de aplicación	Rendimiento (ton/ha)		
			Edad de la planta (en días)		
			40	65	90
1. Diuron	1	Total	32.1	28.0	32.2
2. Diuron	1	MI *	39.0	37.9	40.5
3. 2,4-D amina	0.5	Total	20.9	13.6	29.3
4. 2,4-D amina	0.5	MI	34.3	32.3	35.7
5. Dalapon	6	Total	9.7	3.2	3.6
6. Dalapon	6	MI	31.9	52.6	46.5
7. MSMA	4	Total	13.6	12.8	7.6
8. MSMA	4	MI	40.9	33.3	35.6
9. Paraquat	0.5	Total	20.0	7.6	7.8
10. Paraquat	0.5	MI	26.9	33.0	44.9
11. Glyphosato	1.0	Total	1.6	2.3	32.9
12. Glyphosato	1.0	MI	5.7	18.3	42.6
13. Testigo	—	—	36.9	36.9	36.9

\* MI = mitad inferior de las plantas tratadas.

glifosato fue altamente tóxico en plantas de 40 y 65 días; al aplicarlo a estos intervalos, la yuca sufrió enanismo y el desarrollo de las yemas apicales fue severamente afectado. Sin embargo, cuando se aplicó a los 90 días de la siembra, el herbicida fue selectivo.

El paraquat fue tóxico cuando se aplicó sobre la parte inferior de plantas jóvenes, pero no dio los mismos resultados sobre plantas maduras. Como este es un compuesto no traslocable, se observó daño solamente en las partes en contacto con la planta.



\*\* Edad de las plantas de yuca a la aplicación del herbicida (días).

Figura 11. Intensidad de daños causados por seis herbicidas a los 60 días después de haber sido aplicados a la mitad inferior de plantas de yuca que tenían 40, 65 y 90 días, respectivamente.

La selectividad de 2,4-D-amino, cuando no se aplicó sobre los puntos de crecimiento, se hizo evidente ya que en general se considera que la planta de yuca es muy susceptible a los herbicidas hormonales. Los resultados muestran que este comportamiento no es el mismo cuando se aplica la formulación amina sobre solo una parte de la planta. Las aplicaciones a los cogollos causarían seria deformación radical y una reducción en el rendimiento.

Puesto que el diuron es solo uno de los muchos herbicidas que son sustitutos de la urea, su selectividad, después de la emergencia, se comparó con la de otros compuestos comerciales de este grupo. De tal grupo, los más selectivos fueron fluometuron, norea, DPX-6774; los más tóxicos fueron clorobromuron, metobromuron, linuron y diuron. El factor de control parece estar en la presencia o ausencia de un átomo halógeno en el anillo fenólico. Los compuestos que no tienen un halógeno en el anillo fenólico, son mucho más selectivos que los que lo tienen.

La variedad Llanera Roja fue mucho más susceptible que la CMC 84 en todos los tratamientos. Como la Llanera Roja tiene una menor área foliar que la CMC 84, se aplicó una cantidad menor del producto por planta sobre la Llanera Roja; aún así, resultó ser la más susceptible. Posiblemente este fenómeno se debe a las tasas diferenciales de penetración o de traslación del herbicida en las diferentes partes de la planta.

## ALMACENAMIENTO

### Almacenamiento de raíces frescas\*

Los estudios sobre la aparición y naturaleza del rápido deterioro en raíces frescas de yuca después de la cosecha,

han continuado durante este año. Se han reconocido dos fases del deterioro:

### Deterioro primario

La causa principal de la no aceptabilidad de las raíces cosechadas es una decoloración interna. Al comienzo, ésta se hace evidente por la aparición de franjas de color negro-azuloso en los haces vasculares. La intensidad del estriamiento aumenta y se extiende al tejido no vascular en forma de decoloración marrón más difusa, acompañada por lesiones blancas y secas.

### Deterioro secundario

Después de la decoloración antes descrita, se presenta la pudrición y/o la fermentación con ablandamiento de las raíces. El ablandamiento comienza en la porción central de las raíces y gradualmente se extiende hacia la periferia.

Los estudios sobre el uso de esterilizantes en la superficie de las raíces han demostrado que éstos pueden retardar la iniciación del deterioro primario (Cuadro 38). Como consecuencia de lo anterior, se ha investigado la factibilidad del uso de la inmersión de tajadas de yuca en alcohol comercial al 50 por ciento, para ayudar al secamiento natural.

Se ha confirmado la importancia de la influencia del daño mecánico en la iniciación del deterioro primario. Se recomienda, por consiguiente, que el material para almacenamiento se coseche y se maneje con cuidado (Cuadro 39). Se considera que aquellas variedades con pedúnculo radical largo son más apropiadas para el almacenamiento debido a que las raíces pueden cortarse de la planta con un mínimo de daño. Sin embargo, esta consideración necesita ser estudiada al igual que otros factores tales como la forma y distribución de la raíz, los que podrían influir en la facilidad de cosecha y en el grado del da-

\* Proyecto conjunto con el Tropical Products Institute/CIAT.

**Cuadro 38. Efecto del hipoclorito de calcio y del alcohol comercial en el deterioro de tajadas hechas en raíz de yuca**

Tratamiento *	Indice de deterioro (porcentaje)				
	0	1	2	3	4 (días)
Testigo sin inmersión	0	100	100	100	100
30 segundos de inmersión en agua estéril destilada	0	100	100	100	100
30 segundos inmersión en 1.0% alcohol comercial	0	100	100	100	100
30 segundos inmersión en 5.0% alcohol comercial	0	75	100	100	100
30 segundos inmersión en 10.0% alcohol comercial	0	50	75	100	100
30 segundos inmersión en 20.0% alcohol comercial	0	25	50	75	100
30 segundos inmersión en 40.0% alcohol comercial	0	0	12	25	30
30 segundos inmersión en 60.0% alcohol comercial	0	0	0	0	2
30 segundos inmersión en 0.1% hipoclorito de calcio	0	81	100	100	100
30 segundos inmersión en 0.5% hipoclorito de calcio	0	25	50	75	100
30 segundos inmersión en 1.0% hipoclorito de calcio	0	0	12	50	60
30 segundos inmersión en 2.0% hipoclorito de calcio	0**	0**	0**	0**	12**
30 segundos inmersión en 3.0% hipoclorito de calcio	0**	0**	0**	0**	12**
30 segundos inmersión en 5.0% hipoclorito de calcio	0**	0**	0**	0**	12**

\* Tajadas de raíz de yuca de 4 x 4 cm por cada tratamiento.

\*\* Se observó una ligera decoloración en las tajadas debido a fitotoxicidad.

ño durante esta operación. La manera en que se hace actualmente el empaque del producto, el transporte y mercadeo del mismo en costales grandes, que contienen entre 80 y 100 kilos, causa severos daños.

Los experimentos hechos en el CIAT sobre almacenamiento en silos y en tu-

bos de concreto han demostrado que, como en el caso de otros productos similares, las raíces de yuca pueden curarse permitiendo, durante este proceso, que las heridas sanen. No se ha determinado bajo cuáles condiciones ocurre este fenómeno pero parece que está asociado con una alta humedad relativa y una temperatura de 30°C a 40°C. Des-

**Cuadro 39. Efecto de la severidad de los daños causados en raíces de yuca almacenadas en condiciones ambientales \* sobre el peso fresco de las raíces y su deterioro posterior**

Duración del almacenamiento (en días)	Pérdida de peso fresco** (porcentaje)		Indice de deterioro** (porcentaje)	
	Ligeramente dañadas***	Severamente dañadas****	Ligeramente dañadas***	Severamente dañadas****
1	2.9	3.5	2	15
2	7.4	10.1	27	32
4	12.4	15.9	62	65
7	17.9	21.5	57	67
11	22.1	34.2	72	75

\* Las condiciones ambientales del almacenamiento (en el laboratorio) registraron una temperatura de 20°C ± 40°C.

\*\* 3 x 10 raíces por muestra.

\*\*\* Raíces que no presentaron daños físicos obvios.

\*\*\*\* Raíces que presentaron daños físicos obvios

Cuadro 40. Resultados obtenidos en silos de campo (hoyos recubiertos) para almacenamiento de raíces de yuca bajo temperaturas diferentes

Duración del período de almacenamiento (en meses)	Raíces que no sufrieron deterioro* (porcentaje)	
	Temperaturas registradas en las raíces almacenadas	
	30-35°C	40°C y más altas
1	85-90	5-25
2	70-75	0-5
3	40-60	0

\* Promedio obtenido en cinco silos, dentro de cada uno de los límites de temperatura. Cada depósito contenía 500 raíces que pesaban, aproximadamente, 300 kilogramos.

pués del curado, las raíces de yuca pueden almacenarse (ya sea en silos o en laboratorio), hasta por un período de dos meses sin que presente ningún deterioro.

Experimentos preliminares hechos sobre el uso de silos en diferentes regiones de Colombia, revelaron que éstos pueden modificarse según las condiciones ambientales locales con el fin de reducir la temperatura externa a las condiciones requeridas. Temperaturas mayores de 40°C pueden causar grandes pérdidas (Cuadro 40). Igualmente durante la estación lluviosa, los silos necesitan protección para evitar la penetración de agua. Al mojarse, las raíces se deterioran rápidamente. Las pérdidas que ocurren durante el almacenamiento en silos, son el resultado de un deterioro secundario.

Las raíces sanas, después de tres meses de almacenamiento en silos, satisfacen los requerimientos de textura de la epidermis, de humedad de la pulpa y de exudación de látex. Sin embargo, se han observado varios cambios en la calidad de las raíces después de un prolongado almacenamiento. Estas tienen un sabor más dulce que las recién cosechadas de la misma variedad. Este sabor dulce se nota menos cuando se someten a cocción; en muy pocos casos se ha regis-

trado una pérdida marginal de aceptabilidad. Algunas veces es necesario un período de cocción ligeramente mayor que el requerido para las raíces recién cosechadas. Las raíces que mostraron ablandamiento interno durante períodos prolongados de almacenamiento, con frecuencia volvieron a readquirir una textura y calidad de consumo aceptables durante la cocción.

Se observó igualmente, que la duración de las raíces curadas fuera del silo fue mucho más larga que la de las recién cosechadas y conservadas en condiciones ambientales similares (Cuadro 41). Esto indica que, bajo ciertas circunstancias, sería ventajoso sacar las raíces de los silos después de dos semanas, cuando ya están completamente curadas, en lugar de dejarlas en los silos por períodos prolongados.

#### Secamiento de la yuca\*

Se secaron trozos de yuca con varias formas geométricas bajo diferentes condiciones ambientales controladas para determinar el índice de secamiento. Se diseñó un complejo modelo matemático de simulación y con éste se pudo

\* Este trabajo es parte de la disertación para obtener el grado de doctorado, que Gonzalo Roa presentará a la Universidad Estatal de Michigan.

Cuadro 41. Comparación de la duración de las raíces que no fueron curadas (A) con la de raíces que fueron curadas y conservadas en silos, por un período de ocho semanas (B)

Almacenamiento en el laboratorio (en semanas)	Índice de deterioro * (Porcentaje)	
	A	B
1	45	10
2	80	7
3	100	20

\* 3 x 10 raíces por muestra.

medir el 98 por ciento de la variación en el índice de secamiento mediante un grupo de constantes en el sistema de secamiento, en las variaciones en humedad relativa, en la velocidad del viento y la temperatura. La Figura 42 muestra una estrecha correlación entre el contenido de humedad real y el simulado.

Se han empleado las simulaciones del modelo para determinar la manera de mejorar los métodos actuales de secamiento mediante el cambio del tamaño

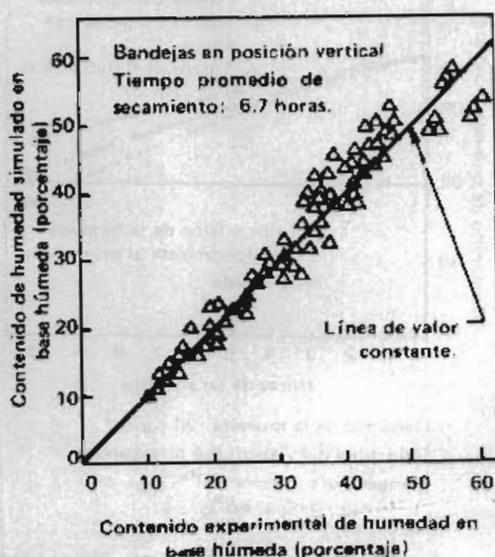


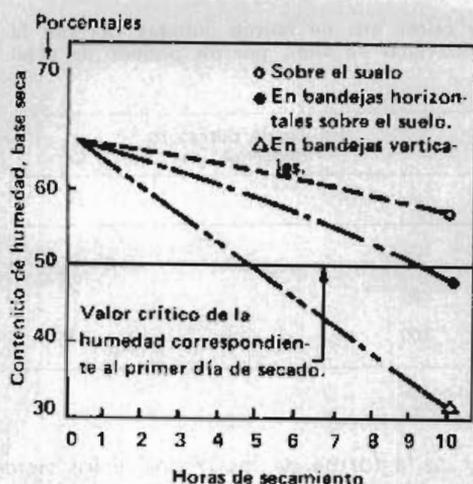
Figura 42. Comparación entre valores que presentan contenidos de humedad en base seca, obtenidos en proceso experimental y en simulación estimados al finalizar un día de secado

y de la forma de los trozos, y los sistemas de secamiento bajo diferentes condiciones. Las condiciones ambientales promedio, durante horas efectivas de secamiento por día, pueden emplearse como base para predecir con precisión los índices promedio de secamiento.

Como los trozos de yuca son blancos y tienen un alto grado de reflexión, por consiguiente, no absorben eficientemente la radiación solar que reciben. El índice de secamiento radical es, por lo tanto, casi completamente independiente de los efectos directos de la radiación solar.

Las tajadas de yuca se secan en poco tiempo cuando hay un movimiento rápido de aire seco y cálido entre los trozos. La energía disponible en el aire suministra suficiente energía para la evaporación. Por consiguiente, para mejorar los sistemas de secamiento de yuca, en los que se utiliza la humedad relativa del aire y la temperatura ambiental, se debe propiciar el aumento en el movimiento de aire a través de la masa de los trozos.

En casi todos los métodos de secamiento de yuca se colocan los trozos directamente en un piso de concreto. Como la velocidad del viento en la superficie es poca, el movimiento de aire a través de los trozos es también escaso. Los trozos de yuca colocados en bandejas, a unos 30 cm del suelo, se secan mucho más rápido que los que se colo-



Densidad de la muestra:  $20 \text{ kg/m}^2$   
 Velocidad del viento:  $0.5 \text{ m/segundo}$ .  
 Temperatura del aire:  $30^\circ\text{C}$   
 Humedad relativa:  $60\%$

Figura 13. Curvas de secamiento que se obtuvieron al utilizar tres sistemas diferentes de secado usando trozos de raíz de yuca de  $0.9 \times 0.9 \times 5.0$  cm (en simulación).

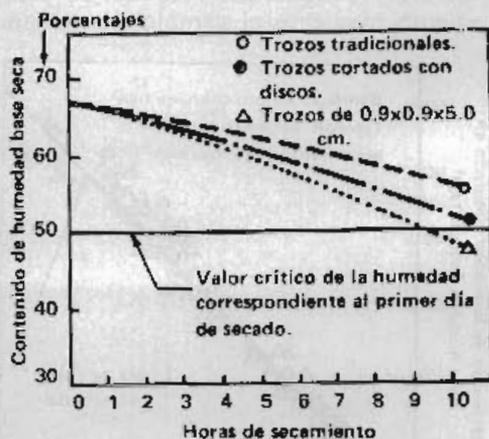
can directamente sobre el suelo, debido a un movimiento mayor del aire (Figura 43). Colocando los trozos de yuca en bandejas en posición vertical, reciben más corriente de aire, se logra aumentar aún más el índice de secamiento.

Con el fin de aprovechar este movimiento de aire, los trozos a secarse deben dejar pasar el aire. Los trozos rectangulares tienen mejores propiedades aerodinámicas que aquellos con formas tradicionales. Al comparar los índices simulados de secamiento se observa que los trozos rectangulares son más eficientes si el área del corte transversal del trozo es menor de  $1.2 \times 1.2 \text{ cm}$  (Figura 44), especialmente cuando hay altas densidades de partículas por unidad de superficie. Al hacer cortes con una tajadora sencilla de disco para obtener trozos rectangulares de tamaño irregular, se obtuvo un mejor índice de secamiento que al secar trozos de forma tradicional.

Hasta ahora, el sistema de secamiento más rápido consiste en el empleo de

trozos de pequeña sección (o corte transversal) y alta porosidad (por ejemplo trozos de  $0.8 \times 0.8 \times 1.0$ , hasta  $5.0 \text{ cm}$ ), colocados en bandejas verticales. El índice de secamiento del sistema fue del doble del obtenido por el sistema tradicional.

Para que la yuca no se dañe debe perder por lo menos el 50 por ciento del contenido inicial de agua durante el primer día después de la cosecha. Si se conocen la temperatura promedio, la humedad y la velocidad del viento durante las horas efectivas de secamiento del día, se puede calcular la máxima densidad permitida para que la yuca alcance un contenido de humedad del 50 por ciento (en base húmeda) en el primer día, bajo diferentes condiciones de secamiento. El déficit en la presión de vapor de agua se obtiene en la Figura 45-a por consecuencia, la densidad de la capa de trozos, en la Figura 45-b. Estas gráficas pueden aplicarse únicamente para un secador vertical que contenga trozos de yuca cortados con dis-



Densidad de la muestra:  $20 \text{ Kg/m}^2$   
 Velocidad del viento:  $0.5 \text{ m/segundo}$   
 Temperatura del aire:  $30^\circ\text{C}$   
 Humedad relativa:  $60\%$

Figura 14. Curvas de secamiento que se obtuvieron al comparar tres tipos de partículas por unidad de superficie, utilizando bandejas en posición vertical, colocadas a  $30 \text{ cm}$  del suelo (en simulación).

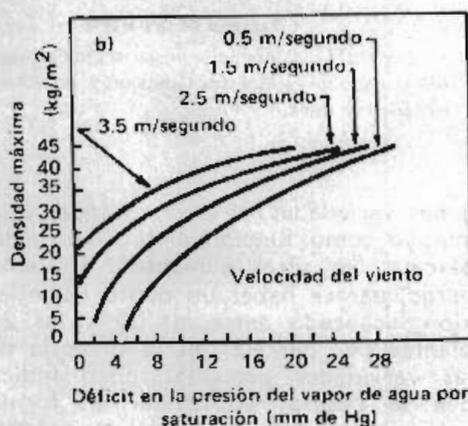
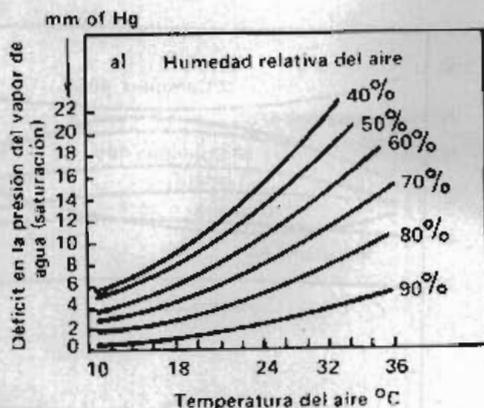


Figura 45. Máxima densidad permisible, bajo diferentes condiciones atmosféricas, al utilizar un secador vertical que contenía trozos de yuca cortados con discos. Duración: 11 horas.

cos; sin embargo, se pueden proyectar curvas adicionales para cualquier sistema de secamiento. Al utilizar las densidades de capas calculadas con estas curvas, los trozos necesitarían aproximadamente tres días para alcanzar un contenido de humedad que se aproxime al valor del equilibrio de humedad fijado por las condiciones ambientales (Figura 46).

Los trozos de yuca deben secarse hasta que tengan un 14 por ciento de humedad (en base húmeda) para que no se deterioren al almacenarlos. Si se usa aire con la humedad relativa y la

temperatura ambientales, los trozos de yuca solo se podrán secar hasta alcanzar el equilibrio en su contenido de humedad. Cuando la humedad relativa no baja del 75 por ciento, es necesario usar calor suplementario para secar estos trozos a un nivel que permita su almacenamiento sin deterioro.

La yuca se cultiva normalmente por períodos vegetativos de 10 a 24 meses, de modo que no es esencial cosecharla en una fecha exacta. La cosecha se puede hacer en la estación seca o cuando las condiciones para el secamiento sean adecuadas.

La construcción de las bandejas en posición vertical es costosa y la operación de llenado de las mismas con los trozos es difícil. El empleo de bandejas en posición horizontal o de una red metálica en posición inclinada es factible y podría aumentar el índice de secamiento con una eficiencia mayor que la obtenida por los métodos empleados actualmente.

La construcción de un tajador de bajo costo que pueda cortar los trozos con las dimensiones requeridas, es un problema que debe ser estudiado posteriormente. No hay duda de que la yuca se puede secar más rápidamente al usar trozos rectangulares de 0.8 x 0.8 x (0.8 hasta 5) cm.

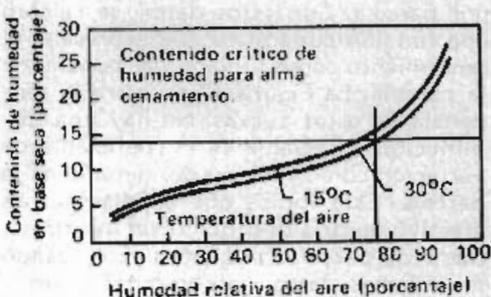


Figura 46. Curvas que muestran equilibrio en el contenido de humedad en la yuca.

## BIOMETRIA

Se están desarrollando diseños experimentales y técnicas analíticas más eficientes, con el fin de utilizar mejor el material de propagación y la tierra que son relativamente escasos ya que, por el tamaño de su planta, la yuca requiere parcelas experimentales grandes.

Otro punto de importancia ha sido la precisión estadística en los análisis investigativos. La yuca muestra una gran variabilidad entre plantas, lo que justifica la consideración de asignar extensas parcelas experimentales. La extensión de éstas, a su vez, hace necesario reducir el número de replicaciones. Puesto que el ciclo vegetativo de la yuca es largo, se corre un gran riesgo al establecer experimentos costosos, a largo plazo, que no sean concluyentes.

Un ensayo de variedades hecho en bloques al azar, con cuatro replicaciones de 10 x 7.8 cm y una densidad de siembra de  $17 \times 10^3$  plantas por hectárea, se cosechó recolectándose datos individuales por planta. Las variedades incluidas fueron Llanera, Extranjera, M Colombia 65, M Panamá 64, CMC 84, M Colombia 22, M Colombia 645, Llanera Roja y M Colombia 463.

Para cada variedad, se tomaron muestras al azar de 5, 10, 15... 100, para simular parcelas del tamaño respectivo. Se computó el coeficiente de variación de cada uno de los tamaños simulados por parcela. Con estos datos, se calculó una función cuadrática que expresaba el rendimiento como función del tamaño de la parcela. La Figura 47 muestra la tendencia de estas curvas. No hay una disminución apreciable en el coeficiente de variación como función del tamaño de la parcela. Esto indica que un diseño más efectivo tendría que incluir un mayor número de parcelas pequeñas. Empleando los mismos datos, se computaron errores estándar para diseños en bloque al azar con parcelas de 5, 10, 15... 35. Estos resultados no son concluyentes (en al-

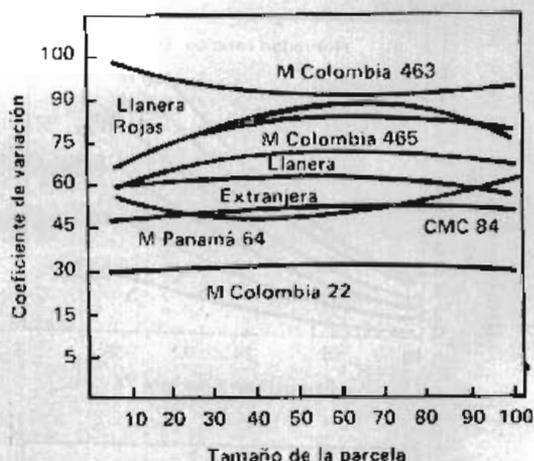


Figura 47. Coeficiente de variación en función del tamaño de la muestra (simulado), en ocho variedades de yuca.

gunas variedades, el error estándar disminuyó como función al tamaño de la parcela; en otras aumentó). Sin embargo, parece haber un punto de inflexión localizado entre las 20 y las 25 plantas por parcela, en la mayoría de las variedades probadas. Esto indica que se podría recomendar en forma preliminar el uso de parcelas cuadradas, de 25 plantas cada una.

Este método se probó calculando el número de replicaciones requerido para descubrir una diferencia de 5 ton/ha en producción, dado un error estándar calculado para parcelas cuadradas de 25 plantas. Los resultados indican que por lo menos se requerirían cinco replicaciones para descubrir las diferencias de cinco toneladas por hectárea. Por lo tanto, la recomendación preliminar es incluir por lo menos seis replicaciones de 25 plantas por parcela cuadrada en los experimentos en donde se diseñen bloques al azar.

En este caso, el tamaño de la parcela corresponde al área a cosechar. En la Figura 48 puede verse que el área a cosechar debe estar rodeada de, por lo menos, dos surcos de borde por

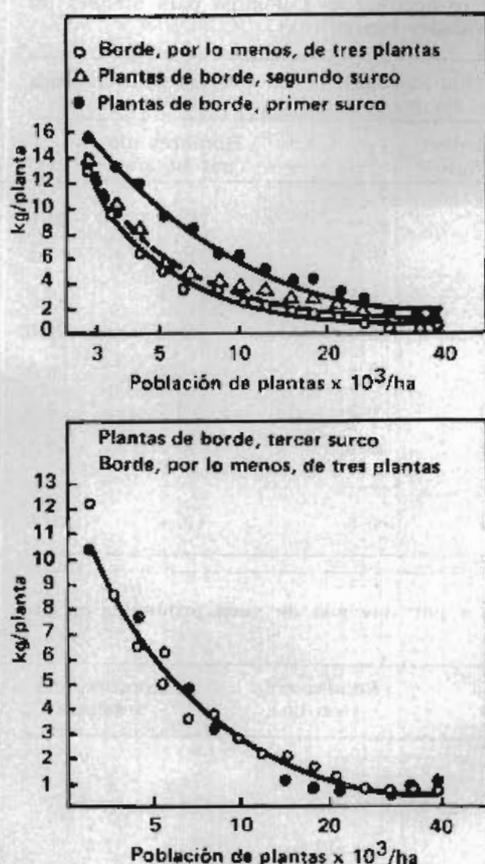


Figura 48. Rendimiento relativo de plantas de borde, variedad Llanera, en diferentes niveles de población de plantas.

todos lados, con el fin de aproximarse lo más posible a los valores reales de rendimiento.

## ECONOMIA

### Cálculo de mano de obra en la producción de yuca

Se reunieron datos sobre el empleo de mano de obra entre 300 yuqueros de 19 departamentos de Colombia. Se dio énfasis a la obtención de información confiable sobre costos de producción y empleo de insumos. Los principales resultados en relación con el

empleo de mano de obra, se mencionan a continuación.

Aproximadamente en un 30 por ciento de las fincas incluidas en la muestra se emplea maquinaria para preparación de terrenos. Ninguna otra actividad es mecanizada. Considerando el impacto de la preparación mecanizada del terreno en el empleo de mano de obra y el costo de producción, se dividieron las fincas de la muestra en dos grupos, según el método empleado para la preparación de la tierra, ya fuera mecanizado o no.

El Cuadro 42 presenta el cálculo de mano de obra empleada por actividad de producción. Se calculó que el empleo total de mano de obra por hectárea es de 87.7 días-hombre, cuando la preparación del terreno es mecanizada y de 110.6 días-hombre, cuando la preparación se hace manualmente. La desyerba es la actividad que emplea una mayor cantidad de mano de obra. La preparación manual del terreno y la cosecha son otras dos actividades importantes que involucran mano de obra.

Con el fin de evaluar el grado de aplicación general de los resultados que aparecen en el Cuadro 42, se hicieron comparaciones con los resultados obtenidos en estudios similares en otras regiones. Se calcula que en la zona cafetera de Colombia, la cantidad total de mano de obra por hectárea, en labores de la producción de yuca, es similar a la calculada para los agricultores que preparan el terreno manualmente (Cuadro 43).

Los cálculos hechos en el norte de Brasil indican que existe una variación considerable entre las diferentes regiones. Sin embargo, los requerimientos promedio de mano de obra son similares a los calculados para Colombia. Se calcula que los requerimientos de mano de obra en la producción de yuca en Jamaica, son considerablemente ma-

Cuadro 42. Estimación de la mano de obra que se necesita en Colombia para atender un cultivo de yuca (distribuida por actividades específicas)

Actividad	Preparación mecánica del terreno		Preparación mecánica del terreno	
	Hombres/día por ha/año	%	Hombres/día por ha/año	%
Preparación del terreno	—	—	25.0	22.6
Siembra	9.1	10.4	10.8	9.8
Resiembra	0.3	0.3	0.6	0.6
Desyerba	46.8	53.4	43.2	39.0
Aplicación de fertilizantes	0.5	0.6	0.3	0.3
Aplicación de insecticidas	0.3	0.3	0.7	0.6
Cosecha y enfarda del producto cosechado	30.7	35.0	30.0	27.1
Total	87.7	100.0	110.6	100.0

Cuadro 43. Uso de mano de obra por hectárea y por tonelada de yuca producida en Colombia, Brasil y Jamaica

Países y áreas	Hombres/día por ha/año	Rendimiento (ton/ha)	Hombres/día tonelada
Colombia *			
Preparación del terreno			
con equipo agrícola	87.7	12.6	7.0
Manualmente	110.6	11.5	9.6
Colombia **			
Zonas cafeteras	105.0	—	—
Noroeste de Brasil ***			
Alagoas	96.0	10.7	9.0
Maranhao	89.0	10.0	6.9
Sergipe	165.4	13.9	11.9
Promedio	110.0	11.5	9.6
Jamaica ****			
Mandeville	191.5	15.9	12.0
Santa Cruz	186.0	6.3	29.5

\* Datos estimados en el presente estudio.

\*\* Fuente: Fondo de Desarrollo y Diversificaciones de Zonas Cafeteras. Cultivos y Empresas de Sustitución para Zonas Cafeteras Marginales. 1968, p. 35.

\*\*\* Fuente: Feasibility of Manioc Production in Northeast Brazil. University of Georgia, 1971, p. 45.

\*\*\*\* Fuente: Rankine, Lloyd B. y Marlene Hee Young. A Preliminary View of Cassava Production in Jamaica. Occasional Series No. 6. Department of Agricultural Economics. University of West Indies. Trinidad. Diciembre, 1971.

yores que los calculados para Colombia y Brasil.

Se calculó igualmente que la mano de obra requerida para producir una tonelada de yuca es de 7 días-hombre, si se emplea maquinaria en la preparación del terreno y de 9.6 días-hombre, si la preparación se hace manualmente. El requerimiento de mano de obra por tonelada de yuca producida, parece ser similar en Colombia y en el nordeste de Brasil, mientras que en Jamaica es mucho mayor.

### Descripción del proceso de producción de yuca en Colombia

El objetivo global de este proyecto es procurar la mayor difusión de información pertinente para contribuir a la toma de decisiones sobre la asignación de recursos para investigación, extensión, producción y política gubernamental, en relación con la producción de yuca. Los objetivos específicos son: a) describir las características tecnológicas del proceso de producción, incluyendo un cálculo de la calidad y cantidad de los factores de producción empleados y de su costo; b) describir las variedades cultivadas actualmente; c) describir los factores biológicos que limi-

tan los rendimientos, tales como enfermedades de las plantas, daños causados por insectos, etc.; d) calcular la utilidad total y neta para los productores y e) desarrollar y probar un plan metodológico dirigido al estudio de los factores que limitan el rendimiento de la yuca en otras regiones y determinar la manera en que estos factores se pueden cambiar.

El estudio se basó en la recolección de datos primarios obtenidos durante visitas personales hechas a aproximadamente 300 productores de yuca, en cinco regiones de Colombia. Un equipo de agrónomos y economistas, previamente adiestrados, está visitando tres veces cada finca durante el ciclo de crecimiento del cultivo. Los datos se obtendrán, en parte, mediante observaciones de campo y recolección de muestras, y otros por entrevistas con los agricultores.

Al final del año, se estaban analizando los datos preliminares tomados de 120 visitas a productores de yuca. Los Cuadros 44 y 45 muestran los resultados preliminares con respecto a la frecuencia de enfermedades y de insectos. Estos resultados preliminares se refieren a cultivos de yuca de menos de cuatro meses de edad; por lo

Cuadro 44. Información preliminar sobre la frecuencia de las enfermedades de la yuca \*

Enfermedad	Fincas afectadas (porcentaje)
<i>Cercospora henningsii</i>	40.0
<i>Cercospora caribae</i>	37.5
<i>Cercospora</i> sp.	21.7
<i>Phyllosticta</i> sp.	14.2
<i>Erysiphe</i> sp.	8.3
Superalargamiento	5.8
Añubio bacterial	4.2
Otros	3.3
No se registraron enfermedades	29.2

\* Se incluyen solamente datos obtenidos en la primera visita hecha a las fincas. Los datos obtenidos en visitas posteriores pueden ser muy diferentes.

Cuadro 45. Información preliminar sobre daños causados por insectos en plantaciones de yuca \*

Especie insectil	Fincas afectadas (porcentaje)
<i>Scirtotrips manihote</i>	79.2
<i>Hiperdiplosia brassiliensis</i>	49.2
<i>Benisia</i> sp.	40.8
<i>Atta</i> sp.	26.7
<i>Silba pendula</i>	26.7
<i>Empoasca</i> sp.	21.7
<i>Anastrepha</i> sp.	16.7
<i>Erinnys ello</i>	14.2
<i>Diabrotica</i> sp.	7.5
<i>Aleurothrixus</i> sp.	5.8
Otros	5.8
No se registraron daños causados por insectos	5.0

\* En la primera visita se incluyó un total de 120 fincas.

tanto, la frecuencia de enfermedades y ataque de insectos, durante el ciclo completo de crecimiento, puede ser muy diferente de los datos preliminares presentados en este texto. Por ejemplo, el añublo bacterial de la yuca, normalmente no se presenta en forma severa durante los primeros meses des-

pués de la siembra. Se ha intentado calcular el impacto de los diferentes ataques de enfermedades e insectos en el rendimiento, con el fin de suministrar información sobre las ventajas relativas de la selección de variedades de yuca resistentes a las principales enfermedades y plagas.

# **Sistemas de Producción de Ganado Porcino**

Aproximadamente, el 85 por ciento de la población porcina se produce en fincas pequeñas o de subsistencia como empresa secundaria o casera. Aunque hay más de 100 millones de cerdos en América Latina, el rendimiento de carne de esta población no alcanza a más de un 10 ó 15 por ciento de la producción total de explotaciones porcinas comerciales y eficientes en países tales como Bélgica, Canadá, Dinamarca y los Estados Unidos. Las enfermedades que atacan al cerdo causan grandes pérdidas económicas; sin embargo, la introducción de mejores condiciones de alimentación, nutrición y manejo causará el mayor impacto inicial en la producción porcina.

## NUTRICION

Aunque se ha logrado algún progreso en la evaluación de alimentos producidos en el trópico y en su utilización dentro de sistemas de alimentación que son nutricionalmente adecuados para todo el ciclo de vida del cerdo, el alto costo de muchos ingredientes alimenticios y el control gubernamental de precios del ganado han limitado el margen de ganancias.

Puesto que en América Latina el costo del alimento representa entre el 80 y 90 por ciento del costo total de producción de carne de cerdo, se continúa dando énfasis a la utilización de algunos alimentos disponibles. Estos alimentos se evalúan primero desde el punto de vista nutricional y si éste es satisfactorio, se incorporan a sistemas globales de alimentación.

## Yuca

Puesto que la raíz de la yuca es una abundante fuente de energía en los trópicos bajos, su evaluación ha continuado con el fin de desarrollar sistemas de alimentación que permitan utilizarla al máximo.

En escala experimental se ha determinado el efecto del ácido cianhídrico, el método de alimentación y la forma física en que se suministra la yuca en el comportamiento y la salud de los cerdos en crecimiento y acabado empleando dos variedades, Llanera y CMC-84. La variedad Llanera tiene un bajo contenido de ácido cianhídrico (menos de 50 mg/kg) mientras que la variedad CMC-84 registra un contenido medio (entre 150 a 250 mg/kg).

Cuando se suministró yuca fresca dulce a libre escogencia junto con un suplemento proteínico, el consumo diario de yuca fue de 3.00 kg comparado con solo 986 g al suministrar yuca amarga (CMC-84) (Cuadro 1). Los cerdos que consumieron yuca dulce (Llanera) ingirieron además un promedio de 814 g de suplemento proteínico. Para compensar el bajo consumo de yuca amarga los cerdos consumieron una mayor cantidad (1,212 g) de suplemento proteínico. El bajo consumo de yuca amarga y el mayor consumo de suplemento proteínico dieron como resultado una dieta excesiva en proteína (Figura 1) y por tanto, antieconómica.

Cuadro 1. Comparación del comportamiento de cerdos en la fase de acabado, alimentados con yuca fresca dulce y yuca fresca amarga

Parámetro	Dietas experimentales			
	Yuca dulce + suplemento proteínico		Yuca amarga + suplemento proteínico	
	A voluntad	Controlado	A voluntad	Controlado
Ganancia diaria promedio, kg	661	770	557	-079
Consumo diario yuca, kg	2.990	3.402	.986	.929
Consumo diario suplemento proteínico, kg	.814	.816	1.212	.223
Consumo total alimento, kg *	1.977	2.007	1.595	.584
Proteína, (porcentaje)	14.1	13.3	23.5	13.3
Alimento/ganancia	2.99	2.61	2.86	Neg.

\* Con un contenido estimado de 10 por ciento de humedad.

Al mezclar el suplemento proteínico con la yuca amarga, con el propósito de evitar el consumo excesivo de proteína, no aumentó el consumo de yuca ni mejoró el comportamiento de los animales. A causa de la reducción en el consumo de suplemento proteínico de 1,212 a 223 g, los cerdos perdieron aproximadamente 79 g de peso corporal por día. La mezcla del suplemento proteínico con yuca dulce no alteró el consumo diario de alimento ni el nivel de comportamiento de los animales en comparación con los obtenidos con cerdos a los cuales se les suministró yuca con suplemento proteínico en forma separada.

En otro experimento se preparó harina de yuca de estas dos variedades y se incluyó en dietas balanceadas para cerdos en crecimiento. La Figura 2 muestra el promedio de consumo diario de alimento de cerdos a los cuales se les suministró dietas a base de harina de yuca dulce o amarga. Los cerdos alimentados con harina de yuca amarga consumieron menos cantidad de alimento durante la primera semana y esta disminución en el consumo continuó en menor grado durante las cuatro semanas del experimento. El menor consumo de esta dieta causó una reducción en la ganancia diaria promedio de peso de 618 g para los cerdos

alimentados con yuca dulce a 558 g para aquellos alimentados con yuca amarga (Cuadro 2).

Esta reducción en la ganancia y en el consumo de alimento estuvo acompañada por un aumento en el índice de conversión alimenticia. Esto sugiere que la harina de yuca amarga reduce la palatabilidad de la dieta. Sin embargo, una vez consumida, parece no afectar mayormente el proceso metabólico, con excepción del mecanismo de detoxificación de los residuos de ácido cianhídrico libre o del producido por beta-glucósidos presentes en la harina de yuca. El producto principal de detoxificación del ión cianuro es el ión tiocianato.

Otro estudio midió el efecto del método de deshidratación de la yuca amarga en el comportamiento de ratas en crecimiento y en los niveles de tiocianato en el suero sanguíneo y en la orina. La yuca amarga (CMC-84) fue picada fresca y secada al sol o en un horno de aire forzado a 60°C y a 86°C. Este material seco fue molido e incluido en cantidades iguales como fuente energética principal (80 por ciento) en dietas para ratas en crecimiento. Las ratas tuvieron un excelente comportamiento al emplear cualquiera de

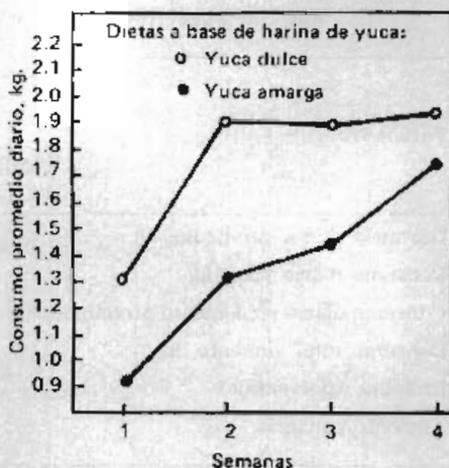
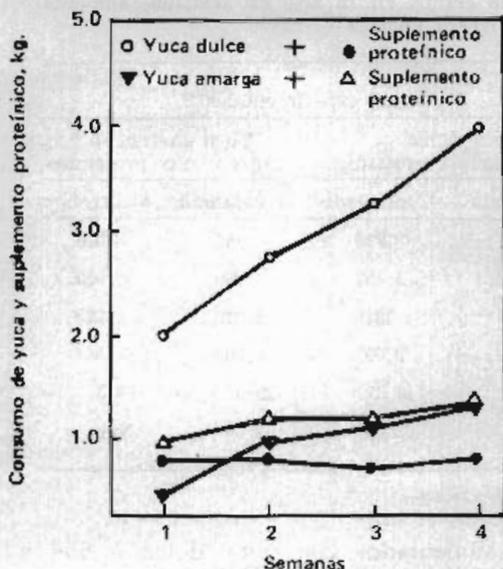


Figura 2. Consumo de dietas a base de harina de yuca dulce o amarga para cerdos de crecimiento.

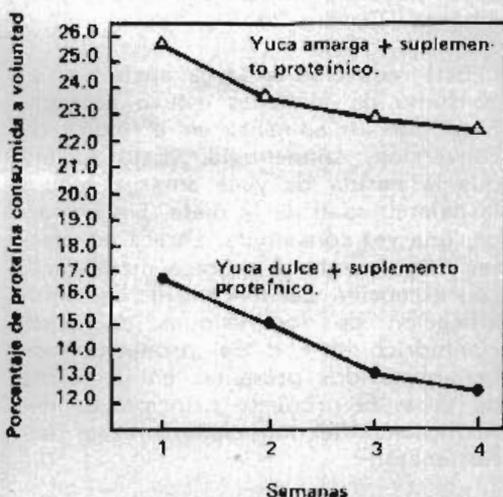


Figura 1. Consumo de dietas a base de yuca fresca dulce y amarga, para cerdos en crecimiento.

dietas se demostró que el nivel de tiocianato en el suero sanguíneo está asociado con el nivel de cianuro en la dieta. Este estudio metabólico también sugiere que aún después de que las beta-glucosidasas son destruidas por el calor a 86°C, los beta-glucósidos (linamarina y lotaustralina) son metabolizados en el cuerpo y aumentan la producción y excreción de tiocianato. Cuando la yuca amarga se seca a una temperatura menor (60°C) que la requerida para destruir las beta-glucosidasas (72°C) hay una mayor producción y excreción de tiocianato.

Cuadro 2. Efecto de la harina de yuca dulce y harina de yuca amarga, como fuentes principales de carbohidratos, en las dietas para cerdos en crecimiento.

Parámetro	Harina de yuca	
	dulce	amarga *
Peso inicial, kg	39.8	39.3
Peso final, kg	57.1	54.9
Ganancia diaria promedio, kg	.618	.558
Alimento diario promedio, kg	1.767	1.354
Alimento/ganancia	2.86	2.43

\* Contenido estimado de 150 a 200 mg de ácido cianhídrico por kg de yuca fresca.

las tres formas de deshidratación. La tasa de crecimiento, el consumo de las dietas, la eficiencia alimenticia y los índices de eficiencia proteínica fueron similares en los tres grupos.

En ratas mantenidas en jaulas para estudios de metabolismo y alimentadas con cantidades iguales de las mismas

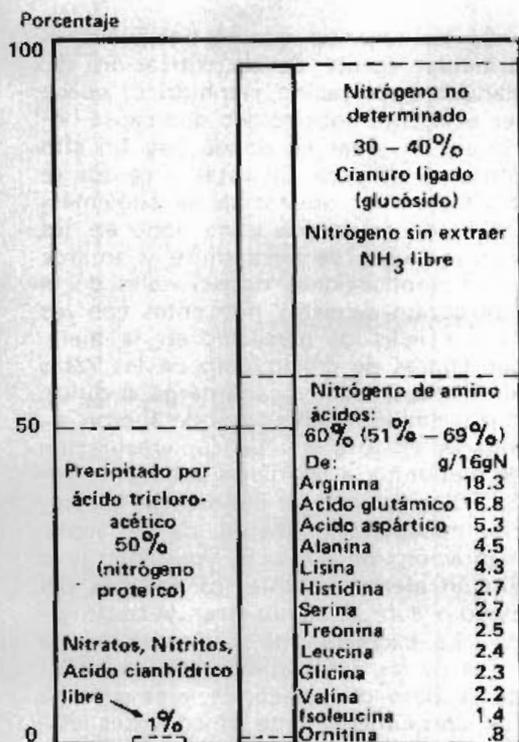


Figura 3. Fraccionamiento del nitrógeno de las raíces de yuca de la variedad Llanera, con 0.4% de nitrógeno total (en base seca al aire).

Mediante una serie de experimentos se evaluó química y biológicamente la

fracción nitrogenada de la raíz de yuca y además se estudiaron otros factores que afectan la utilización del nitrógeno. El análisis químico indicó que aproximadamente el 60 por ciento del nitrógeno total de la raíz de yuca es nitrógeno proteico y que el ácido cianhídrico y los nitritos-nitratos constituyen menos del uno por ciento de la fracción nitrogenada (Figura 3).

En estudios posteriores se calculó el valor de la proteína de yuca para el crecimiento de ratas y se midió el efecto de la suplementación con metionina para mejorar el valor de la proteína de yuca. Los datos biológicos demostraron que las ratas en crecimiento pueden utilizar alrededor de 50 por ciento de la fracción nitrogenada de la raíz de yuca y que la suplementación con metionina de dietas a base de harina de yuca mejora significativamente el comportamiento de las ratas.

Aunque se observaron diferencias en tolerancia al cianuro de la dieta en ratas, se demostró que una cantidad de 3.200 ppm o más añadida a la dieta en forma de cianuro de potasio es letal para las ratas en crecimiento y que los niveles de cianuro de 2.400 ppm o me-

Cuadro 3. Efecto del cianuro en la mortalidad y en el comportamiento de las ratas

Nivel de adición de cianuro (como KCN <sup>a</sup> ), ppm.	No. de ratas		Ganancia total de peso, g	Consumo de alimento, %	Excreción de tiocianato en la orina <sup>a</sup> mg/8 días	Concentración de tiocianato en el suero sanguíneo <sup>b</sup> mg/100 ml
	Inicial	Final				
0	5	5	27.9	127.2	0.33	1.49
480	5	5	24.4	109.5	3.07	2.37
960	5	4	18.5	92.3	5.88	3.18
1600	5	4	14.6	87.6	8.65	2.33
2400	5	5	11.5	84.4	6.98	2.59
3200	5	2	2.6	72.9	11.81	2.77
4800	4	1	4.1	81.6	14.23 <sup>b</sup>	—
8000	4	1	-9.1	61.5	18.47 <sup>b</sup>	—

<sup>a</sup> KCN: Cianuro de Potasio.

<sup>a</sup> Promedio de dos ratas por tratamiento, excepto en casos en los que se indique de otra manera.

<sup>b</sup> Una rata por tratamiento.

nos, aunque no son letales, redujeron el comportamiento de las ratas (Cuadro 3). Cada aumento en el nivel de cianuro en la dieta produjo un correspondiente aumento lineal en la excreción de tiocianato en la orina; sin embargo, no se observó la misma correlación en el tiocianato del suero sanguíneo.

En dos ensayos adicionales sobre crecimiento y metabolismo de ratas se estudió el efecto de la suplementación con metionina en la calidad de la proteína de la dieta a base de harina de yuca y en la detoxificación del cianuro de la dieta. Los datos experimentales obtenidos (Cuadro 4) demostraron que cada aumento en la cantidad de cianuro de la dieta de 0 a 2.400 ppm causó una depresión en el crecimiento y aumentó la cantidad de alimento requerido por gramo de ganancia y que el cianuro de la dieta, suministrado por la harina de yuca o por la adición de cianuro a la dieta basal, indujo altos niveles de excreción de tiocianato en la orina; sin embargo, como se demostró anteriormente, la concentración de tiocianato en el suero sanguíneo no se alteró en forma apreciable. La suplementación con metionina mejoró el comportamiento de las ratas en todos los niveles de adición de cianuro y aumentó la excreción de tiocianato en la orina.

Se ha sugerido que el tiocianato, el principal agente de detoxificación del cianuro o del ácido cianhídrico, puede ser el agente antitiroideo que causa bocio en las áreas en donde hay un alto consumo de yuca. En ratas y cerdos se estudiaron los efectos de la suplementación de metionina y de yodo en las dietas a base de yuca dulce y amarga y las implicaciones nutricionales de la interacción de estos nutrientes con los altos niveles de glucósido en la dieta. Las curvas de crecimiento de las ratas alimentadas con yuca amarga o dulce, con y sin metionina, y yodo fueron similares (Figura 4). La suplementación de metionina a las dietas a base de yuca dulce o amarga mejoró las ganancias independientemente de la suplementación de yodo. El yodo no tuvo ningún efecto durante los 56 días del estudio aun al suministrar yuca amarga. La excreción de tiocianato en la orina de las ratas alimentadas con dietas a base de harina de yuca amarga fue aproximadamente cinco veces mayor que la de las ratas alimentadas con dietas a base de harina de yuca dulce.

En los cerdos, la baja palatabilidad de las dietas a base de harina de yuca amarga dio como resultado una reducción en el consumo de alimento diario y pérdidas de peso corporal en todos los tratamientos. Los altos niveles

Cuadro 4. Interacción de la metionina y el cianuro suministrados como suplemento de dietas de harina de yuca, en experimentos hechos con ratas

Parámetro	Variable de la dieta						
	CN ppm *	0.2% Metionina			0% Metionina		
		0	1200	2400	0	1200	2400
Ganancia total de peso, g		111.7	103.3	76.1	91.5	73.4	56.0
Consumo de alimento, g		362.8	360.9	276.5	348.7	285.5	236.1
Conversión alimentaria		3.3	3.4	3.7	3.8	3.9	4.2
Total CNS <sup>†</sup> en la orina, mg *		68.1	87.5	116.0	43.7	62.3	63.5
Total CNS <sup>†</sup> en el suero sanguíneo, mg/100 ml		2.05	3.24	2.72	2.34	2.45	2.81

\* CN<sup>†</sup> representa cianuro y CNS<sup>†</sup> representa tiocianato.

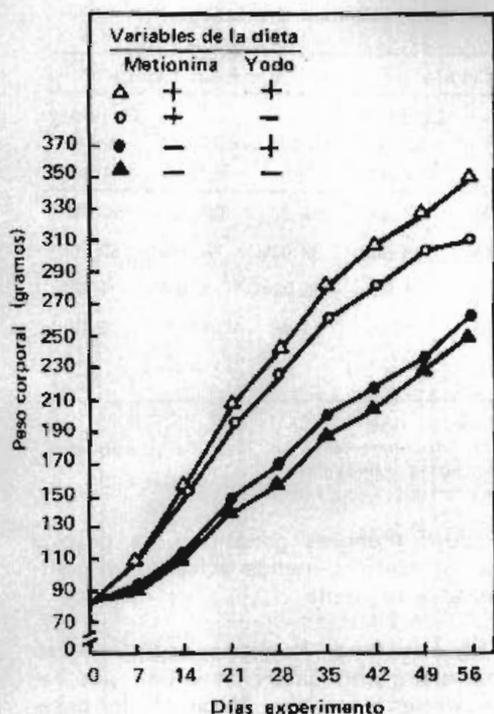


Figura 4. Efecto de la suplementación con metionina y yodo en dietas a base de harina de yuca dulce (Llanera) y de caseína, en el crecimiento de ratas.

de tiocianato en la orina y en el suero sanguíneo de los cerdos sugieren la presencia de elevados niveles de glucósidos cianogénicos. La suplementación con metionina mejoró significativamente tanto el consumo alimenticio como las ganancias de peso corporal. Los resultados obtenidos con cerdos indican que hay una interacción aparente de la metionina con el yodo a juzgar por la concentración de tiocianatos en el suero sanguíneo (Cuadro 5); sin embargo, estos resultados contradicen los obtenidos con ratas y, por tanto, deben ser confirmados posteriormente.

### Ñame

El ñame (*Dioscorea* sp.) es un alimento básico para millones de habitantes de los trópicos. Puesto que el ñame se encuentra disponible en algunas áreas como alimento para el ganado, se han hecho estudios para evaluarlo como fuente de carbohidratos y de proteína.

En un ensayo con ratas se estudió el efecto de los métodos de secado y de procesamiento en el valor nutritivo de dos

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con metionina y yodo de dietas a base de harina de yuca amarga (CMC-84) y de torta de soya en los parámetros estudiados en cerdos en crecimiento a,b

Parámetro	Met % c	Variables de la dieta			
		0.2		0	
		+	-	+	-
Ganancia total de peso, kg	Yodo d	8.92	11.18	6.25	5.88
Consumo total de alimento, kg		16.16	19.49	11.90	12.41
Excreción de tiocianato en la orina (mg/kg alimento consumido)		66.58	70.63	36.85	51.40
Concentración de tiocianato en el suero sanguíneo (mg/100 ml de suero)		3.43	4.53	7.37	4.93
Hemoglobina, g/100 ml de sangre		9.1	10.1	8.7	8.9

- Cada valor representa el promedio de tres cerdos por tratamiento durante un período experimental de 28 días.
- Cerdos alimentados con dietas a base de harina de yuca amarga (CMC-84) y soya + 20% de sacarosa y 20% de agua añadida al momento de suministrar el alimento.
- DL-metionina.
- Adición de sal yodada (+) o de cloruro de sodio (-) a la premezcla de minerales.

Cuadro 6. Valor nutritivo del ñame (*Dioscorea* sp.) para ratas en crecimiento<sup>1,2</sup>

Parámetro	Variedad Criolla			Variedad Espino		
	Crudo secado al		Cocido y	Crudo secado al		Cocido y
	Sol	Horno	al horno	Sol	Horno	al horno
Consumo total de alimento, g	365.76	374.98	240.46	253.30	338.22	252.80
Ganancia total de peso, g	46.14	61.26 <sup>a2</sup>	49.62 <sup>ab</sup>	39.02 <sup>b</sup>	40.84 <sup>b</sup>	60.78 <sup>a</sup>
Conversión alimentaria	8.22 <sup>d</sup>	6.15 <sup>bc</sup>	4.92 <sup>ab</sup>	6.96 <sup>cd</sup>	8.60 <sup>d</sup>	4.18 <sup>a</sup>
Relación eficiencia proteínica	1.28	1.63	2.05	1.48	1.20	2.40
Distensión gastrointestinal <sup>3</sup>	+	++	—	+	++	—

1. Cinco ratas por tratamiento; período experimental de 21 días.

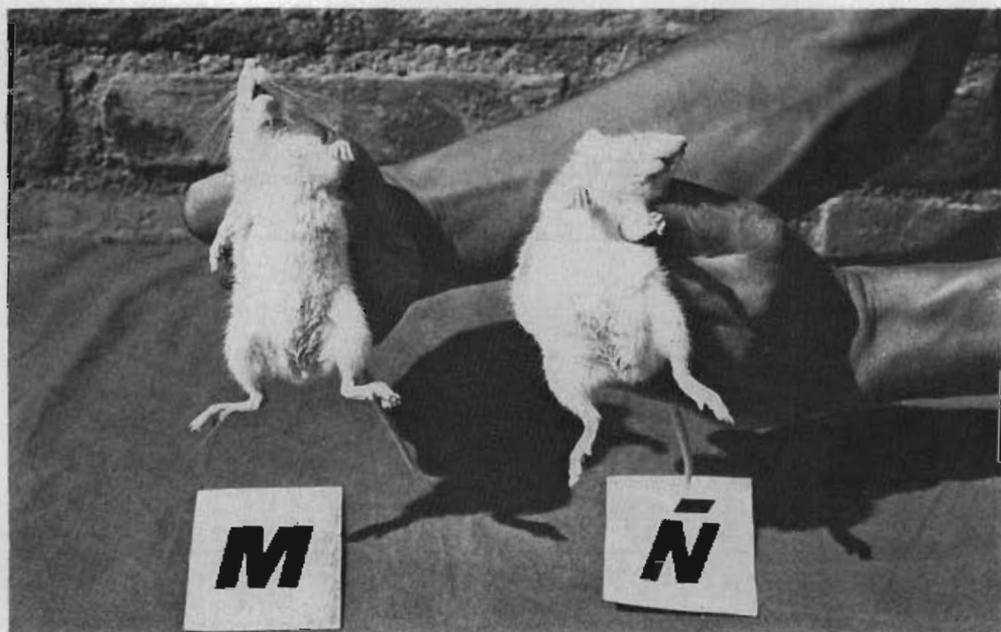
2. Los valores con distintos exponentes son estadísticamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0.05. Estos exponentes están representados con letras minúsculas.

3. (++) distensión severa; (+) distensión en menor grado; (—) normal.

variedades (Criolla y Espino) de *D. alata*. Los resultados (Cuadro 6) demuestran que en el ñame crudo existe algún factor que afecta su valor nutritivo. En general, las ratas alimentadas con ñame crudo consumieron más dieta que las alimentadas con ñame cocido pero este aumento en el consumo

produjo menores ganancias de peso y una utilización menos eficiente de alimento y proteína.

El consumo de ñame crudo causó una distensión gastrointestinal. Las ratas alimentadas con ñame crudo desarrollaron un abdomen voluminoso en



Comparación del grado de distensión abdominal de un animal alimentado con altos niveles de harina de ñame (Ñ) y de otro alimentado con una dieta de maíz común (M).

comparación con la estructura corporal normal de las ratas alimentadas con ñame cocido (Figura 5). La distensión del tracto intestinal es causada aparentemente por la acumulación de alimento no digerido y estuvo acompañada de congestiones de la mucosa digestiva. Este fenómeno no se observó en las ratas alimentadas con ñame cocido. El ñame cocido del tipo Espino mantuvo un nivel de comportamiento satisfactorio; sin embargo, el comportamiento de las ratas alimentadas con ñame Criollo cocido fue menos favorable.

En un segundo estudio se comparó el valor proteínico de dos variedades de ñame (15088 y 15209) procedentes de Puerto Rico. La variedad 15088, que contiene 7.81 por ciento de proteína bruta, se suministró como fuente proteínica y energética en dietas suplementadas con torta de soya a niveles que suministraron 10.0 y 13.0 por ciento

de proteína en las dietas. Estos tratamientos se compararon con dietas a base de maíz común y de torta de soya que contenían similares niveles de proteína bruta. Todas las dietas testigo contenían el mismo balance de aminoácidos con niveles variables de proteína obtenidos por dilución con almidón de yuca.

En todos los niveles de proteína, la combinación de ñame cocido con torta de soya mantuvo un crecimiento igual o superior al de las ratas alimentadas con la dieta testigo de maíz y torta de soya (Cuadro 7). Sin embargo, la eficiencia de utilización tanto alimenticia como proteínica fue superior con las dietas testigo. Esta reducción en la eficiencia se explica, al menos parcialmente, en el consumo alimenticio considerablemente mayor de las ratas alimentadas con dietas que contenían harina de ñame. Se presentó una severa distensión abdominal en todas

Cuadro 7. Valor nutritivo de dos variedades (15088 y 15209) de ñame (*Dioscorea alata*) en dietas para ratas en crecimiento <sup>1</sup>

Dieta	Consumo alimento/ animal, g	Ganancia total de peso, g	Con- versión alimen- taria	Relación de efici- encia protei- nica	Distensión gastro- intestinal <sup>2</sup>
Ñame crudo var. 15088, con cáscara 7.2% proteína	395.20 <sup>a</sup>	38.40	10.39 <sup>a</sup>	1.36	++
Maíz común + torta de soya, 7.2% proteína	208.39 <sup>bc</sup>	31.14 <sup>d</sup>	6.99 <sup>bc</sup>	2.08	—
Ñame crudo var. 15088, con cáscara + torta de soya, 10.0% proteína	438.52 <sup>a</sup>	69.15 <sup>b</sup>	6.40 <sup>cd</sup>	1.58	++
Maíz común + torta de soya, 10.0% proteína	181.04 <sup>c</sup>	34.00 <sup>d</sup>	5.42 <sup>d</sup>	1.87	—
Maíz crudo var. 15088, con cáscara + torta de soya, 13.0% proteína	421.05 <sup>a</sup>	76.02 <sup>ab</sup>	5.59 <sup>d</sup>	1.43	++
Maíz común + torta de soya, 13.0% proteína	254.77 <sup>b</sup>	83.24 <sup>a</sup>	3.08 <sup>e</sup>	2.52	—
Ñame crudo var. 15209 con cáscara + torta de soya, 10.0% proteína	409.95 <sup>a</sup>	52.49 <sup>c</sup>	7.87 <sup>b</sup>	1.30	++
Ñame cocido var. 15209, sin cáscara + torta de soya, 10.0% proteína	196.29 <sup>c</sup>	28.82 <sup>d</sup>	6.83 <sup>bc</sup>	1.46	—

1. Seis ratas por tratamiento; período experimental de 21 días. Ñame variedad Puerto Rico.

2. (++) distensión severa; (—) normal.

3. Los valores en la misma columna con distintos exponentes son estadísticamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0.05. Estos exponentes están representados con letras minúsculas.

Cuadro 8. Valor nutritivo y digestibilidad de materia seca (MS) de dos especies de ñame para ratas en crecimiento <sup>1</sup>.

Parámetro	Testigo	Dioscorea alata		Dioscorea esculenta	
		Crudo	Cocido	Crudo	Cocido
Consumo total de alimento, g	276.52	272.70	234.36	163.56	257.40
Ganancia total de peso, g	66.56	39.44	39.84	6.06	49.64
Conversión alimentaria	4.17	6.95	5.94	36.01	5.21
Relación de eficiencia proteínica	2.36	1.42	1.68	0.38	1.92
Distensión gastrointestinal <sup>2</sup>	—	+	—	++*	—
Digestibilidad de MS (porcentaje)	—	70.6	79.9	77.8	88.7

1. Cinco ratas por tratamiento; período experimental de 21 días.

2. (++) distensión severa; (+) distensión en menor grado; (—) normal.

\* Este tratamiento produjo diarrea severa.

las ratas alimentadas con dietas que contenían harina de ñame crudo.

En un tercer ensayo se midió el efecto de la cocción en la digestibilidad de la dieta y se compararon el comportamiento y la digestibilidad de la dieta consumida por ratas alimentadas con *D. alata* y/o con *D. esculenta*. Las partículas de almidón de esta última especie son mucho más pequeñas que las de *D. alata*. Los resultados que aparecen en el Cuadro 8 demuestran que la cocción reduce el efecto del factor presente en el ñame crudo y mejora la digestibilidad del ñame en un 10 por ciento, aproximadamente. La especie

*D. esculenta* que parece tener moléculas de almidón más pequeñas presentó un índice de digestibilidad 10 por ciento mayor que la especie *D. alata*. La cocción también eliminó la distensión observada al alimentar los animales con ñame crudo.

#### Maíz

Se hicieron estudios para continuar evaluando la calidad nutritiva del maíz (VE-21) con endosperma cristalino y para compararlo con la calidad del maíz (H-208) opaco-2 de endosperma harinoso. Los experimentos adicionales hechos con ratas confirmaron los resulta-

Cuadro 9. Comportamiento de ratas alimentadas con dietas a base de granos enteros o de endosperma de maíz opaco-2 (H-208) y de maíz opaco cristalino (VE-21) \*

Dietas	Ganancia total de peso, g	Relación alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
<b>Granos enteros</b>			
Opaco-2 (H-208)	94.6	4.38	2.67
Opaco cristalino (VE 21)	64.3	5.21	2.25
<b>Endospermas</b>			
Opaco-2 (H-208)	39.5	7.86	1.78
Opaco cristalino (VE 21)	25.9	10.39	1.40

\* Cada valor representa el promedio de ocho ratas, obtenido durante un período experimental de 28 días. Promedio general de peso corporal inicial: 48.3 g.

Cuadro 10. Comparación del valor nutritivo de los maíces colombianos común, opaco-2 (H-208) y opaco cristalino (VE-21) para cerdos en crecimiento <sup>a</sup>

Parámetro	Testigo		9.6% de proteína bruta (PC)		
	16% FC	9.6% PC	Común	Opaco-2	Opaco cristalino
No. de cerdos/grupo	7 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	8	8
Ganancia total de peso, kg	39.0 <sup>c</sup>	32.4 <sup>d</sup>	10.5 <sup>f</sup>	30.3 <sup>e</sup>	27.3 <sup>e</sup>
Eficiencia de los alimentos	2.67 <sup>c</sup>	3.55 <sup>d</sup>	5.81 <sup>e</sup>	3.52 <sup>d</sup>	3.51 <sup>d</sup>

a. Período experimental de 63 días. Promedio general de peso corporal inicial: 18.7 ± 0.4 kg.

b. Durante la primera semana del experimento se retiró un animal de cada grupo debido a problemas en las extremidades, no relacionados con el tratamiento experimental.

c, d, e, f. Los promedios con la misma letra exponencial no son significativamente diferentes (P > 0.05).

dos previos (ver Informe Anual del CIAT, 1972) e indicaron que tanto los granos enteros cristalinos como sus endospermas separados son nutricionalmente inferiores a los granos y endospermas del maíz opaco-2, respectivamente (Cuadro 9). Sin embargo, los estudios hechos con cerdos en crecimiento mostraron que los granos cristalinos eran solo ligeramente inferiores a los granos de opaco-2, manteniendo 10 por ciento menos de ganancia de peso corporal pero con una conversión alimenticia similar a la del grupo alimentado con opaco-2 durante un período experi-

mental de 63 días (Cuadro 10). Los granos cristalinos son considerablemente superiores a los del maíz común, tanto para cerdos como para ratas en crecimiento.

Una comparación entre los granos de opaco-2 y los granos cristalinos en combinación con torta de soya para suministrar dietas a cerdos en crecimiento con aproximadamente 12 por ciento de proteína bruta demostró que, bajo estas condiciones, prácticamente no hay diferencia en la calidad nutritiva de las dos clases de maíz (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comportamiento de cerdos en crecimiento, alimentados con maíces opaco-2 (H-208) colombiano y opaco cristalino, en dos niveles de proteína <sup>a</sup>

Parámetro	Dietas experimentales			
	9.6% proteína bruta		12% proteína bruta	
	opaco-2	opaco cristalino	opaco-2 + TS <sup>b</sup>	opaco cristalino + TS
No. de cerdos/grupo	6	5	6	6
Peso inicial (prom.), kg	19.6	19.7	19.5	19.8
Peso final (prom.), kg	37.0	35.5	43.6	45.0
Ganancia diaria (prom.), kg	0.435	0.395	0.603	0.630
Alimento/ganancia	3.54	3.98	2.69	2.81

a. Período experimental de 40 días.

b. TS: torta de soya.

Cuadro 12. Contenido de lisina y triptófano de los endospermas de maíces colombiano común, opaco-2 (H-208) y opaco cristalino (VE-21)

Maíz	Proteína	% Triptófano en a		% Lisina en a	
	%	muestra	proteína	muestra	proteína
Endosperma					
Común	9.69	0.06	0.63	0.21	2.17
Opaco-2	7.75	0.10	1.29	0.34	4.39
Opaco cristalino	8.19	0.09	1.04	0.30	3.67

a. Expresado como porcentaje de la muestra o de la proteína.

Los análisis químicos del endosperma indican que la lisina puede ser el aminoácido más limitante en el maíz de endosperma cristalino a juzgar por su valor nutritivo ligeramente menor que el del maíz opaco-2 (H-208) (Cuadro 12). Las observaciones preliminares hechas con ratas alimentadas con maíz opaco cristalino suplementado con lisina confirman aparentemente esta sugerencia. A pesar de estas diferencias nutritivas, la propagación de la variedad de endosperma cristalino (VE-21) parece ser promisoría para el mejoramiento de la nutrición humana y porcina en las áreas tropicales porque reduce los requerimientos de suplemento proteínico y es menos susceptible que el maíz opaco-2 al daño causado por el gorgojo.

### Caupí

El caupí (*Vigna sinensis*) se adapta y se produce bien en los trópicos bajos. Se emplea para el consumo humano y en menor grado para la alimentación porcina en la cual se utilizan los granos quebrados o dañados. Los estudios de los métodos de procesamiento para destruir los factores antidigestivos que contiene el caupí y su valor como fuente suplementaria para una variedad de productos alimenticios son de primordial importancia.

Los estudios hechos previamente han demostrado que la cocción del caupí

por 15 minutos destruye los factores antidigestivos. Los resultados obtenidos de la germinación del grano varían. Un estudio hecho recientemente indica de manera clara que ni el remojo en agua, ni en una solución de 0.9 por ciento de NaCl, ni la cocción en autoclave, mejoran la calidad al compararla con la del grano crudo. El estudio confirmó claramente que la cocción en agua es aún el método preferido de procesamiento.

Aunque el caupí cocido es una fuente aceptable de proteína, es importante determinar su valor nutritivo en combinación con ingredientes energéticos en la dieta. Una serie de estudios midió la capacidad de los aminoácidos en el caupí para complementar los que están presentes en otros alimentos.

Una dieta a base de yuca dulce o amarga no es suficiente para mantener un crecimiento óptimo; además, produce una reducida eficiencia de utilización del alimento y de proteína. Los datos muestran que el nivel de comportamiento de las ratas se duplicó al añadir 0.2 por ciento de metionina a las dietas a base de yuca y de caupí (Cuadro 13). La metionina es el primer aminoácido limitante en la proteína de la yuca y del caupí.

Los datos que aparecen en el Cuadro 14 complementan los estudios hechos

Cuadro 13. Evaluación nutritiva del caupí (*Vigna sinensis*) cocido, en dietas para ratas, a base de harina de yuca dulce y harina de yuca amarga<sup>a</sup>

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Caseína + almidón de yuca	98.3	3.71	2.68
Harina de yuca dulce <sup>b</sup>			
+ Caupí	35.1	7.17	1.41
+ Caupí + 0.2% Met	79.6	4.28	2.27
Harina de yuca amarga <sup>b</sup>			
+ Caupí	46.7	6.31	1.60
+ Caupí + 0.2% Met	101.7	3.91	2.54

a. Ensayo de alimentación con duración de 28 días; ocho ratas por grupo; promedio general de peso corporal inicial: 47.8 g.

b. Las harinas de yuca dulce y harina de yuca amarga fueron preparadas con las variedades Llanera (CMC 9) y CMC 84, respectivamente.

previamente para determinar si las dietas a base de maíz-caupí son nutricionalmente adecuadas y para demostrar que los aminoácidos del caupí complementan los aminoácidos del maíz opaco-2 de manera diferente a los del maíz común.

Una dieta a base de maíz común y caupí cocido mantuvo un nivel de comportamiento de ratas en crecimiento igual al obtenido con maíz común y torta de soya. Ni la suplementación con metionina o triptófano, ni una combinación de estos dos aminoácidos mejora-

Cuadro 14. Evaluación nutritiva del caupí (*Vigna sinensis*) cocido en dietas para ratas, a base de maíz común y maíz opaco-2<sup>a</sup>

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia de los alimentos
Caseína + almidón de yuca	93.5	3.76	2.75
Maíz común (MC) + torta de soya	74.5	4.45	2.26
Maíz común (MC) + caupí	75.2	4.23	2.37
MC + caupí + 0.1% Triptófano (Trp)	64.1	4.47	2.25
MC + caupí + 0.2% Metionina (Met)	71.6	4.04	2.48
MC + caupí + 0.1% Trp + 0.2% Met	78.0	3.96	2.53
Maíz opaco-2 (0-2) + caupí	88.5	3.79	2.65
0-2 + caupí + 0.1% Trp	88.0	3.84	2.63
0-2 + caupí + 0.2% Met	97.3	3.47	2.69
0-2 + caupí + 0.1% Trp + 0.2% Met	95.6	3.88	2.62

a. Período experimental de 28 días; seis ratas por grupo; promedio general de peso corporal inicial: 36.9 g. Dietas isoproteicas calculadas con un contenido de 10 por ciento de proteína bruta.

Cuadro 15. Efecto de la suplementación con metionina de dietas para ratas en crecimiento, a base de caupí (*Vigna sinensis*) y de arroz o sorgo

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Arroz	76.73 <sup>bc 1</sup>	4.88 <sup>b</sup>	2.07 <sup>b</sup>
Arroz + caupí	117.19 <sup>a</sup>	3.55 <sup>b</sup>	2.35 <sup>a</sup>
Arroz + caupí + 0.2% Met	123.89 <sup>a</sup>	3.99 <sup>b</sup>	2.40 <sup>a</sup>
Sorgo	9.96 <sup>d</sup>	26.63 <sup>a</sup>	0.40 <sup>c</sup>
Sorgo + caupí	66.84 <sup>c</sup>	5.76 <sup>b</sup>	1.46 <sup>d</sup>
Sorgo + caupí + 0.2% Met	81.64 <sup>b</sup>	5.15 <sup>b</sup>	1.63 <sup>c</sup>

1. Los valores en la misma columna con distintas letras exponenciales son estadísticamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0.05.

ron el crecimiento pero tuvieron la tendencia a mejorar la eficiencia de utilización alimenticia y proteínica. Estos datos indican que otros aminoácidos, probablemente la lisina, son más limitantes que el triptófano y la metionina en esta dieta.

La combinación de caupí y maíz opaco-2 es nutricionalmente más adecuada que la de caupí y maíz común. Los resultados demuestran que la metionina es el primer aminoácido limitante en esta dieta y que la suplementación con triptófano no tiene ningún efecto. La dieta de caupí y de maíz opaco-2 suplementada con 0.2 por ciento de metionina mantuvo un comportamiento igual al producido por la dieta que contenía proteína láctea (caseína). Como el maíz

opaco-2 contiene un nivel de lisina mayor que el del maíz común, estos resultados apoyan la sugerencia de que la lisina es el primer aminoácido limitante en la dieta de maíz común y caupí.

El Cuadro 15 muestra la capacidad de combinación del caupí con arroz y sorgo y el efecto de la suplementación con metionina. Como es de esperarse cuando se suministra sorgo como única fuente proteínica a ratas en crecimiento, el comportamiento es bajo. La adición de caupí para producir una dieta de 12 por ciento de proteína mejoró el nivel de comportamiento en un 600 por ciento. La suplementación con metionina mejoró considerablemente el valor nutritivo de la dieta; sin embargo, algunos estudios complementarios (Cuadro 16) in-

Cuadro 16. Efecto de la suplementación con metionina y triptófano de dietas para ratas en crecimiento, a base de caupí (*Vigna sinensis*) y de sorgo

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Sorgo + caupí	85.37	4.54	1.85
Sorgo + caupí + Trp	81.25	4.74	1.76
Sorgo + caupí + Met	87.64	4.72	1.77
Sorgo + caupí + Trp + Met	84.98	4.58	1.83

dican que ni el triptófano ni la metionina solos, ni en combinación mejoraron el comportamiento de las ratas cuando se les suministró una dieta a base de sorgo y caupí. El caupí se combina bien con el arroz cuyo valor nutritivo es igual al del sorgo y caupí combinados. La adición de caupí a la dieta basal de arroz mejoró el comportamiento en más de 50 por ciento. La suplementación con metionina no tuvo ningún efecto.

Esta serie de estudios indica claramente la necesidad de identificar variedades de caupí de buen rendimiento que contengan altos niveles de metionina y que, en menor grado, contengan mayores niveles de lisina.

### Frijol

Los cereales comúnmente utilizados como el principal ingrediente en las dietas del hombre y del cerdo, mantienen solo un limitado nivel de crecimiento a causa de su bajo nivel de proteína y bajo equilibrio de aminoácidos. La adición de pequeñas cantidades de proteína vegetal a los cereales mejora la calidad de la proteína utilizable en la dieta.

El frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) se produce en muchas regiones de Amé-

rica Latina y es uno de los principales ingredientes en la dieta humana. Las fincas pequeñas disponen de limitadas cantidades de este frijol. Aquellos granos que sufrieron quebraduras durante la cosecha o fueron dañados por el gorgojo durante el almacenamiento pueden ser utilizados como alimento para cerdos. El valor nutritivo del frijol cocido, al igual que el del sorgo, es bajo cuando se utiliza como única fuente proteínica. La combinación de estas dos fuentes alimenticias mejoró el nivel de comportamiento en un 400 y 800 por ciento (Cuadro 17). Sin embargo, esta combinación mantiene un nivel de crecimiento en ratas equivalente a sólo el 40 por ciento del crecimiento producido al combinar sorgo y torta de soya. La adición de metionina mejoró el crecimiento en un 50 por ciento en comparación con la dieta no suplementada. Mientras que la adición de triptófano no tuvo ningún efecto, aún en presencia de metionina, las combinaciones de metionina y de triptófano con treonina, isoleucina o lisina tampoco aumentaron el nivel de comportamiento de las ratas; sin embargo, la adición de los cinco aminoácidos mejoró considerablemente el comportamiento de las ratas alimentadas con la dieta de sorgo y frijol (Cuadro 18).

Cuadro 17. Efecto de la suplementación con metionina y triptófano de dietas para ratas en crecimiento, a base de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) y de sorgo<sup>a</sup>

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Frijol negro	5.2	19.33 <sup>b</sup>	0.47 <sup>b</sup>
Frijol negro + sorgo	47.9	6.44	1.34
+ 0.05% Triptófano (Trp)	51.9	6.12	1.38
+ 0.2% Metionina (Met)	75.5	4.83	1.73
+ Trp, Met	71.5	5.06	1.66
Torta de soya + sorgo	126.4	3.67	2.28

a. Período experimental de 28 días. Cada valor represente el promedio de seis ratas por grupo, a menos que se indique de otra manera. Dietas isoproteicas calculadas con un contenido de 12% de proteína bruta.

b. Valor promedio de solo 4 ratas que ganaron peso durante el período del experimento.

Cuadro 18. Efecto de la suplementación con aminoácidos de dietas para ratas en crecimiento a base de sorgo y de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.)<sup>a</sup>

Variable de la dieta	Ganancia promedio, g	Allimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Sorgo (8.6% proteína bruta, PC)	13.1	16.42	0.52
+ Frijol negro + 0.05% Trp + 0.2% Met			
(12.0% PC)	53.4	5.76	1.47
+ 0.10% Treonina (Tre)	58.7	5.43	1.56
+ 0.10% Isoleucina (Ile)	50.1	5.82	1.51
+ 0.30% Lisina (Lis)	47.2	6.23	1.35
+ Tre, Ile, Lis	83.9	3.88	2.16
Sorgo + torta de soya (12.0% PC)	95.6	3.92	2.14

a. Cada valor representa el promedio de seis ratas por grupo. Período experimental de 28 días.

### Semilla de algodón

En algunas áreas carentes de plantas procesadoras hay disponibilidad de semilla de algodón para la alimentación animal. Estas semillas se desperdician algunas veces por falta de medios para convertirlas en alimentos útiles. Tal ha sido el caso de la semilla de algodón.

Se estudiaron métodos para el procesamiento adecuado en la finca con el fin de convertir la semilla de algodón en un suplemento proteínico útil.

Se registraron bajas ganancias de peso en los cerdos alimentados con dietas en las cuales la semilla de algodón reemplazó una tercera parte, dos terceras partes o toda la proteína suminis-

Cuadro 19. Efecto de la sustitución de semilla de algodón (sin extracción de grasa) por torta de soya (TS) en dietas para cerdos en crecimiento<sup>a</sup>

Parámetro	Testigo (maíz + TS)	Tratamiento		
		Semilla de algodón como % de TS		
		33	66	100
		Kilogramos		
Peso inicial	18.3	18.5	18.4	18.4
Peso final	32.3	26.9	22.8	18.2
Ganancia diaria (prom.)	0.714	0.344	0.117	-0.043
Consumo alimento diario (prom.)	2.21	1.09	0.63	0.43
Allimento/ganancia	3.09	3.17	5.36	negativo
No. de animales muertos	0	0	2	4

a. Se comenzó con 16 cerdos por tratamiento (ocho lotes de dos cerdos cada uno); cuatro lotes recibieron semilla de algodón cruda y cuatro recibieron semilla de algodón cocida durante 24 horas (8 horas a 60°C y 16 horas a 80°C). No hubo ninguna diferencia significativa entre los tratamientos con semilla cruda y cocida de manera que se combinaron los datos como aparecen aquí.

trada por la torta de soya y el aumento en los niveles de semilla de algodón causó problemas de toxicidad (Cuadro 19). Se demostró que con la adición de 300, 600 y 900 ppm de sulfato ferroso a la semilla de algodón, se forma un complejo con el factor tóxico gospol que disminuye la toxicidad en dietas para cerdos.

Por medio de dos experimentos adicionales hechos con ratas se determinó el valor del hidróxido de calcio y del sulfato ferroso mezclados en forma seca y en solución con la semilla de algodón descascarada para reducir la toxicidad del gospol. Cuando el hidróxido de calcio se mezcló en seco con la semilla de algodón descascarada, las ratas perdieron peso y el índice de mortalidad fue alto. El comportamiento mejoró considerablemente cuando las semillas de algodón descascaradas se trataron con soluciones de hidróxido de calcio o de sulfato ferroso. Aparentemente, el comportamiento de las ratas no mejoró como resultado de la adición de hidróxido de calcio en combinación con el sulfato

ferroso. Las ratas alimentadas con dietas que contenían semilla de algodón descascarada tratada con una solución de sulfato ferroso (800 ppm de dieta seca al aire) tuvieron ganancias más rápidas y requirieron menor cantidad de alimento por unidad de ganancia de peso que las ratas alimentadas con la semilla tratada con una solución de hidróxido de calcio. Otros estudios demostraron que las ratas alimentadas con una dieta a base de semilla de algodón descascarada, previamente cocida en una solución de sulfato ferroso durante 30 minutos, ganaron peso rápidamente y no requirieron una mayor cantidad de alimento por unidad de ganancia que las alimentadas con una dieta de maíz y torta de soya. La cocción de la semilla de algodón sin sulfato ferroso mejoró considerablemente su valor nutritivo; sin embargo, la mezcla con una solución de sulfato ferroso (17°C) seguida de deshidratación en el horno a 70°C dio mejores resultados.

En un experimento adicional, la semilla de algodón descascarada o entera

Cuadro 20 Semilla de algodón descascarada, sin extracción de grasa, como fuente proteínica y energética para cerdos en crecimiento y en acabado a,b,c

Parámetro	Tratamiento			
	Testigo (maíz + TS)	Semilla de algodón descascarada <sup>b</sup>		
		+ H <sub>2</sub> O Secada al horno a 70°C	+ Solución FeSO <sub>4</sub> Secada al horno	Secada al sol
Kilogramos				
Peso inicial (prom.)	23.4	22.4	23.7	23.6
Peso final (prom.)	71.3	60.8	72.6	69.9
Ganancia diaria (prom.)	0.683	0.547	0.699	0.661
Consumo alimento diario (prom.)	1.96	1.64	2.01	2.00
Alimento/ganancia	2.86	2.99	2.88	3.02

a. Cuatro cerdos alimentados individualmente por tratamiento; período experimental de 10 semanas.

b. Todas las dietas se suministraron a voluntad en forma de harina.

c. La semilla de algodón descascarada contenía 32 por ciento de proteína, 34 por ciento de grasa y 94.3 por ciento de materia seca.

1. TS = Torta de soya.

(tratada previamente con una solución de sulfato ferroso) y luego secada al sol estimuló el crecimiento de las ratas de manera similar a las semillas secadas en el horno (Cuadro 20). Cuando se aplicaron estos principios a la pulpa de semilla de algodón empleada en las dietas de cerdos se obtuvieron resultados similares (Cuadro 20). Los cerdos alimentados con dietas que contenían semilla de algodón tratada con una solución de sulfato ferroso y secadas luego en el horno o al sol tuvieron un comportamiento similar al de las alimentadas con la dieta testigo a base de maíz y torta de soya.

### Leguminosas forrajeras

Las plantas leguminosas forrajeras se están evaluando como posible fuente de suplementación proteínica para el cerdo. Inicialmente, se están estudiando el *Desmodium* y el *Stylosanthes* en dietas para animales monogástricos.

En dos ensayos hechos con ratas se ha determinado el valor del *Desmodium* para reemplazar la proteína de soya y también para suplementar el maíz opa-

co-2. Cada aumento en el nivel de harina de *Desmodium*, substituyendo hasta 30 por ciento de la proteína, dio como resultado una depresión lineal en la ganancia corporal de las ratas; aumentando la sustitución a 45 y 60 por ciento, no se notó ningún efecto perjudicial adicional en la ganancia (Cuadro 21). La conversión alimenticia, el índice de eficiencia proteínica y la digestibilidad de la materia seca mostraron una depresión lineal a medida que se aumentó el nivel de harina de *Desmodium* en la dieta. Esto indica que con los tres primeros incrementos de *Desmodium* (0, 15 y 30 por ciento de substitución), se produce una depresión lineal en el comportamiento a causa de la disminución en la calidad de la proteína y, a mayores niveles, la energía digestible se convierte en el factor más crítico.

Este concepto ha sido confirmado por medio de datos obtenidos en el segundo estudio, en el cual se determinó el efecto de la adición de mayores niveles de harina de *Desmodium* a una dieta a base de maíz opaco-2 y en la cual se compararon los resultados con los de dietas

Cuadro 21. Evaluación de plantas leguminosas forrajeras tropicales como fuentes proteínicas en nutrición animal. Efecto de la sustitución de la proteína de torta de soya por proteína de *Desmodium*, en ratas en crecimiento <sup>a,b</sup>

Variable de la dieta		Ganancia promedio, g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica	% digestibilidad de materia seca <sup>c</sup>
Torta de soya	Harina de <i>Desmodium</i>				
% Combinación proteínica					
100	0	117.6	3.37	2.00	90.9
85	15	102.8	3.55	1.90	83.0
70	30	93.4	3.83	1.75	76.7
55	45	94.0	3.93	1.70	71.7
40	60	93.9	4.15	1.62	66.6

a. Dietas isoproteicas calculadas con un contenido de 15 por ciento de proteína bruta; la torta de soya y la harina de *Desmodium* contenían 50 y 17.75 por ciento de proteína bruta, respectivamente.

b. Periodo experimental de 28 días. Cada valor representa el promedio de nueve ratas por grupo, con excepción de los expresados en la columna de digestibilidad de materia seca.

c. Los valores de digestibilidad de materia seca representan promedios de tres ratas por grupo.

Cuadro 22. Evaluación de plantas leguminosas forrajeras tropicales como fuentes proteínicas para la nutrición animal. Comparación de la calidad proteínica de la torta de soya y de la harina de *Desmodium*, en dietas a base de maíz opaco-2 para ratas en crecimiento a.

Variable de la dieta	Proteína de la dieta %	Ganancia promedio g	Alimento/ganancia	Relación de eficiencia proteínica
Dieta basal de opaco-2 (0-2)	9.20	67.2	4.88	2.23
0-2 + harina de <i>Desmodium</i>	10.75	79.8	4.54	2.05
0.2 + harina de <i>Desmodium</i>	12.30	78.2	4.84	1.69
0-2 + harina de <i>Desmodium</i>	13.85	66.9	5.54	1.32
0-2 + torta de soya	10.75	101.6	3.67	2.54
0-2 + torta de soya	12.30	117.6	3.29	2.47
0-2 + torta de soya	13.85	124.8	3.26	2.22

a. Cada valor representa el promedio de seis ratas por grupo. Período experimental de 28 días.

similares en las cuales se empleó soya para proporcionar el mismo nivel de proteína adicional que el *Desmodium* (Cuadro 22). Los dos primeros incrementos en el nivel de harina de *Desmodium* a la dieta de maíz opaco-2 mejoraron la ganancia de peso de las ratas y la eficiencia alimenticia; sin embargo, el mayor incremento en el nivel de *Desmodium* causó una disminución en la tasa de crecimiento y en la eficiencia de conversión alimenticia así como en el índice de eficiencia proteínica. Este efecto, a un alto nivel de sustitución, se debe aparentemente a la reducción en el consumo de energía digestible causado por el bajo grado de digestibilidad de la harina de *Desmodium*. La torta de soya fue superior al *Desmodium* en todos los niveles de suplementación.

Se hicieron otros estudios para probar el valor alimenticio del *Stylosanthes guyanensis* recién cortado como suplemento para las dietas de cerdos en crecimiento ya sea a base de maíz opaco-2 solo o suplementado con torta de soya para suministrar una dieta con 13 por ciento de proteína (Cuadro 23). Los cerdos alimentados con *Stylosanthes* consumieron menos concentrado que los alimentados solamente con concentrado. Los cerdos en crecimiento consumieron

aproximadamente 600 g diarios de *Stylosanthes* recién cortado. El *Stylosanthes* no mejoró ni el crecimiento, ni la eficiencia alimenticia cuando se empleó para suplementar las dietas de maíz opaco-2; produjo una ligera pero insignificante reducción en la ganancia y en la eficiencia de conversión alimenticia. El *Stylosanthes* no mejoró el comportamiento de los cerdos cuando se les suministró una dieta de 13 por ciento de proteína.

#### FINCAS PEQUEÑAS Y/O DE SUBSISTENCIA

El Programa de Porcinos está involucrado en un proyecto de fincas pequeñas en la comunidad de Cacaotal, en la Costa Norte de Colombia, con el fin de conocer más a fondo los sistemas existentes y los niveles de producción, y así desarrollar, mediante la investigación y la práctica, sistemas para mejorar la producción porcina y para aumentar el ingreso económico de la familia campesina.

Los datos iniciales demuestran claramente que los sistemas existentes de producción porcina en la comunidad contribuyen muy poco a la oferta total de carne disponible o al aumento de ingresos en la finca.

Cuadro 23. Utilización de *Stylosanthes guyanensis* fresco, como suplemento proteínico, en dietas a base de maíz opaco-2 y de opaco-2 más torta de soya (TS), para cerdos en crecimiento <sup>a</sup>

Parámetro	Tratamiento			
	Opaco-2	0-2 + TS.	0-2 + <i>Stylosanthes</i>	0-2 + TS. <i>Stylosanthes</i>
Contenido proteínico de la dieta basal, %	9.75	13.05	9.75	13.05
No. de días del experimento	64	52	66	51
Peso inicial (prom.), kg	20.17	20.30	20.25	20.46
Peso final (prom.), kg	50.04	49.54	50.09	49.92
Ganancia total de peso, kg	29.87	29.24	29.84	29.46
Ganancia diaria (prom.), kg	.467	.566	.454	.579
Consumo diario de alimento (prom.)				
Concentrado, kg	1.66	1.62	1.50	1.56
Forraje (materia seca), kg	—	—	.144	.148
Proteína bruta del forraje, kg	—	—	.027	.028
Conversión alimentaria del concentrado	3.52	2.86	3.30	2.68
Conversión alimentaria del concentrado y del <i>Stylosanthes</i>	—	—	3.62	2.95

a. Cada valor representa el promedio de seis cerdos por grupo.

Tradicionalmente, los cerdos crecen en un sistema extensivo. Se les deja vagar libremente en los campos y en el poblado. Las cerdas, que en su mayoría pertenecen a la raza nativa denominada "Zungo pelado", son servidas por cualquier verraco que se encuentre en el lugar durante la época del estro o celo.

Con base en datos experimentales disponibles, las cerdas pesan alrededor de 67 kg en la época del parto, producen un promedio de ocho cerdos por camada que pesan al nacer 0.88 kg cada uno. De los lechones que nacen sólo de dos a seis sobreviven hasta el destete, alcanzando un peso promedio de sólo 4.9 kg. Cada cerda pierde aproximadamente de 17 a 20 kg de peso corporal durante el período de lactancia. Después del destete, los cerdos no alcanzan los 20 kg de peso corporal sino hasta los seis u ocho meses de edad y se llevan al mercado cuando pesan entre 50 y 70 kg, a los 16-18 meses de edad.

Los estudios hechos en las fincas empleando los sistemas tradicionales de manejo y alimentación muestran que estos cerdos ganan sólo 3.9 kg en un período de ocho semanas y requieren 9.4 kg de maíz común para producir un kilogramo de ganancia. Con los precios actuales (maíz a \$ 3.20/kg y cerdos a \$ 14/kg) el poricultor invierte \$ 30.08 en maíz para obtener \$ 14 por carne de cerdo vendida excluyendo las pérdidas causadas por muerte, y el costo de los medicamentos y de la mano de obra.

Bajo los sistemas tradicionales de manejo se han encontrado por lo menos de cinco a ocho especies diferentes de parásitos internos. Estos afectan la salud y el vigor del animal. Se ha demostrado que la Brucelosis es endémica pero los datos disponibles indican que, aparentemente, no causa pérdidas significativas de reproducción.

Una razón importante para el mantenimiento de porcinos en las fincas de subsistencia es el hecho de que la cría de cerdos constituye una actividad tradicional y representa una fuente de ingresos inmediata para satisfacer las emergencias que puedan presentarse en la finca; además, sirven de garantía para préstamos agrícolas, y, en muchos casos, de instrumento de mercadeo para los productos de la finca que no pueden venderse a causa de su calidad, de la distancia hasta el mercado o del valor del mercado mismo. La importancia de este último factor se hace mayor en vista de los datos preliminares obtenidos en Cacaotal que indican que entre el 20 y 30 por ciento del maíz producido no es vendible a causa del daño sufrido durante la cosecha o por el ataque de gorgojos, entre el 20 y 30 por ciento de las raíces de yuca son demasiado pequeñas para venderlas para consumo humano y el 25 por ciento del grano de las leguminosas comestibles presenta daños durante la cosecha y el desgrane manual.

En el área de Cacaotal la eficiencia de la producción agrícola no es superior a la eficiencia de la producción porcina. En esa área, tradicionalmente, tres cultivos, el maíz común, la yuca y el ñame crecen asociados en el mismo terreno. El maíz se siembra primero y sirve de sostén para la enredadera del ñame que se siembra un mes más tarde. En los espacios que quedan libres entre estos dos cultivos se siembra la yuca. Los rendimientos anuales por hectárea son sumamente bajos. El alimento y el ingreso derivados de una a cuatro hectáreas sembradas por familia bajo este sistema mantienen una familia de 7 a 16 personas durante el año.

Se ha adoptado un enfoque multidisciplinario para mejorar la producción porcina y aumentar el ingreso de la finca para beneficio de la población humana. No sólo se han hecho estudios, investigaciones y demostraciones para aumentar la producción de carne de la población porcina existente sino que se

ha dirigido el trabajo hacia el aumento de rendimientos de cultivos y de la calidad nutricional mediante prácticas mejoradas de cultivos y la introducción de variedades y especies mejoradas.

La meta inicial del proyecto era la de aumentar la eficiencia de producción porcina en el pueblo de Cacaotal. Se ha progresado mucho en este aspecto. Mediante demostraciones en la finca y estudios complementarios en la Estación Experimental del ICA en Turipaná, se ha comprobado que un programa de buen manejo, de control de enfermedades y parásitos, de alojamiento adecuado y de buena nutrición mejorará considerablemente la eficiencia de la producción. Utilizando cerdos nativos disponibles en la finca pequeña, se aplicó y se adaptó la tecnología de acuerdo a las condiciones locales, lo cual dio como resultado un aumento en el peso al nacimiento de 0.88 kg a 1.2 kg, en el de destete de 4.9 a 9.7 kg, en la tasa de crecimiento de 70 g a 465 g de ganancia diaria y en la eficiencia alimenticia de 9.41 kg a sólo 3.85 kg de alimento por kg de ganancia.

Ensayos más extensos han demostrado que en las condiciones existentes en la Estación Experimental de Turipaná el cerdo "Zungo pelado" gana un promedio de 542 g diarios con 3.85 kg de alimento y obtiene un peso de mercado de 100 kg en 7 meses.

Los poricultores del pueblo adoptaron rápidamente las prácticas sobre alojamiento, manejo y control parasitario. A causa de la falta de comprensión de los principios nutricionales, de las limitaciones de capital y de la falta de disponibilidad comercial de suplementos proteínicos, vitamínicos y minerales, la adopción de los sistemas de alimentación mejorada ha sido lenta. Inicialmente, se intentó hacer disponible el suplemento a través de organizaciones y de instituciones nacionales. Sin embargo, no fue posible lograr este objetivo al comienzo del programa, y, por consi-

guiente, los porcicultores recibieron suplementos preparados por el CIAT. Recientemente, mediante la colaboración del Programa de Porcinos del ICA, CECORA, una división del INCORA que es la organización de reforma agraria del gobierno nacional, se hizo posible la disponibilidad del suplemento. Actualmente, los porcicultores pueden comprar el alimento en unidades de un bulto para suplementar las fuentes energéticas disponibles en la localidad.

Se consideró que el desarrollo de la producción porcina en el pueblo y el estado nutricional de la población humana podrían mejorar apreciablemente si la mayor parte de una dieta balanceada pudiera producirse en la finca. Por esta razón, se introdujo el maíz opaco-2 pero no se aceptó ampliamente por su endosperma blando. Recientemente, en colaboración con el Programa de Maíz del CIAT, se introdujo al pueblo una variedad de maíz (opaco) alto en lisina y con endosperma cristalino. Los rendimientos de esta nueva variedad son promisorios y, como se trata de una variedad de polinización abierta, se espera que tenga amplia aceptación.

Como la población humana y porcina estaban recibiendo muy poca proteína en la dieta y las leguminosas comestibles no se habían incluido en el sistema tradicional de cultivo, con la colaboración del programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos, se sembraron 42 variedades y especies de leguminosas de grano comestible para probar el potencial de crecimiento y rendimiento de cada una de ellas y para demostrar las prácticas de cultivo. Sólo el caupí, el guandul y el frijol mungo produjeron semilla, siendo la producción de caupí la más promisoriosa. Desde este ensayo inicial, el área sembrada de caupí aumentó de cero a aproximadamente 15 hectáreas, en dos ciclos de cultivo. Este intento de iniciar la producción de semilla es importante por-

que el área total cultivada en el pueblo es de 100 a 120 hectáreas.

#### SANIDAD ANIMAL

La mayoría de trabajos se llevó a cabo en las fincas colaboradoras del Valle del Cauca. Estas aumentaron en número en 1973, de 16 a 20, con un total aproximado de 14.500 cerdos.

La lista de enfermedades específicas diagnosticadas y condiciones observadas en este grupo de porquerizas, se ordenó de acuerdo al número de granjas afectadas (Cuadro 24).

Por sugerencia de los profesionales del Centro de Diagnóstico del ICA en Cali se incluyeron dos porquerizas más, que no habían sido incluidas originalmente en el programa. En ellas se diagnosticó hepatosis dietética y balantidiasis. En septiembre, después de hacer

Cuadro 24. Incidencia de algunas enfermedades observadas en 20 fincas colaboradoras

Enfermedad	No. de fincas afectadas
Diarrea de los lechones	14
Abortos	
Brucella	7
Leptospira	1
Sin diagnosticar	4
Abscesos	9
Artritis	8
Neumonía de los lechones	7
Aftosa	6
Mastitis	5
Otitis	3
Dermatitis no específica	3
Gastroenteritis transmisible	3
Necrosis de la piel	2
Helmintiasis	2
Metritis	1
Epidermitis exudativa	1
Golpe de calor (stress)	1

una detallada revisión del programa, se decidió cambiar algunos de los objetivos del mismo. En lugar de visitas frecuentes a las porquerizas colaboradoras para determinar la distribución de las enfermedades presentes, se hicieron visitas menos frecuentes y se dio énfasis a ciertos problemas específicos tomando como base las porquerizas que habían prestado mayor colaboración para el buen desarrollo del programa. El primer proyecto fue el de evaluar el impacto económico de la fiebre aftosa en las granjas afectadas. Este proyecto sirvió también como elemento de enlace entre el grupo de Economía Agrícola y el de Sanidad Animal en el CIAT. El segundo proyecto fue el de determinar la importancia del *Balantium coli* como uno de los agentes causales de la diarrea en los lechones. Los proyectos futuros contemplan un estudio más a fondo sobre la diarrea en neonatos, así como también el de las causas de aborto en hembras gestantes.

### **Fiebre aftosa**

La fiebre aftosa es la enfermedad más temida por los porcicultores en el Valle del Cauca. Esto se debe no solamente a que la enfermedad es más severa en porcinos que en bovinos sino también al hecho de que no existe vacuna para los cerdos. Se estudiaron las pérdidas económicas en dos granjas. Se sumaron tanto las pérdidas iniciales debidas a mortalidad y abortos como las pérdidas secundarias debidas a disminución de la productividad de los animales sobrevivientes y afectados.

La primera porqueriza en estudio fue atacada por el virus A 27 (tipificado por la Sección de Enfermedades Vesiculares - LIMV - ICA). El efectivo animal era de 1.093 cerdos al comienzo del brote. Durante los cuatro meses siguientes murieron 307 animales y las hembras en gestación abortaron 105 fetos. Al estudiar la historia previa de la explotación, la mortalidad rara vez había subido del 0.3 por ciento en el

mismo período y ocurría principalmente en el grupo de lechones. En esta porqueriza nunca se había vacunado contra la aftosa.

La segunda porqueriza se infectó con el virus tipo O. Al comienzo del brote, el total de animales era de 561. En un período de dos meses murieron 13 animales y entre las hembras en gestación abortaron 37 fetos. Como en el caso anterior, la mortalidad esperada era de 0.2 por ciento en el mismo período. Los animales en esta porqueriza habían sido vacunados tres veces, con un intervalo de un mes. La tercera vacunación se hizo en el momento del brote. La vacuna utilizada en el país es bivalente, incorporando tanto el virus A como el O. Es probable que el análisis final arroje datos útiles al comparar piaras vacunadas con las no vacunadas. Seguramente que se están recolectando datos muy importantes en relación con las pérdidas económicas. La primera granja ya ha sufrido pérdidas por más de Col. \$ 500.000.

### **Gastroenteritis transmisible (GET).**

Esta enfermedad ha cobrado gran importancia en áreas en las que la industria porcina está más desarrollada y no existía en Colombia hasta el año 1972. El primer brote se registró en enero de 1973. Los animales de todas las edades, en tres porquerizas del programa, se afectaron con diarrea y vómito ocurriendo una mortalidad elevada en los lechones. Cinco días después de recibido el informe inicial se movilizaron recursos adicionales con el objeto de lograr hacer un diagnóstico rápido de la enfermedad. Al día siguiente, con base en la sintomatología, epidemiología y lesiones histológicas, se llegó a la conclusión de que se trataba de un brote de GET. Todo parecía indicar que la enfermedad había sido introducida al país en un lote de cerdos que había sido recientemente importado de los Estados Unidos.

El Director de Ciencias Veterinarias del ICA fue informado inmediatamente

te del caso, así como también el personal del Departamento de Sanidad Animal de la misma institución. Las instalaciones del CIAT fueron puestas a disposición de las autoridades nacionales. Mediante un convenio establecido entre las partes interesadas se enviaron muestras de animales necropsiados al Laboratorio de Investigaciones Médicas Veterinarias (LIMV - ICA) en Bogotá y al Departamento de Enfermedades Exóticas (USDA) en Plum Island, en Estados Unidos de Norte América. El diagnóstico fue confirmado en Bogotá con el aislamiento del virus y serológicamente en Plum Island.

Las investigaciones serológicas posteriores hechas por el ICA, con sueros colectados antes y después del brote (suministrados por el Banco de Sueros del CIAT) confirmaron que la enfermedad había sido introducida por los animales importados. A pesar de que las pérdidas fueron devastadoras debido a la alta mortalidad en lechones y animales de levante, hasta el momento no se tiene evidencia de la propagación de la enfermedad a otras partes del país.

### Leptospirosis

Esta enfermedad se considera económicamente importante en las explotaciones porcinas. Su diagnóstico se hizo en una de las porquerizas colaboradoras después de haberse presentado una ola de abortos. El agente causal aislado de los fetos abortados fue *Leptospira pomona*, serogrupo pomona. El Centro Panamericano de Zoonosis confirmó los aislamientos y encontró reacciones positivas al subgrupo pomona en ocho de los sueros enviados y reacciones débiles al serotipo *ictero-hemorrhagiae* en otras tres muestras.

### Brucelosis

La brucelosis ha sido una de las causas de los abortos que han ocurrido en siete de las porquerizas del programa. Se aisló *Brucella suis* de fetos abortados en tres ocasiones.

Teniendo en cuenta el alto porcentaje de granjas que tenían este problema y con el consentimiento de los propietarios, se diseñó un plan de acción tendiente a erradicar la enfermedad. Hasta el presente, tres porquerizas han establecido un programa de control, con la eliminación de reactores positivos. Al finalizar el año se habían examinado 2.375 muestras de sueros encontrándose una positividad del 5.69 por ciento.

### Abscesos y artritis

Los abscesos constituyen un problema complejo en las porquerizas del Valle del Cauca. La localización no es únicamente cutánea; en la mayoría de los casos, están asociados con artritis.

En una porqueriza de animales importados, fue necesario sacrificar **in extremis** seis animales valiosos. La necropsia reveló abscesos en la mayoría de órganos internos, tres de ellos, localizados en la médula espinal. Existe la posibilidad de que el problema de abortos y mortinatos en las porquerizas esté relacionado con el mismo síndrome.

Los agentes patógenos comúnmente aislados de los abscesos son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus equisimilis* y *Streptococcus pyogenes* (Grupo A y E). Los mismos organismos se aislaron de la cavidad nasal y tracto genital de hembras aparentemente sanas. Esto parece indicar un estado de portadores crónicos.

Se está evaluando una vacuna preparada con los gérmenes mencionados. Adicionalmente, se hacen continuas comprobaciones para determinar cuáles son los antibióticos más efectivos para el tratamiento.

### Peste porcina

Esta enfermedad no se observó en las porquerizas del programa. En

ellas se lleva a cabo un plan de vacunación bien establecido. Sin embargo, murieron 21 animales en una porqueriza de 87 animales no afiliada al programa. De los que murieron, 16 tenían 4 meses y 5 eran adultos. Las necropsias fueron hechas por un veterinario del ICA, quien envió los especímenes a la Sección de Patología de esa institución para confirmar el diagnóstico. Las úlceras y los cambios histológicos encontrados en los vasos intestinales fueron característicos del cólera porcino.

### **Necrosis de la piel (Pityriasis rosea)**

Esta condición se estudió detenidamente en una porqueriza. Anteriormente se habían presentado casos similares en varias explotaciones porcinas en el Valle del Cauca.

Los cerdos afectados (33/59) tenían aproximadamente tres meses de edad. Las lesiones se caracterizaron por pápulas de tipo eritematoso en todo el cuerpo. Estas, al segundo o tercer día, presentaron centros necróticos escamosos. Algunas de las lesiones, al juntarse, formaron nódulos bien definidos. No se observaron otros síntomas. No se aislaron bacterias ni virus en las biopsias de piel que se hicieron. El examen histológico reveló lesiones similares a las descritas para **Pityriasis rosea** en humanos y cerdos.

La Pityriasis duró 7-8 días después del tratamiento a base de corticoesteroides; todas las lesiones de la piel desaparecieron en tres semanas.

### **Estrés por calor**

Se han observado casos dramáticos en cerdos importados de piel depigmentada que fueron trasladados a un clima cálido. Esto representa un riesgo en climas tropicales en relación con la introducción de razas exóticas de piel depigmentada.

### **Epidermitis exudativa (Enfermedad grasosa del cerdo)**

Esta forma de dermatitis aguda generalizada se presentó en un lote de animales jóvenes importados. La muerte parece ocurrir debido a pérdida de las funciones de la piel, como también a fallas renales. Tres animales murieron repentinamente en dos camadas y los demás aparecieron enfermos. Se tomaron biopsias de piel para hacer estudios etiológicos posteriores.

Una situación similar se presentó en Cacaotal en cerdos "zungos", en los que parece predominar la forma pustular sobre la papular escamosa. No se presentó mortalidad en esa localidad. Posiblemente este es el primer caso en Colombia que se ha comprobado y del cual se ha hecho un informe escrito.

### **Hepatitis dietética**

La enfermedad se caracteriza por necrosis masiva del hígado, afectando también el corazón y el músculo esquelético. La hepatitis dietética parece estar asociada con deficiencias de selenio, Vitamina E y aminoácidos azufrados.

En una porqueriza del Valle del Cauca se presentó un brote de esta enfermedad, la dieta se corrigió y la mortalidad cesó. Este es el primer informe escrito sobre esta condición en Colombia.

### **Balantidiasis**

Por invitación de algunos profesionales del ICA, se hizo una visita a una porqueriza en la cual se presentó un brote de diarrea profusa y deshidratación. Estos síntomas se presentaron en un lote de 27 cerdos de 3 y 4 meses de edad. Cuatro animales murieron y siete más fueron sacrificados o vendidos por el dueño de la granja. El examen histológico reveló lesiones causadas por **Balantidium coli**, el cual normalmente no es patógeno. Se están

llevando a cabo estudios sobre la epidemiología y patogénesis de esta condición patológica.

Otras condiciones diagnosticadas incluyen: a) Enteritis coliforme en lechones (Valle del Cauca); b) Rinitis Atrófica (Cacaotal); c) **Atresia ani** en un lechón Yorkshire (Valle del Cauca); d) Cirrosis hepática periportal probablemente debida a la migración de *ascaris* (Carimagua); e) Conjuntivitis aguda causada por **Streptococcus** Grupo A (Cacaotal).

## ECONOMIA

En un análisis sobre manejo de fincas se examinó la rentabilidad relativa de ciertas fuentes alternas de alimento, cuya disponibilidad se considera amplia bajo las condiciones prevalentes de los productores comerciales en el Valle del Cauca (Colombia). Se dio atención especial a la yuca como posible sustituto del maíz.

Con base en datos experimentales obtenidos en la Estación Experimental del ICA (Palmira), se concluyó que la yuca fresca podría sustituir al maíz sólo si el precio unitario de la primera equivale a la mitad o menos del precio unitario del maíz. La yuca seca se prefiere al maíz siempre y cuando su precio unitario sea igual o menor que el precio unitario del maíz. La relación actual de precios (yuca/maíz) en Colombia favorece el uso de maíz al de yuca.

Los cálculos de las raciones de mínimo costo para cerdos indican que los costos de producción deben reducirse mediante el empleo intensivo de subproductos de la industria local tales como harina de arroz, torta de algodón, torta de ajonjolí y azúcar.

Empleando el enfoque de programación lineal se calcularon dietas de mínimo costo para cerdos con un peso vivo de 5 a 100 kilogramos y también para los períodos de lactancia y de gestación.

Con el modelo de programación lineal que ya funciona en el CIAT, es posible colaborar con los centros nacionales de investigación y con otras organizaciones gubernamentales en América Latina para analizar los efectos del cambio de precios y de fuentes alternas de alimento en la composición y el costo de las raciones para cerdos.

El Cuadro 25 sirve de ilustración. La composición de las dietas de mínimo costo para cerdos, presentadas en ese cuadro, se basa en los requerimientos y en el contenido nutricional de los productos disponibles actualmente en el Valle del Cauca usando precios relativos prevalentes durante el segundo semestre de 1973. El costo promedio de estas dietas es aproximadamente 10 por ciento menor que el costo de las raciones de un valor nutritivo equivalente disponibles actualmente en el Valle del Cauca. La composición de las raciones de menor costo es sensible a las variaciones de los precios relativos de los ingredientes.

## ADIESTRAMIENTO

Tres becarios en investigación y producción y un becario para estudios de maestría completaron su adiestramiento en 1973. Estos cuatro científicos regresaron a sus países a trabajar en sus respectivas instituciones. Un becario de Bolivia y otro de Costa Rica, quien ya recibió su maestría en la Universidad de Florida, volvieron a sus instituciones como profesores de producción porcina y son directores de nuevos programas de porcinos que se desarrollan actualmente en colaboración con el CIAT y con fondos para proyectos especiales donados por IDRC (International Development Research Centre). Un becario colombiano regresó al Instituto Politécnico de Medellín para continuar como profesor de producción porcina en esta institución. El tercer becario, dedicado a investigación y producción, fue nombrado como líder del

Cuadro 25. Composición de las raciones de menor costo para cerdos (expresada en porcentajes) \*

Peso vivo (kg)	Clase de cerdo							
	Lechones		Crecimiento		Acaba- do	Gesta- ción	Verra- co	Lactan- cia
Alimento	5 a 10	10 a 20	20 a 35	35 a 60	60 a 100	100 a 160	110-180	140-200
	Porcentajes							
Maíz amarillo								
Maíz opaco	2.2							
Sorgo								
Arroz								
Salvado de maíz								
Salvado y pullcos de arroz	23.1	28.7	29.0	29.2		17.0	17.0	7.2
Harina de trigo								
Yuca fresca								
Yuca seca								
Banano fresco								
Banano seco								
Name fresco								
Name seco								
Azúcar *	42.7	46.0	35.3	35.3	49.2	42.6	42.6	47.0
Melaza			14.4	19.1	25.8	19.0	19.0	19.0
Torta de soya								
Torta de algodón	4.8	4.8	9.5	5.4	13.6	9.3	9.3	14.3
Torta de ajonjolí	12.9							
Harina de carne	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Harina de sangre	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Harina de huesos			0.9					
Concha de ostras								
Harina de pescado	4.2							
Fosfato dicálcico		0.7	0.1	0.3	1.1	0.6	0.6	
Carbonato de calcio		0.9	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	
Sal	0.2	0.2	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5
Lisina								
Metionina			0.1					
Metionina + cistina								
Premezcla de vitaminas	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Costo promedio (pesos (\$) por kilo)	3.89	3.40	2.94	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8

\* Para productores comerciales en el Valle del Cauca (Colombia) con la relación de precios existentes de julio a diciembre, 1973.

programa porcino del ICA en la estación de Turipaná, cerca de Montería.

Cinco becarios para estudios de investigación y producción procedentes de Perú, Bolivia y Ecuador fueron seleccionados para adiestramiento en el CIAT y comenzaron sus estudios en

1973. Cuatro de ellos trabajan actualmente en producción porcina y uno está recibiendo adiestramiento en patología animal con énfasis en las enfermedades de cerdos.

Un becario del INIAP, Ecuador, comenzó sus estudios para la maestría en

la Escuela de Graduados del ICA. Un becario de investigación procedente de Alemania, con el patrocinio del gobierno de su país, comenzó a trabajar en el CIAT con el propósito de recolectar información para su tesis de doctorado. En su trabajo de investigación evaluará la raza nativa, el "Zungo pelado", y comparará los parámetros fisiológicos y de producción de esta raza con los de las razas mejoradas.

El CIAT dará apoyo parcial a un becario en nutrición porcina que se encuentra actualmente en la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá. Este becario recibió una beca en Guelph y volverá al CIAT para trabajar en su tesis de maestría.

Se dictaron unas 20 horas de conferencias a los becarios del programa, en el curso de Producción Pecuaria. Además, se prepararon varios trabajos para el curso, los cuales trataron todas las fases de la producción porcina.

#### COOPERACION INTERNACIONAL

En 1973, se amplió la red de instituciones que colaboran con el Programa de Porcinos mediante la iniciación de programas cooperativos en Bolivia y Costa Rica. Estos programas, que serán financiados con fondos para proyectos especiales, se están desarrollando en las Universidades de Bolivia y Costa Rica y estarán dirigidos por científicos previamente adiestrados en el CIAT.

El nuevo programa de la Universidad de Bolivia "Gabriel René Moreno", con sede en Santa Cruz, se está desarrollando en un lote de 15 hectáreas de la nueva estación experimental de la Universidad, ubicada a 19 km de Santa Cruz. El nuevo centro de producción porcina tendrá instalaciones para una piara de 40-50 cerdas y se usará para enseñanza a estudiantes universitarios, con el propósito de demostrar las técnicas mejoradas de producción y a la vez buscar soluciones a los problemas que limitan la producción porcina local.

El programa cooperativo en Costa Rica será desarrollado con fondos para proyectos especiales en el nuevo Centro Regional de la Universidad de Costa Rica que se construye actualmente cerca de Turrialba y que está adyacente al área experimental del Centro Agrícola Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) entidad asociada al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Todos los estudiantes de producción animal de la Universidad de Costa Rica recibirán un año de adiestramiento en este nuevo centro, el cual también se utilizará para investigaciones y demostraciones y como centro de adiestramiento para difundir la información sobre producción a los pequeños agricultores y poricultores de la región.

En 1973, otros programas cooperativos continuaron en diversas áreas de América Latina. También, se hicieron contactos iniciales para desarrollar programas cooperativos en Perú y en Guatemala.

# **Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles**

**E**n América Latina, incluyendo sus zonas tropicales, las leguminosas de grano comestible, y especialmente el frijol común, constituyen un componente muy importante de la dieta humana. Estos cultivos son particularmente importantes como fuente de proteína en la dieta de las gentes con recursos económicos medios y bajos que no pueden comprar alimentos con proteína de origen animal.

El frijol común es cultivado principalmente por los pequeños agricultores localizados en las tierras altas o en regiones de elevación media; este cultivo constituye la principal fuente de proteína, la cual se consume directamente en las granjas.

El Programa de Sistemas de Producción de Frijol en el CIAT se integró como equipo en 1972; luego, ha ampliado su orientación y su radio de acción. El objetivo principal del programa es incrementar la producción, productividad y consumo de frijoles en la América Latina, con el fin de mejorar la dieta de las clases pobres y elevar el nivel de vida de los agricultores de subsistencia. Tanto la producción comercial del frijol solo como también el diseño de sistemas de cultivos asociados recibirán énfasis en el CIAT con la intención de lograr la adaptación de algunos de los sistemas usados por los agricultores a las operaciones en mayor escala, o sea, a nivel comercial.

La investigación se enfocará hacia una serie de objetivos específicos:

1. Mejorar el potencial del rendimiento de las variedades existentes me-

dante la colección, evaluación y recombinación de germoplasma promisorio especialmente en las regiones bajas tropicales.

2. Aumentar el rango de adaptación de los nuevos cultivares a variaciones en el tipo de suelo, humedad, temperatura y fotoperíodo.

3. Aumentar el potencial de rendimiento, mejorando la resistencia a los agentes patógenos e insectos e integrando el material genético en un "paquete" tecnológico que ofrezca protección total.

4. Estudiar el diseño de sistemas de producción bajo diferentes niveles de tecnología y hacer la demostración de aquellos que pueden elevar eficientemente el rendimiento económico de las variedades de frijol existentes y de las mejoradas.

5. Identificar, resolver y, si es posible, eliminar los factores limitantes de orden físico y socioeconómico que influyen sobre la producción, el mercadeo y el consumo de frijol.

6. Apoyar los programas nacionales y aquellas instituciones que se dedican a la investigación del frijol, mediante adiestramiento, orientación y organización de equipos de trabajo.

7. Promover el intercambio de germoplasma, información e ideas a través de reuniones con investigadores y otros técnicos especializados, conferencias sobre tópicos especiales, pruebas regionales uniformes de material genético y

servicios de documentación y divulgación.

8. Mejoramiento de la calidad de la proteína y del valor nutritivo del frijol para consumo humano directo.

El programa está dividido en siete grupos de trabajo: Agronomía, Mejoramiento, Economía, Entomología, Microbiología, Fitopatología y Fisiología.

### FITOMEJORAMIENTO

Como una primera etapa, se ha puesto énfasis en reunir las colecciones existentes de frijol, *Phaseolus vulgaris*, y evaluar este material bajo diferentes condiciones ecológicas. El número total de introducciones en el banco de germoplasma del CIAT es 9.413. Aquellas características morfológicas que tienen importancia agronómica están en proceso de sistematización; al codificar estas características en tarjetas y proceder al cómputo de las mismas, se espera obtener información que podrá ser publicada en forma de catálogos para uso de los investigadores de frijol en el mundo entero. Se espera tener el primer material publicado en 1974.

Los datos que se han tomado en el campo servirán para seleccionar grupos de progenitores e iniciar con ellos el programa de mejoramiento y desarrollo de poblaciones genéticas. Durante el proceso de mejoramiento de poblaciones, será posible identificar individuos sobresalientes, los cuales se usarán como padres recurrentes en la incorporación de resistencia a enfermedades y a insectos; de mayor eficiencia fotosintética, de eficiente interacción al efecto del *Rhizobium*, o bien algún otro factor específico.

#### Evaluación de germoplasma

Inicialmente, se identificaron cuatro localidades para la evaluación de germoplasma: Palmira, Turipaná y La Selva (Colombia), y Boliche (Ecuador).

**Palmira, Colombia** (Sede del CIAT): Latitud 03°32' norte; altitud 1000 m; temperatura media anual 23.9°C; precipitación pluvial total anual 750 mm; humedad relativa media anual 71 por ciento; brillo solar medio anual 49 por ciento.

En la sede del CIAT se ha estudiado un total de 6.290 colecciones de *P. Vulgaris*, incluyendo 808 nuevas introducciones. Las condiciones climatológicas en Palmira han permitido un rápido progreso en este proyecto, ya que se pueden realizar tres siembras por año. Las siembras que se hacen en marzo y julio utilizan la lluvia (siembras de temporal o secano), mientras que la siembra de noviembre se hace con riego.

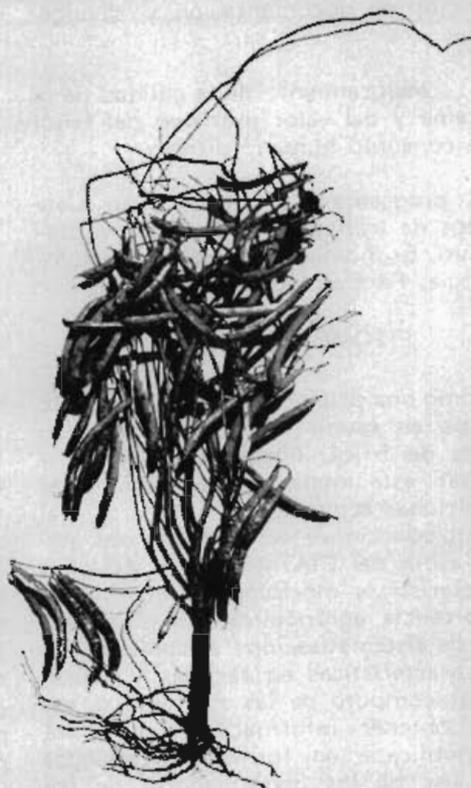
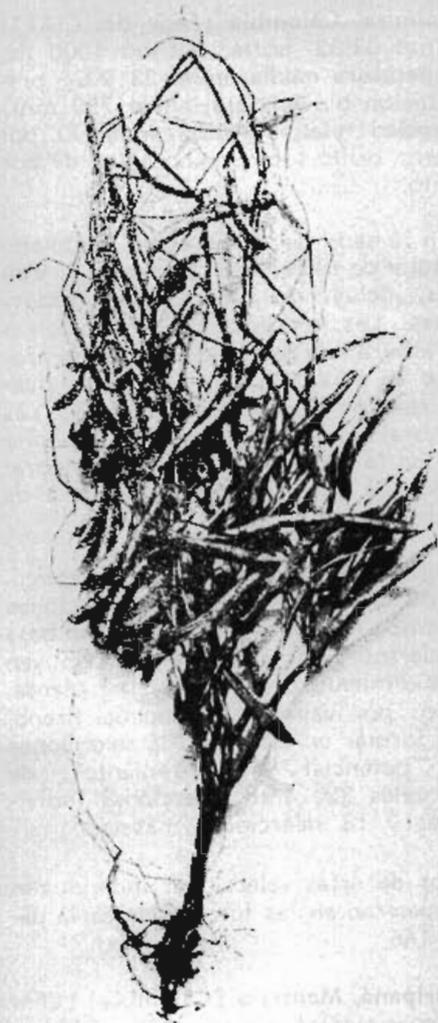
Más de 20 características morfológicas de la planta y otras observaciones de campo han sido registradas. Con base en ciertos caracteres que contribuyen al rendimiento como vainas por planta, granos por vaina y tamaño del grano, para formar un total de 238 selecciones por "potencial de rendimiento", de las cuales 220 eran selecciones individuales y 18 selecciones masales.

Dos de estas selecciones individuales se muestran en las fotografías de la página 166.

**Turipaná, Montería (Colombia)** (Centro experimental agropecuario del ICA): Latitud 08°87' norte; altitud 13 m, temperatura media anual 28°C; precipitación pluvial total anual 1.200 mm; humedad relativa media anual 80 por ciento.

En esta localidad se estudiaron 1.390 colecciones bajo condiciones de temporal; este material incluyó selecciones prometedoras hechas previamente en las localidades de Palmira y Turipaná.

El medio ambiente de Turipaná se ha escogido por el momento para estudiar el efecto de las altas temperaturas sobre la fructificación. Ahí se hicieron 56 se-



73 JUL 6586-I-T-T

Dos selecciones individuales con características morfológicas específicas.

lecciones por potencial de rendimiento, de las cuales 44 fueron individuales y 12 selecciones masales. Las 56 selecciones florecieron e iniciaron su fructificación dentro de un período de 42 días, en el cual el promedio de temperaturas máximas fue de 34°C; la precipitación pluvial durante todo el período de crecimiento fue de 516 mm. Estas selecciones serán estudiadas con mayor detalle en otras áreas para identificar líneas de frijol con tolerancia a las altas temperaturas.

**La Selva-Rionegro, Colombia** (Centro experimental agrícola del ICA): Latitud 06°20' norte; altitud 2.200 m; temperatura media anual 16.1°C; precipitación pluvial total anual 1.400 mm; humedad relativa media anual 75 por ciento.

Esta localidad es representativa de la altiplanicie en donde el frijol se cultiva casi siempre en asociación con el maíz. Las observaciones de campo incluyeron

200 colecciones de frijol con hábito de crecimiento indeterminado - trepador.

**Bolicho-Guayaquil, Ecuador** (Centro experimental agrícola del INIAP): Latitud 02°20' sur; altitud 17 m; temperatura media anual 25.4°C; precipitación pluvial total anual 690 mm; humedad relativa media anual 84 por ciento; brillo solar medio anual 30 por ciento.

La característica distintiva de esta localidad es el reducido brillo solar que se observa durante todo el año. Se estudió aquí un total de 990 colecciones de frijol, incluyendo selecciones procedentes de Palmira y de Turipaná, Colombia, considerando diez características morfológicas básicas. Se hizo una selección por potencial de rendimiento que comprendió 58 selecciones, la cual incluyó 37 selecciones individuales siendo el resto selecciones masales.

Siete selecciones masales de frijoles indeterminados-trepadores, con características de grano de aceptación local (rojo claro, blanco y café claro) fueron incluidas en un ensayo comparativo de rendimiento junto con dos variedades criollas de la región de Bolicho.

### Observaciones principales

**Variabilidad genética.** El número de colecciones de frijol que hemos evaluado hasta la fecha, nos permite aseverar la existencia de una alta variabilidad genética en la especie *Phaseolus vulgaris* no solo por lo que respecta a potencial de rendimiento, sino también en lo referente a otras características como: días de floración, días de madurez, hábito de crecimiento, tamaño de planta, ramificación, grosor de tallo, altura del primer nudo, sistema radicular y las propias características de grano.

### Efecto del medio ambiente

**Adaptación.** El caso más notorio se presentó con las 200 colecciones de frijol estudiadas en la localidad "La Selva". Este material mostró una desadaptación

general en esta región considerada como de altura, debido probablemente a que estos frijoles proceden originalmente de áreas ecológicas más bajas.

**Hábito de crecimiento.** El medio ambiente influye marcadamente en este carácter. La variedad comercial ICA-Huasano presentó en Palmira un hábito de crecimiento semi-indeterminado con guía corta; sin embargo, en la localidad de Turipaná mostró un hábito completamente indeterminado. Una situación similar ocurrió con la variedad Jamapa, procedente de Guatemala; en Palmira su hábito fue indeterminado no trepador, pero en Turipaná la planta se presentó como indeterminada-trepadora.

**Area foliar.** Las condiciones climatológicas de Bolicho, Ecuador, fueron las que más favorecieron el desarrollo del área foliar. Plantas con hojas demasiado grandes fueron observadas en la mayoría de las 990 colecciones de frijol que se estudiaron. Asimismo, se observó un pronunciado alargamiento de los entrenudos, debido, probablemente, a una producción activa de auxinas de crecimiento por efecto de la baja radiación solar prevalente en esta localidad.

**Expresión del potencial de rendimiento.** Al considerar las selecciones individuales que se efectuaron por potencial de rendimiento en las localidades de Palmira y Turipaná, la relación entre varios factores de rendimiento y cinco hábitos de crecimiento se pueden observar en el Cuadro 1. Los biotipos con hábito de crecimiento indeterminado parecen tener un potencial de rendimiento mayor que los individuos con hábitos de crecimiento semi-indeterminado o determinado. El más alto potencial es evidente en los biotipos con hábito de crecimiento trepador sobre maíz (hábito IVF). Respecto al efecto de localidades, en ambos casos los estudios se hicieron bajo condiciones de temporal; sin embargo, los factores de rendimiento fueron en promedio más altos en Turipaná.

Cuadro 1. Datos promedio de los componentes de rendimiento y producción, en selecciones individuales de frijol por potencial de rendimiento, con cinco hábitos de crecimiento, en dos localidades: Palmira y Turipaná, 1973.

Palmira					
Hábito de crecimiento	No. de selecciones	No. de vainas	No. de racimos con frutos	Peso de grano seco (gr)	Días a cosecha
Determinado (I A)	(33)	32.0	24.6	45.3	87.2
Semi-indeterminado, guía corta (I B)	(29)	36.3	22.3	40.6	85.1
Semi-indeterminado, guía media (II C)	(8)	38.1	24.6	45.4	86.3
Indeterminado, no trepador (III E)	(19)	51.0	32.9	57.4	90.5
Indeterminado, trepador (IV F)	(3)	83.3	49.3	92.4	97.0

Turipaná					
Hábito de crecimiento	No. de selecciones	No. de vainas	No. de racimos con frutos	Peso de grano seco (gr)	Días a cosecha
Determinado (I A)	(2)	38.5	23.0	34.3	79.0
Semi-indeterminado, guía corta (I B)	—	—	—	—	—
Semi-indeterminado, guía corta (II C)	(4)	55.0	21.5	51.4	84.2
Semi-indeterminado, guía media (III E)	(10)	78.1	49.0	73.0	90.0
Indeterminado, trepador (IV F)	(3)	98.1	52.7	98.6	88.9

paná que en Palmira, con excepción del hábito de crecimiento IA. En la localidad de Turipaná se tienen, en general, condiciones menos favorables respecto a la producción en frijol. El hecho de que los valores de rendimiento sean más altos en Turipaná, tal vez se deba a las diferentes distancias entre camas de siembra (0.90 m en Palmira y 1.50 m en Turipaná), con una menor competencia por los factores de luz y nutrientes en Turipaná. La propia climatología de esta localidad de la costa, también pudo haber ejercido un estímulo sobre los aumentos de crecimiento y producción. Los tipos de frijol con un crecimiento vegetativo más reducido, hábitos IA e IB, fueron severamente afectados por la enfermedad "web blight" *Thanatephorus cucumeris*, redu-

ciendo a un mínimo el número de selecciones que se hicieron de este tipo.

#### Formación de poblaciones genéticas en frijol

Después de evaluar y seleccionar los mejores genotipos con amplia adaptación, el programa empezará a formar las primeras poblaciones genéticas con base en el método tradicional de cruzamientos múltiples (ver foto en la página 170). Los progenitores que integren cada población deberán poseer hábitos de crecimiento y tamaños de plantas similares. Se tratará de involucrar una amplia variabilidad por lo que respecta a color de grano y otras de sus características, debido a que en América Latina existe un amplio rango de preferencias (ver foto en la página 171).

## Otros proyectos de mejoramiento

**Banco de germoplasma.** El banco de germoplasma de frijol en el CIAT incluye 9.413 introducciones. La sistematización de características morfológicas, para las colecciones del banco que han sido evaluadas ya, se está realizando con la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El principal objetivo es establecer un sistema operacional de cómputo que permita manejar simultáneamente un alto número de diferentes características de frijol.

### Cruzamiento natural en frijol

Para determinar el porcentaje de cruzamiento natural de frijol en la localidad de Palmira, se sembraron dos grupos de variedades contrastantes para el carácter "color de hipocotilo". Las variedades fueron sembradas bajo tres distancias entre hileras. Las plantas F<sub>1</sub> serán analizadas en el siguiente período de siembra.

### Calidad de proteína en frijol

En un proyecto de trabajo, como parte de una tesis de investigación, se está estudiando la heredabilidad del contenido total de proteína y de metionina disponible en el grano de cuatro selecciones de frijol. Los análisis de laboratorio han sido completados para una de las cruas originales, en la cual los progenitores tienen 28.9 por ciento y 20.9 por ciento de proteína total y 0.656 g y 0.945 g de metionina por 100 g de proteína, respectivamente. El primer estimado de heredabilidad de proteína en la generación F<sub>2</sub> es promisoriamente alto. Posteriormente se harán estudios avanzados de regresión para determinar contenidos de proteína y metionina, utilizando las progenies F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub>. Esta investigación también incluirá análisis sobre el valor biológico de la proteína.

### Estudio sobre tolerancia a la sequía

Durante el proceso de evaluación de germoplasma de frijol en varias locali-

dades, se han identificado 457 colecciones que poseen un sistema radicular con tendencia pivotante. Este material será estudiado en detalle con otros tipos de raíz, con el objeto de analizar su eficiencia morfológica y posibles componentes genéticos o fisiológicos para tolerancia a la sequía. Se incluirán también plantas de frijol con raíz pivotante en estudios sobre nodulación y fijación bacteriana de nitrógeno (ver página 199).

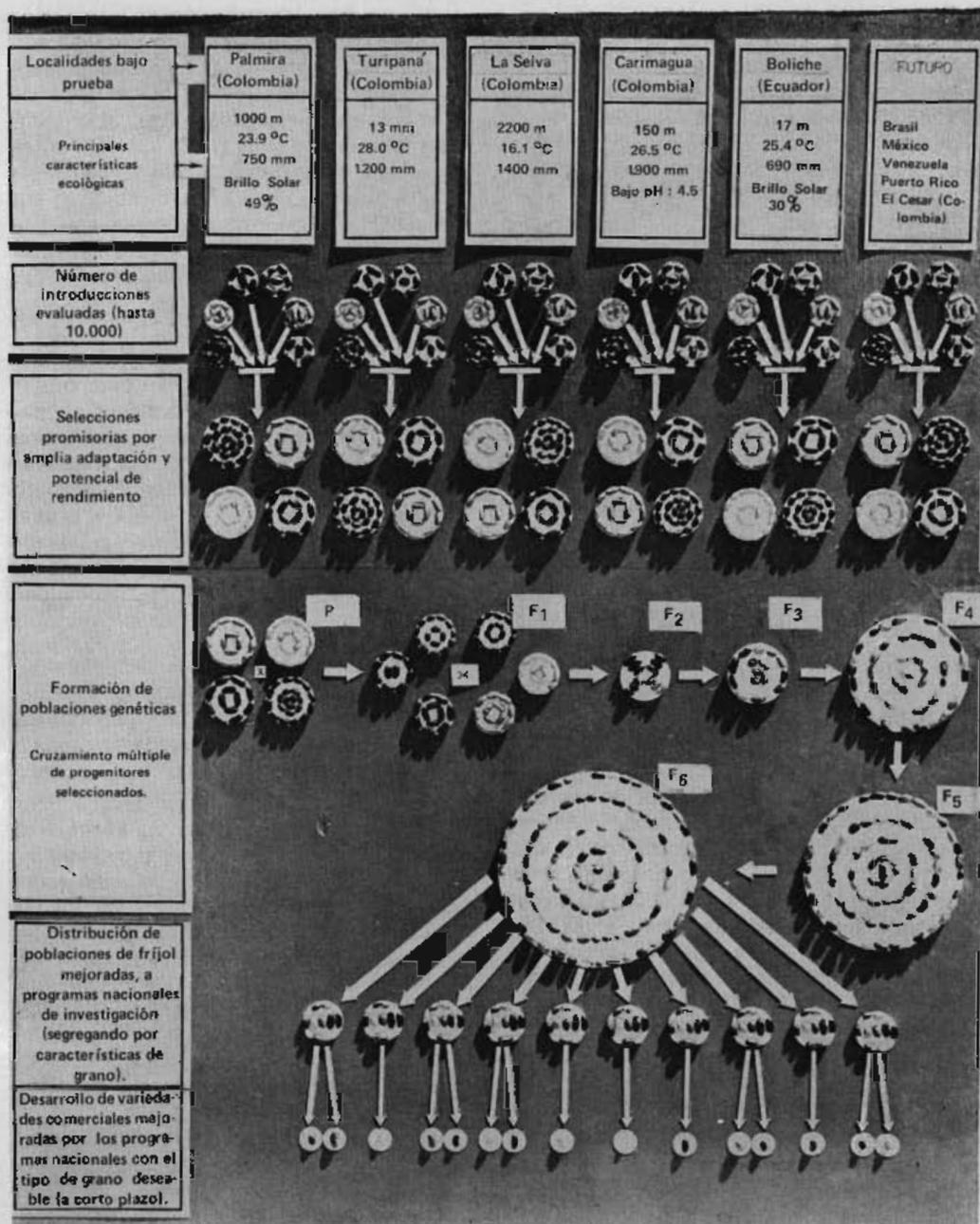
## AGRONOMIA

El CIAT está interesado en determinar el máximo potencial de producción para las variedades existentes, así como también los óptimos rendimientos económicos de estas variedades. El trabajo de los agrónomos —estudio de poblaciones, sistemas de siembra, fertilizantes, control de malezas, asociaciones de cultivos— no sólo permitirá determinar estos óptimos sino que complementará la labor de los fisiólogos y mejoradores.

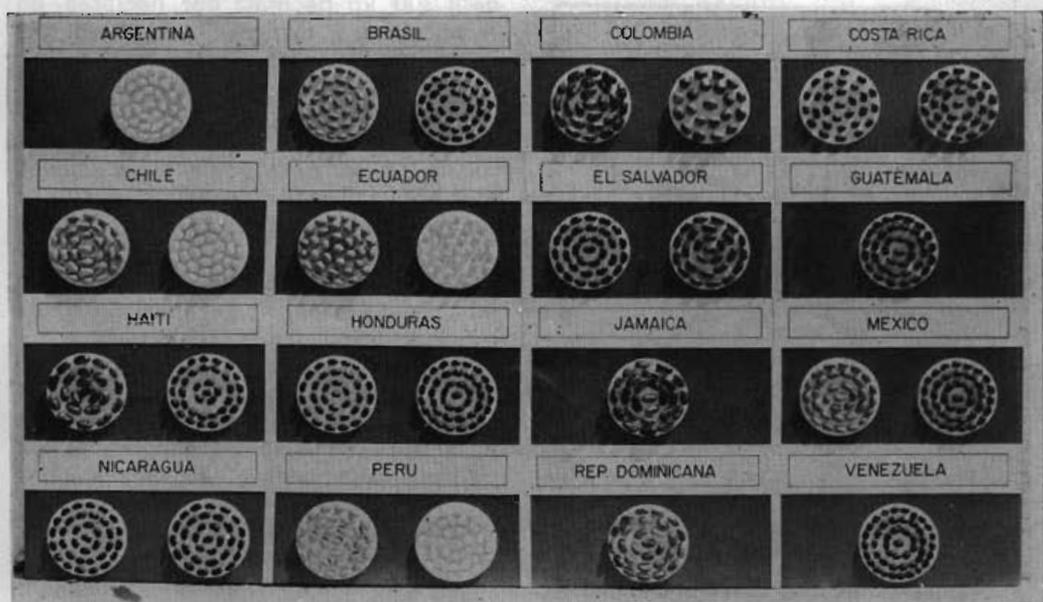
Los problemas de acidez y de baja fertilidad encontrados en suelos de los Llanos Orientales, junto al potencial agrícola a largo plazo de esta región, justifican estudios iniciales de prácticas agronómicas para buscar una máxima productividad del frijol en estos suelos. Aunque el caupí y el maní parecen estar particularmente bien adaptados a las condiciones de la región, algunos ensayos preliminares han mostrado que ciertas líneas de frijol de semilla negra también pueden tener buenas posibilidades para la zona.

### Principales sitios de investigación

En su primer año de actividades el grupo de Agronomía concentró sus esfuerzos en cinco zonas ecológicas con condiciones de clima y suelo diferentes. Las características de estas zonas se describen en el Cuadro 2. Por otra parte, las actividades del grupo se dirigieron tanto a la producción de frijol en el sistema de monocultivo como a la producción en siembras asociadas y/o intercaladas con maíz.



Método de mejoramiento genético en la formación de poblaciones de frijol *Phaseolus vulgaris*.



Preferencia de los consumidores del grano de frijol *Phaseolus vulgaris* en varios países de América Latina.

### Producción de frijol en condiciones de monocultivo

#### Estudios de NPK y elementos menores

Dos experimentos sembrados en terrenos del CIAT permitieron evaluar los efectos de NPK y microelementos sobre la producción de dos variedades comerciales de frijol: Calima, de color rojo

con pintas blancas, e ICA-Tui, de color negro.

Los efectos del nitrógeno y fósforo no fueron significativos, mientras que el boro parece ser el factor limitativo para la producción de frijol en estos suelos. La Figura 1 muestra el contraste de rendimiento, obtenido con algunos trata-

Cuadro 2. Características de los lugares en donde el CIAT tiene establecidos experimentos agronómicos cooperativos en cultivos de frijol.

Localidad	Clima			Suelo características *		
	Altura (msnm)	Temp. (media) (°C)	Precip. (anual) (mm)	pH	M.O. P	Producción de frijol
Colombia						
Palmira	1000	24	1000	7-8	M A	Importante
Popayán	1800	20	1600	5-5.5	A B	Alguna importancia
Rionegro	2200	16	1400	5-5.5	A B	Muy importante
Carimagua	150	27	1900	4-5.5	M B	Potencial futuro
Ecuador						
Bolche	17	25	690	6-6.5	M B	Potencialmente importante

\* A = alto

M = medio

B = bajo

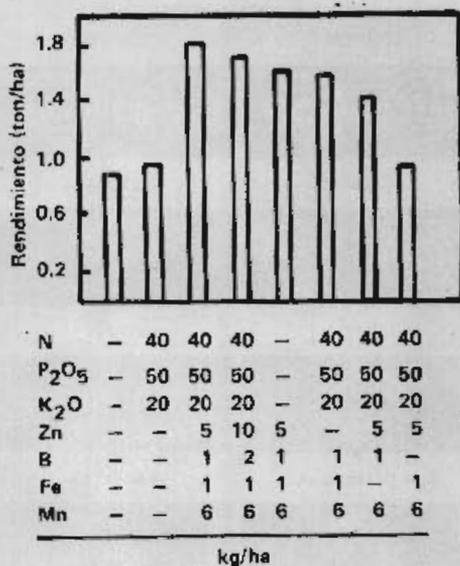


Figura 1. Efecto de algunos elementos fertilizantes sobre la producción del frijol Calima.

mientos con fertilizantes; en ella se aprecia el efecto de la deficiencia de boro.

Identificado este problema, las investigaciones sobre necesidades de nutrientes para el frijol se concentraron en el boro. Se adelantaron experimentos sobre niveles, fuentes, épocas, métodos de aplicación, fertilización foliar, interacciones con otros microelementos y sensibilidad de algunas variedades a la deficiencia. También se determinaron aproximaciones al nivel crítico del elemento, relacionando producción y contenido de boro en las hojas.

Las respuestas a las aplicaciones de boro fueron dramáticas (ver fotos en la página 173). El hecho de no fertilizar el frijol con boro en algunos campos del CIAT, trae como consecuencia un completo fracaso de la cosecha.

En los terrenos de la sede del CIAT, la deficiencia de boro también afecta al maíz, al sorgo y a la soya. En un experimento con maíz H-208, el nivel óptimo de boro, 2 kg B/ha, produjo aumentos

de 1.300 kg de maíz por hectárea, en relación con el testigo. El efecto residual de los tratamientos de este experimento se determinó con la variedad de frijol Gualí. La Figura 2 muestra los resultados obtenidos: parte del boro aplicado para el cultivo de maíz permaneció en el suelo y fue utilizado por el cultivo siguiente, en este caso, el frijol.

Una aproximación al nivel crítico de boro en hojas de frijol, variedad Calima, puede estimarse en la Figura 3. Los contenidos de boro en hojas que sean inferiores a 20 ppm indican una aguda deficiencia; es posible obtener desarrollo y producción normales con contenidos de boro superiores a 45 ppm.

La mayoría de los experimentos relacionados con el problema de boro aún no han sido cosechados. En forma pre-

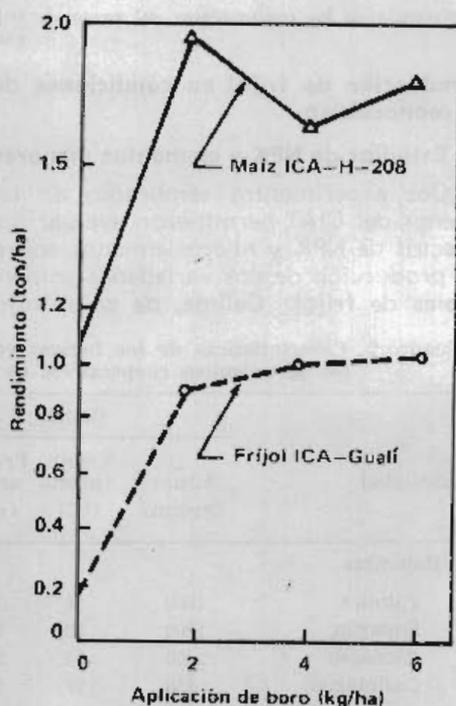


Figura 2 Efecto de la aplicación de boro sobre la producción de maíz (ICA H-208) y su efecto residual sobre la producción de frijol (variedad ICA-Gualí).



La deficiencia de boro es uno de los factores limitativos para la producción de frijol en algunos terrenos de la sede del CIAT.



La aplicación de boro en plantaciones de frijol se debe hacer durante la siembra o pocos días después de la germinación.

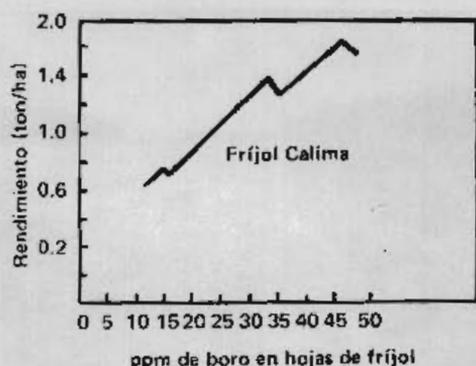


Figura 3. Relación entre el contenido de boro en las hojas de frijol y la producción de grano (variedad Calima).

liminar, se pueden sugerir algunas recomendaciones aplicables a suelos similares a los que hay en la sede del CIAT:

nivel recomendable: 1 kg B/ha  
 época de aplicación: siembra  
 método de aplicación: banda, a pocos centímetros al lado y debajo de la semilla.

El costo aproximado de 1 kg B/ha es \$ 120 (US \$ 5).

En estos mismos suelos, no se observaron respuestas significativas a la aplicación de otros elementos menores.

En una prueba de sensibilidad de varios materiales genéticos, el frijol mungo (*Phaseolus mungo*), el caupí (*Vigna sesquipedalis*) y el guandul (*Cajanus cajan*) mostraron ser más tolerantes a la deficiencia de boro, en comparación con 16 variedades de *Phaseolus vulgaris* y 5 variedades de soya *Glycine max*. El frijol mungo parece ser resistente a la deficiencia de boro.

#### Estudios sobre densidad de la siembra

En dos experimentos se estudió la interacción densidad de siembra x fertilización. Los niveles de población se obtuvieron cambiando el número de surcos por caballón y la distancia entre las plantas. La distancia entre caballones fue constante: 90 cm.

La Figura 4 muestra que la producción aumenta, cuando se tiene un número mayor de surcos por caballón. También se logran aumentos al disminuir la distancia entre plantas. Al considerar el costo de la semilla, el nivel de población más económico sería el de dos surcos por caballón y 10 cm entre plantas.

En otro experimento, sin usar caballones, no se encontraron diferencias significativas en rendimientos para espaciamientos entre surcos de 60-60-60 cm (166.000 plantas /ha), 30-45-30 cm (266.000 plantas /ha) y 15-45-15 (332.000 plantas /ha). El trabajo se hizo con las variedades ICA-Tui, ICA-Gualí y Calima.

#### Estudios sobre uso de agua para el frijol

En América Latina una buena parte de la producción de frijol se hace en condiciones de temporal y, por lo tanto, la escasez de agua, con frecuencia, limita la producción. En estas condiciones, resultaría de gran interés estudiar la posibilidad de usar el agua en forma más eficiente mediante prácticas que reduzcan la evaporación y contribuyan a su almacenamiento en el suelo; con este propósito, si se siembra un cultivo adicional de ciclo corto, frijol, por ejem-

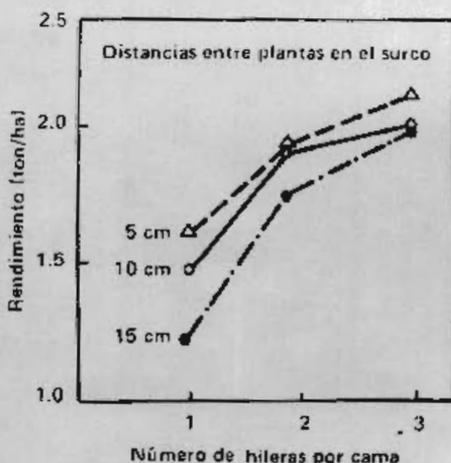


Figura 4. Efecto del número de hileras sobre la cama y de la distancia entre plantas en el surco sobre la producción de frijol (variedad ICA-Gualí).

plo, se podría lograr en períodos secos una mayor utilización del terreno aprovechando el agua de las últimas lluvias (humedad residual).

En colaboración con el INIAP, en Boliche, Ecuador, se estudió el efecto de distintas coberturas sobre la producción de frijol. Las coberturas usadas fueron materiales que los agricultores pueden conseguir en sus propias fincas: rastrojo de maíz, paja de arroz, hojas de higuerilla, rastrojo de ajonjolí y hojas de plátano. Las observaciones preliminares indican:

1) El uso de coberturas disminuye la competencia por malezas; 2) el rastrojo de maíz, la paja de arroz y las hojas de plátano parecen ser las coberturas más promisorias.

#### **Producción de frijol intercalado y/o asociado con maíz**

Existe escasez de conocimiento respecto a sistemas agrícolas para asociar

o intercalar cultivos, lo cual constituye una práctica seguida en forma tradicional por campesinos de recursos limitados en la mayoría de las zonas productoras de frijol en América Latina. Por esta razón los agrónomos iniciaron estudios dirigidos a contestar preguntas elementales relacionadas con estos sistemas.

#### **Alternativas para intercalar maíz y frijol**

Este experimento fue sembrado en Boliche, Palmira, Popayán y Rionegro. El objetivo fue lograr el establecimiento de dos cultivos en el espacio que en forma usual es ocupado por uno de ellos (ver foto en esta página). También es posible aprovechar los espacios libres que quedan entre los surcos de un cultivo, para sembrar el otro cultivo. En la página 176, la fotografía superior muestra un tratamiento experimental en el que se han sembrado cuatro surcos de frijol en el espacio libre que queda entre los surcos de maíz.



Si se pueden establecer dos cultivos en el espacio de terreno normalmente requerido por uno solo se logra una mayor utilización del terreno, del tiempo y de ciertos insumos.



Los espacios que quedan libres entre los surcos de un cultivo —maíz en este caso— pueden ser utilizados ventajosamente sembrando otro cultivo, frijol por ejemplo.



Siembra mecánica de maíz entre los surcos de frijol sembrado con el sistema de doble surco.

La aplicación de algunos de estos principios relacionados con siembras intercaladas podría hacerse extensiva a los grandes productores. Una de las dificultades —la mecanización del sistema— parece no ser tan importante. La fotografía inferior de la página 176 muestra una siembra mecanizada de maíz en medio de frijol sembrado a doble hilera. Los frijoles deben ser cosechados en forma manual. La competencia por luz parece ser el factor más importante a estudiar en estos sistemas.

### **Competencia entre maíz y frijol**

En el estudio de los factores agrónómicos que intervienen al intercalar y/o asociar maíz y frijol, existen situaciones de competencia —por agua, luz y nutrientes— y situaciones de complementación, por ejemplo, el soporte físico que un cultivo le da al otro. En esta página aparece una fotografía que muestra una situación de competencia maíz-frijol contra una situación de monocultivo: una variedad regional de frijol voluble, sembrada con el sistema de es-

tacas. La fotografía de la página 178 muestra un experimento diseñado para estudiar la competencia maíz-frijol desde el punto de vista de diferentes épocas de siembra del maíz con respecto al frijol.

### **Estudio de poblaciones para la asociación maíz-frijol**

En dos localidades, Popayán y Rionegro, se adelantan trabajos sobre estudio de poblaciones para el sistema maíz-frijol voluble. Dos variedades de frijol de mucha aceptación entre los agricultores, Cargamanto y Sangretoro, han sido utilizadas en estos trabajos preliminares.

### **Control de malezas para la asociación**

Un experimento adelantado en los terrenos de la sede del CIAT probó la efectividad de varios herbicidas para el control de malezas en el sistema maíz-frijol. Los cultivos se sembraron en forma simultánea y los herbicidas se aplicaron antes de la emergencia de las plántulas. Los tratamientos con la mezcla de Linu-



Ensayo establecido para evaluar el efecto de la competencia en cultivos asociados.



En los sistemas de cultivos intercalados, el efecto de la competencia es determinado por algunos factores, entre ellos, la fecha de siembra de un cultivo con respecto al otro.

ron y Alactor, o bien el Linuron y el Alaclor aplicados solos pero en dosis altas, parecen ser los más efectivos.

### Tolerancia a la acidez del suelo

Se sembró una colección de 50 variedades de frijón negro, dos variedades de soya (*Glycine max*) y 20 variedades de caupí (*Vigna sesquipedalis*) para evaluar la tolerancia a la acidez del suelo, en un oxisol de Carimagua. La colección fue sembrada a cuatro niveles de cal de 0, 0.5, 2.0 y 6.0 ton/ha. Sin cal, el suelo tiene un pH aproximado de 4.3 y 3.0 me/100 g de Al intercambiable, mientras que cuando se aplicaron 6 ton/ha de cal, el pH aumentó aproximadamente a 5.4 y el Al intercambiable bajó a 0.4 me/100 g (ver página 236 - sección de Arroz de este informe). La Figura 5 muestra la respuesta promedio de las especies a las aplicaciones de cal. Es claro que todas las especies responden al encalamiento, pero los frijoles negros y la

soya respondieron hasta el nivel de 6 toneladas de cal/ha, mientras que las variedades de caupí respondieron significativamente tan solo al nivel de 0.5 ton/ha. Debido al alto nivel de producción y a la tolerancia general a suelos ácidos que muestran los caupís, éstos

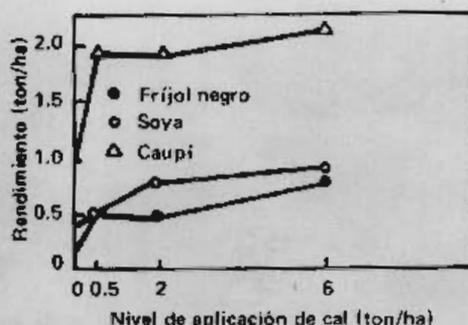


Figura 5. Efecto de la aplicación de cal sobre la producción de tres especies de leguminosas de grano, en la región de Carimagua.

tienen un mayor potencial en estos suelos ácidos y de baja fertilidad.

Para determinar el efecto del encalamiento en el valor nutritivo de estas especies, se tomaron muestras de los granos de 6 frijoles negros, las 2 variedades de soya y las 4 de caupí cosechadas en cada nivel de encalamiento; estas muestras se analizaron en su contenido de N, P, K, Ca, Mg, Zn y Cu. El encalamiento tuvo solamente un efecto claro y positivo en el contenido de Ca del grano; muy poco efecto en los contenidos de N, Mg y Cu; un efecto ligeramente negativo en los contenidos de P y K, y un efecto marcadamente negativo en el contenido de Zn. Esto último puede ser significativo teniendo en cuenta la importancia aparente que tiene el Zn en el metabolismo de la vitamina A. Es evidente que la soya no sólo contiene un nivel más alto de proteína, sino también niveles significativamente más altos de todos los minerales analizados en comparación con los frijoles negros y los caupís. Los frijoles negros tuvieron un contenido ligeramente mayor de minerales que las variedades de caupí (exceptuando el Zn).

Otra colección de 100 variedades de frijol que no eran negros, 125 de frijoles negros y 45 de caupí, se sembró en Carimagua a niveles de 0.5 y 2 ton/ha de cal. La misma colección fue sembrada con maíz como soporte, para variedades volubles. Las siguientes producciones promedio fueron obtenidas con los dos tipos de frijoles y para las variedades de caupí:

	Rendimiento en grano (g/surco de 6 m)	
	0.5 ton/ha de cal	2 ton/ha de cal
Frijoles no negros (100)	26.5	46.8
Frijoles negros (125)	65.0	115.6
Caupís (45)	384.8	539.0

Las variedades de caupí fueron más tolerantes a la acidez del suelo, mien-

tras que los frijoles negros fueron más tolerantes que las variedades de frijoles no negros.

## FISIOLOGIA

La investigación en fisiología se ha dirigido inicialmente hacia el estudio tanto del crecimiento de la planta como del proceso de distribución de materia seca en sus estructuras, para lograr un incremento en el rendimiento económico. Este incremento se obtendrá probablemente con un tipo de planta que posea un número mayor de nudos fructíferos, más vainas por nudo, más semillas por vaina y que, además, pueda soportar toda esa carga.

El esfuerzo cooperativo que se realiza en colaboración con las Universidades de Cornell, Michigan State University en E.U.A. y Hokkaido, en Japón, permitirá el desarrollo de estudios fisiológicos para identificar aquellos tipos de planta más eficientes que puedan ser utilizados por el fitomejorador.

La evaluación a que se someten las colecciones del banco de germoplasma en el CIAT, pone especial énfasis en su potencial de rendimiento, y en aquellas características morfológicas de importancia, tanto en siembras de monocultivo como en asociaciones con maíz. La aparente superior adaptación del frijol de semilla negra sobre otros colores de frijol en el trópico, es una característica genética que se puede utilizar para proporcionar un mayor potencial de rendimiento a otros tipos de frijol con aceptación. También se estudia bajo condiciones de campo en el trópico la adaptación del frijol a variaciones de fotoperíodo y de temperatura ambiental.

Otros estudios fisiológicos son complementos del objetivo fundamental que es la determinación de un tipo ideal de planta, junto con el proceso de selección genética en busca del po-

tencial correspondiente. Durante el año 1973 se llevó a cabo un ensayo para analizar las variables de crecimiento vegetativo, y otro para estudiar las relaciones de competencia entre plantas del mismo cultivo. El crecimiento y el rendimiento de las variedades de *P. vulgaris* que se usaron, fueron afectadas por el virus del mosaico común, y esos ensayos deben repetirse empleando semilla limpia, siguiendo un plan de protección con insecticidas y fungicidas.

#### **Análisis simplificado del crecimiento en distintas localidades**

Se está organizando una serie de experimentos que permitan determinar en forma simplificada datos sobre la distribución de materia seca en diversas partes de la planta de frijol. Esto se pondrá en marcha en 1974, en cooperación con algunos programas nacionales.

En la práctica, estos análisis incluyen un número reducido de medidas adicionales que se tomarán en los ensayos normales de rendimiento realizados por todos los programas de mejoramiento de frijol. En principio, se trata de definir con mayor precisión el aporte del tipo de planta al eventual rendimiento económico. La ventaja principal que ofrece el análisis simplificado del crecimiento, es que pueden medirse los dos procesos fisiológicos componentes de la expresión final del rendimiento, al cual están íntimamente ligados. Estos dos procesos son: la acumulación neta de productos de la fotosíntesis y la distribución de los mismos entre otros órganos de la planta y la semilla. Dichos procesos han sido medidos utilizando el peso seco total de la planta acumulado en cada parcela del ensayo de rendimiento y calculando luego el índice de cosecha; es decir, el porcentaje del peso seco total de las plantas que contribuye al rendimiento económico correspondiente, en este caso, al peso total de semilla.

Además del peso seco total de la planta, obtenido en todos los ensayos

dirigidos por las personas que nos colaboran, se obtendrán otros datos adicionales en aquellos programas donde trabajen un fisiólogo, un mejorador o un agrónomo con suficiente interés por este tipo de investigación; estos datos son: vainas por hectárea, semillas por vaina, peso promedio de la semilla, porcentaje de intercepción de luz durante la floración, fechas y duración de la floración, datos climatológicos y fotografías en blanco y negro de cada genotipo estudiado. Estas series de ensayos ayudarán a trazar pronto las directrices que orientarán los esfuerzos regionales en el campo de la fisiología que, posteriormente, servirán de apoyo a los programas de mejoramiento enfocados también hacia la investigación y selección de tipos ideales de plantas.

#### **Insensibilidad al fotoperíodo**

El primer estudio de reacción al fotoperíodo incluyó 14 variedades de *Phaseolus vulgaris* y la variedad de soya ICA-Mandarín como testigo de reacción sensible. Se usó en el campo la misma instalación de equipo descrita en el capítulo dedicado a los trabajos de investigación con maíz (pág. 220); sembrando las variedades de frijol en camas perpendiculares a la fuente de luz o línea de bombillos incandescentes de 300 W. El criterio de insensibilidad al fotoperíodo fue la floración y fructificación uniforme a lo largo de la cama desde la fuente luminosa hasta una distancia de 30 m. Dos variedades, ICA-Bunsi e ICA-Huasanó, se comportaron como insensibles en este ciclo de pruebas.

Además de hacer comparaciones de las reacciones a la luz en los extremos de la cama, se tomaron semanalmente, y a cada 5 m de separación a lo largo de la cama, datos sobre altura de la planta, número de hojas, flores y vainas, longitud de los primeros entrenudos y número de ramas. Las plantas localizadas en la posición que recibía mayor intensidad de luz (para prolongar el día), es decir, junto a la fuente

de luz, se observaron las siguientes características:

1. Mayor número de ramas, tallos muy suculentos; las plantas eran quebradizas y se rompían fácilmente.

2. Se redujo la abscisión foliar en algunas variedades aun cuando las vainas estaban completamente secas.

3. Aumento en el tamaño de la hoja y el área foliar total.

4. En algunas variedades cambió el hábito de crecimiento del arbustivo al semivoluble.

5. Se retrasó y en ocasiones se inhibió la floración; la intensidad de la luz crítica para esta reacción se localizó entre los 15 y 20 metros a partir de la fuente luminosa.

6. Aumentó el número de vainas sin granos (vaneamiento) por planta.

### Ensayos con caupí

En cooperación con el programa de porcinos del CIAT, se probaron 15 variedades de caupí procedentes del ICA, en relación con su rendimiento y su valor nutritivo. Seis de ellas produjeron más de 2 ton/ha en un ensayo con tres repeticiones, y otras dos alcanzaron las 7 ton/ha. El nivel de rendimiento excepcionalmente alto de estas dos mejores variedades, se logró haciendo cuatro recolecciones, la última de ellas a los 110 días después de la siembra. Los resultados del experimento, desde el punto de vista nutricional, aparecen en la sección correspondiente al programa de porcinos, en el presente informe.

### FITOPATOLOGIA

Entre las muchas enfermedades que afectan al frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico, los fitopatólogos de varios países asistentes al Seminario sobre "Los potenciales del frijol y otras

leguminosas comestibles en América Latina" señalaron como prioridades: el añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*), la roya (*Uromyces phaseoli* var. *typica*); la mancha hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), la antracnosis (*Colletotrichum lidemuthianum*), el complejo de pudriciones radicales (*Pythium* sp., *Sclerotium* sp., *Sclerotinia* sp., *Fusarium* spp., *Macrophomina* sp., *Rhizoctonia* sp.), el virus del mosaico común, y, el complejo del mosaico dorado —cuyo agente causal es aún desconocido— el cual es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci*. Estas apreciaciones confirmaron y complementaron el reconocimiento de enfermedades en América Latina y el Caribe que hizo el fitopatólogo del CIAT (ver Informe Anual del CIAT, 1972).

Con esta base se iniciaron estudios de estimación de pérdidas, de principales factores epifitóticos, de búsqueda de variedades resistentes, de control químico y, en algunos casos, de estudios etiológicos. Asimismo, y en vista de que más de un 50 por ciento de las enfermedades limitantes se transmiten por semilla, se inició un extenso programa de limpieza de patógenos en las semillas de las colecciones del banco de germoplasma, así como en las principales variedades locales de los países latinoamericanos. Igualmente, se colaboró con el ICA en un programa de cuarentena.

### Enfermedades bacteriales

Las especies *Xanthomonas phaseoli* y *X. phaseoli* var. *fuscans* han sido aisladas de varios lugares de Colombia, Perú, Guatemala, Brasil, El Salvador y Costa Rica. El principal trabajo consistió en la evaluación de líneas y variedades procedentes de Michigan State University y del CIAT, lo cual dio por resultado la existencia de 5 variedades tolerantes y 46 moderadamente tolerantes entre 283. Las tolerantes fueron: GN-Sel. 27, Jules Tara, S-562 P y 605-3.

Las condiciones climáticas fueron adversas para un buen desarrollo de la

enfermedad en el campo, aun con dos inoculaciones artificiales a los 35 y 45 días después de la siembra.

Asimismo se probaron en el segundo semestre 209 líneas de Michigan State University, 61 selecciones individuales y 77 líneas del Programa de Mejoramiento del CIAT. Las condiciones para el desarrollo de la enfermedad fueron favorables. Las variedades más tolerantes fueron: 1024-3, 916-1, 918-3 y 451-1.

## Enfermedades fungosas

### Roya

El hongo causante de esta enfermedad incluye muchas razas fisiológicas y por lo tanto, buscar resistencia vertical o específica no sería lo más indicado. Por lo tanto, se está buscando resistencia horizontal o parcial, y, para ello, se probarán la mayor cantidad de líneas y variedades resistentes en varios lugares de América Latina. Al momento se tienen en prueba en Colombia 22 colecciones de Puerto Rico, 93 colecciones de Centro América y 60 colecciones promisorias del CIAT. Muestran resistencia a las razas presentes en los campos del CIAT las colecciones de Puerto Rico 5, 17 y 18; y CIAT 73VUL-3214, 3229, 3231, 3243, 3249, 3268, 3275, 3285, 3287 y 3683.

### Pudriciones radicales

Hay varios hongos (*Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* spp.) que atacan las plántulas de frijol desde el momento de la emergencia y aún antes de alcanzar la superficie del suelo. Hay otro hongo presente en el suelo que ataca al frijol en los primeros estados de desarrollo (*Sclerotium rolfsii*).

En la sede del CIAT se ha destinado un lote aislado para buscar resistencia a este complejo de organismos. El suelo es de textura pesada, con mal drenaje, en el que se efectúan continuas siembras de frijol y, además, se inocula con los varios hongos crecidos en trigo esterilizado. Se inició la prueba de materiales con las colecciones PI 109859,

PI 165435 y PI 226895 registradas como resistentes a *Rhizoctonia solani*; PI 203958 y R-275 con resistencia a *Fusarium solani*, v. *Phaseoli*; y las variedades colombianas ICA-Gualí, ICA-Tui, ICA-Huasano e ICA Duva. La colección PI 165435 mostró una buena resistencia al complejo; no así las variedades comerciales que resultaron ser altamente susceptibles.

Una vez asegurada una buena infestación se probarán todas las colecciones existentes en el banco de germoplasma.

### Antracnosis

Esta enfermedad no es de mucha importancia en los trópicos propiamente, sino en las áreas de producción situadas sobre los 1.500 metros de altitud sobre el nivel del mar, en donde es uno de los factores limitativos en el cultivo.

**Razas del patógeno.** Estudios preliminares hechos con cultivos de varias localidades en Colombia han indicado la existencia de razas diferentes a las registradas y de mayor virulencia.

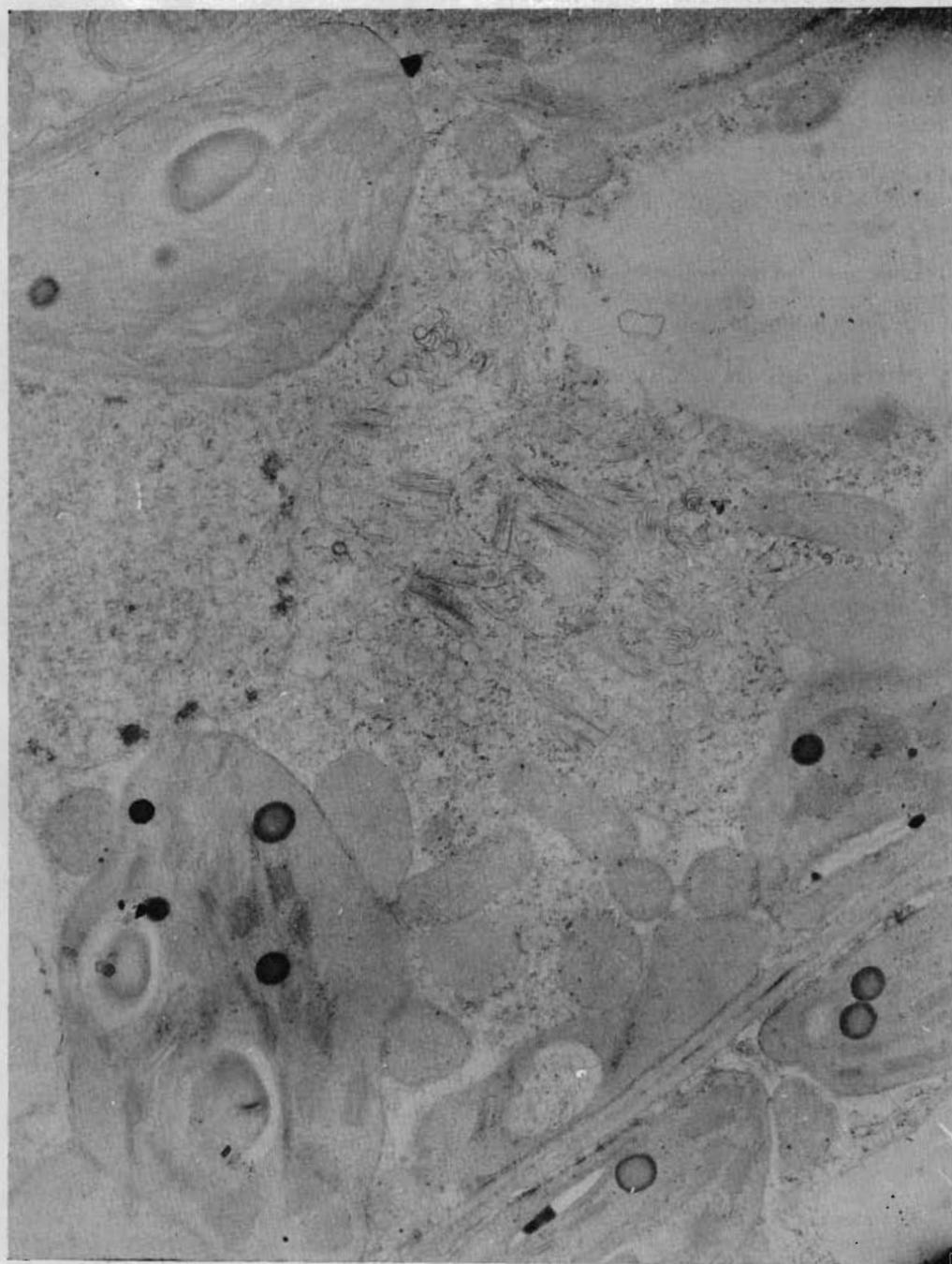
### Enfermedades virales

Se está investigando con el virus del mosaico común y con el complejo del mosaico dorado, el cual está clasificado dentro de las enfermedades virales, pero cuyo agente casual es aún desconocido.

### Mosaico común del frijol

Todas las variedades comerciales cultivadas en América Latina y el Caribe son susceptibles a este virus, cuya mayor importancia radica en que es fácilmente transmitido a través de la semilla y diseminado en el campo por varias especies de áfidos.

**Transmisión por semilla.** Se seleccionaron plantas enfermas y aparentemente sanas en cultivos semicomerciales de la variedad ICA-Gualí. De 1.000 semillas ensayadas de cada lote, se encontró que, de las aparentemente sanas, hubo 6 por ciento de transmisión y de las enfermas



Inclusiones en forma espiral en células de frijol infectadas con el virus del mosaico común del frijol.

se obtuvo un 51 por ciento. Además, se determinó que había más transmisión por semilla descascarada, aumentándose el porcentaje de un 8 a 10 por ciento.

**Tratamiento de la semilla con microondas.** Se trató de inactivar el virus por medio del tratamiento a base de calor por microondas usando una estufa Amana-Radarange, modelo RR-3H, durante períodos de 0, 15, 30, 60, 120 y 240 segundos.

El porcentaje de germinación de la semilla fue drásticamente reducido; el virus no fue inactivado.

**Pérdidas debidas al CBMV.** Parcelas experimentales altamente afectadas por mosaico común fueron comparadas con parcelas aparentemente sanas de la variedad ICA-Gualf. Los resultados indicaron una reducción en el rendimiento de un 25 por ciento. Se está experimentando con el efecto de la edad de la planta vs. época de infección para determinar la época más crítica en el ataque del CBMV.

**Determinación de razas.** Usando las variedades diferenciales de frijol sugeridas por Zaumeyer, se ha podido determinar que las razas existentes en el trópico son más virulentas que aquellas localizadas en las zonas templadas; tal es el caso de aislamientos de Perú, Colombia, Costa Rica, Venezuela y Guatemala.

**Identificación del CBMV en América Latina.** El uso de la microscopía electrónica permite la identificación *in situ* de varios virus en el mismo tejido afectado sin necesidad de transportar material vivo. Esta técnica ha permitido identificar el CBMV en material fijado en Brasil, Colombia, Guatemala y Perú. Este virus produce en las células inclusiones en espiral como puede observarse en la fotografía de la página 183.

**Resistencia al CBMV.** Se ensayaron las variedades existentes en el banco de gemoplasma con varias de las razas aisladas para buscar fuentes de resistencia.

Los estudios de razas indican que las variedades Michelite, Sanilac y Topcross son buenas fuentes de resistencia.

### Mosaico dorado

Este complejo de enfermedades, transmitidas por las moscas blancas *Bemisia tabaci*, constituye uno de los principales factores limitativos de la producción en el trópico, particularmente en El Salvador, Guatemala, Jamaica y Brasil.

Este complejo puede ser debido a un agente causal compuesto de varias razas o a diferentes agentes causales, pertenecientes a un mismo grupo. Más aún, hasta el presente, no se ha identificado y caracterizado el agente causal de ninguna de las enfermedades transmitidas por moscas blancas en frijol o en cualquier otro cultivo.

**Estudios de microscopía electrónica.** En colaboración con el Instituto Agronómico de Campinas, la Universidad de Brasilia, en Brasilia, y la Universidad de Hokkaido, en Japón, se han efectuado estudios de material de frijol afectado con mosaico dorado, así como de otros hospedantes. Hasta el momento, no ha sido posible en ninguna de las numerosas ultrasecciones observadas, distinguir partículas similares a virus o cuerpos parecidos a micoplasmas o rickettsias. Estas observaciones no descartan enteramente a los virus como posibles agentes causales pero sí sugieren prudencia para no clasificarlos enfáticamente como enfermedades virales.

**Resistencia al mosaico dorado.** Esta enfermedad tiene como sus principales hospedantes al frijol (*Phaseolus vulgaris*) y *Calopogonium* sp. La Universidad de Costa Rica ha ensavado más de 4.000 variedades; el CENTA, en El Salvador, 800 variedades; el ICTA, (en colaboración con el CIAT), en Guatemala, 1236 variedades; en ninguno de estos estudios se ha encontrado resistencia aceptable. Unas pocas variedades muestran tener alguna tolerancia. El vector es un insecto, la mosca blanca; el daño direc-

to de este insecto aún en poblaciones muy altas no es importante, pero es un vector muy eficiente en la transmisión de la enfermedad.

### Moteado clorótico

Esta enfermedad se presenta en la planta de frijol proveniente de algunos huéspedes alternos como son las especies *Sida*, *Rhincosia*, *Euphorbia* y *Malva*, formando parte de un solo complejo viral. Su importancia es relativa; existen algunas variedades resistentes. En el cultivo de soya, en cambio, sí tiene mucha importancia.

El moteado clorótico no ha podido ser transmitido mecánicamente, ni siquiera usando tampón fosfato 0.01 M con pH de 7 + DIECA.

### Mosaico ampollado

En El Salvador algunos técnicos han observado una enfermedad con características de daño de 2-4-D y que produce enaciones en la hoja. Este aislamiento, que es fácilmente transmisible mecánicamente, será identificado y caracterizado próximamente en cooperación con CENTA y la Universidad de El Salvador. Aparentemente se trata de una nueva enfermedad de tipo viral.

### Mosaico rugoso

El virus del mosaico rugoso del frijol es transmitido por tres especies del género *Diabrotica*. Estudios hechos en la Universidad de Costa Rica lo han identificado y caracterizado.

En cooperación con el Instituto Agronómico de Campinas y de la Universidad de Costa Rica, ha sido posible la identificación *in situ* por microscopía electrónica, lo cual facilitará su identificación en otros países. Este virus forma cristales en la célula como puede observarse en la fotografía de la página 186.

### Deformación de las hojas

Una formación anormal de las hojas, parecida a síntomas causados por virus o por herbicidas, se presenta ocasional-

mente en los terrenos del CIAT y del ICA, Palmira. Después de muchas observaciones, se ha comprobado que este daño se debe a un ácaro, que actualmente se encuentra en identificación.

### Enfermedades causadas por nematodos

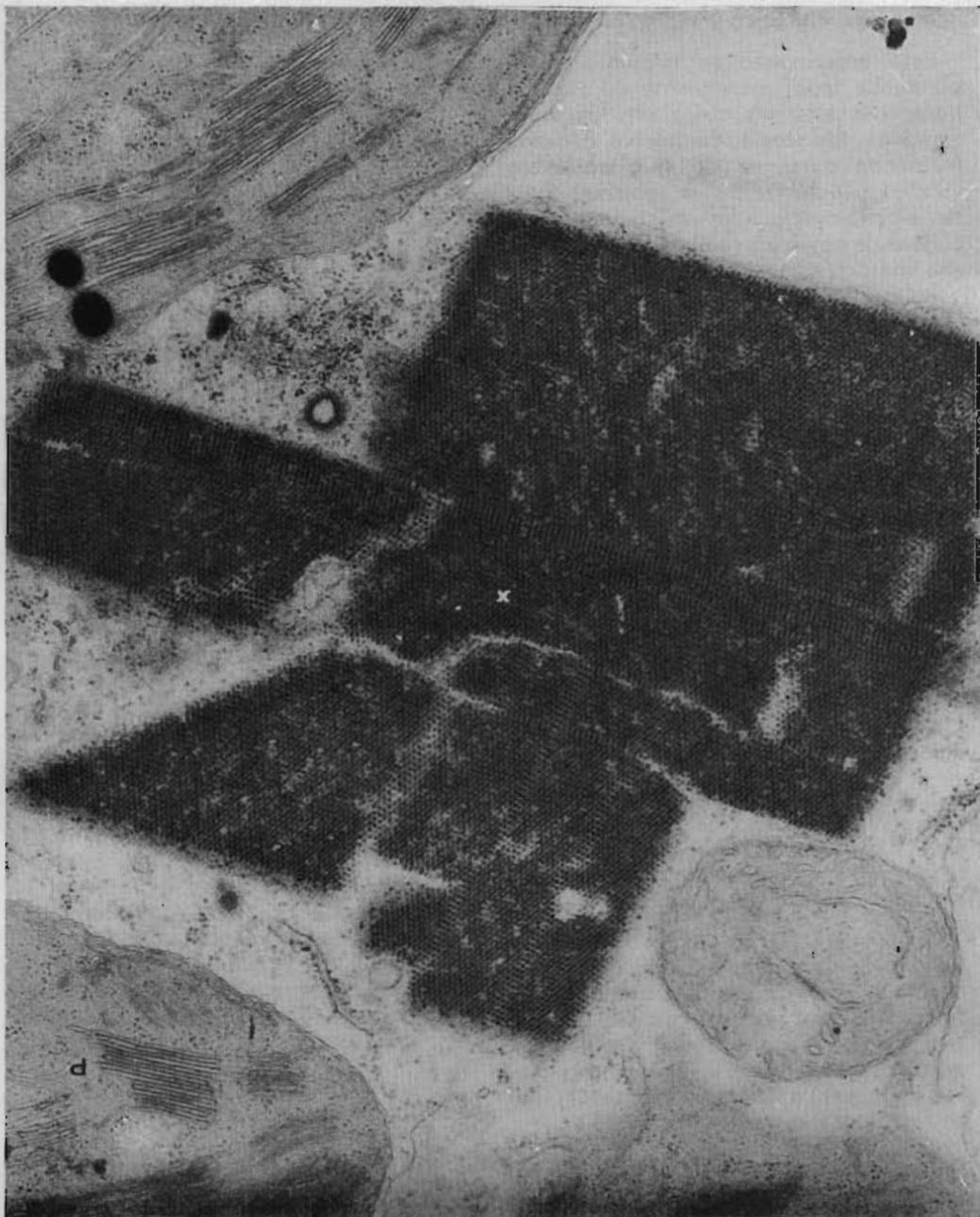
En colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, se tienen parcelas infestadas con *Meloidogyne incognita* var. *acrita*, causante del nudo radical, en las cuales, en fecha próxima, una vez que la población lo permita, se ensayarán las variedades del banco de germoplasma para observar su resistencia a este nematodo.

### Producción de semilla libre de patógenos

Cincuenta por ciento de las enfermedades importantes en frijol son transmitidas a través de la semilla, tales como el mosaico común, la antracnosis, la mancha angular, la mancha hilachosa, los marchitamientos bacteriales, etc. Las variedades comerciales locales utilizadas en América Latina, así como la mayor parte del banco de germoplasma, se encuentran afectadas por uno o más de estos organismos. Esto limita la ejecución de estudios fisiológicos, agronómicos, intercambios de semilla, formación de viveros internacionales, etc. Además, el uso de estas variedades como fuente primaria del inóculo implica una gran reducción en el rendimiento de las plantas cultivadas. Por lo tanto, la limpieza de semilla en condiciones de invernadero de las variedades comerciales locales de cada país y del banco de germoplasma, constituye el proyecto prioritario del programa de Fitopatología en relación con las leguminosas de grano comestible.

### Limpieza de semilla

Este proyecto se inició en el segundo semestre de 1973 una vez que se tuvieron facilidades de invernadero. Hasta el presente, se han "limpiado" 120 selecciones del Programa de Mejoramiento



Inclusiones celulares de cristales causadas por el virus del mosaico rugoso.

to, y 43 variedades y colecciones de Colombia, Perú, Guatemala y Estados Unidos. Estas variedades incluyen algunas usadas comercialmente y otras que poseen genes de resistencia a uno o más patógenos.

### **Aumento de semilla libre de patógenos**

De los 163 materiales que han sido "limpiados" se han multiplicado 46 colecciones y variedades siguiendo las especificaciones que se ha impuesto el CIAT.

Se ha tratado por todos los medios posibles de eliminar aquellas plantas que presentan el más ligero síntoma de enfermedad y se han hecho aplicaciones frecuentes de insecticidas, fungicidas y bactericidas para eliminar posibilidades de contaminación. Esta semilla básica será entregada a los países de origen para iniciar programas de certificación de semilla que estén reglamentados con seriedad y sobre fundamentos técnicos.

### **Zonas aptas para multiplicación de semilla libre de patógeno**

Se han buscado zonas que reúnan condiciones apropiadas para la producción de semilla. En los Estados Unidos de Norteamérica el área clásica para este propósito es el Estado de Idaho en donde hay una humedad relativa de un 35 a 40 por ciento y una lluvia de 230 mm, lo cual permite un suministro de agua por medio del riego que resulta óptimo para este propósito. Varias áreas de este Estado ofrecen condiciones excepcionales y, en vista de ello, se dedican única y exclusivamente a producción de semilla certificada.

En América Latina quizás no sea posible conseguir áreas con estas características óptimas pero es muy posible que se puedan hallar zonas que reúnan mejores condiciones que las que prevalecen en aquellas áreas que actualmente se están utilizando para tal propósito. Por ejemplo, se lograría un gran

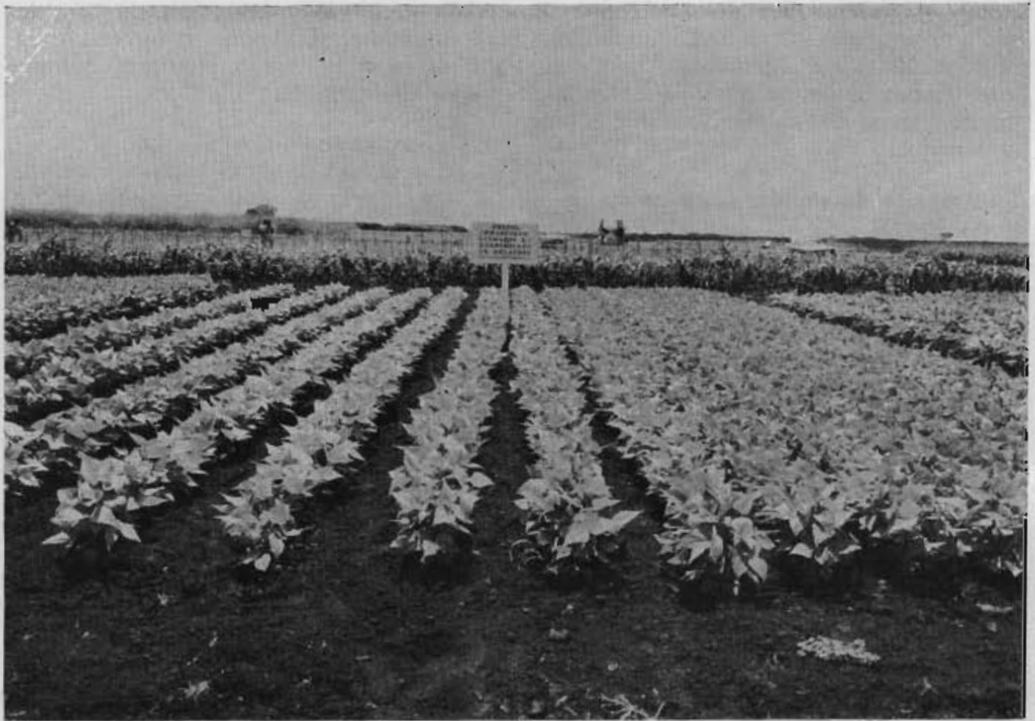
adelanto en la producción de semilla certificada si se hiciera en terrenos que no estén próximos a siembras comerciales del cultivo.

De los varios sitios que han sido visitados se han seleccionado algunos para hacer ensayos sobre producción de semilla, entre ellos: en Colombia, en colaboración con el ICA, una zona al norte de la ciudad de Valledupar, en el Departamento del Cesar, en donde la humedad relativa es de un 60 a 70 por ciento y con una lluvia de 400 mm; en Perú, en colaboración con la Estación Experimental de la Molina, una zona en el Departamento de Ica, cerca a la ciudad de Pisco, en donde la humedad relativa es de un 80 a 90 por ciento y la lluvia es mínima; en Guatemala, en colaboración con el ICTA, en el Valle de San Jerónimo, con una humedad relativa de 70 a 80 por ciento y unos 500 mm de lluvia; y en Brasil, en colaboración con el Instituto Agronómico de Campinas o la Universidad de Brasilia, en el Valle de San Francisco, en donde hay una humedad relativa de 60 a 70 por ciento y unos 400 mm de lluvia. En el Valle de San Jerónimo, el ICTA ha destinado la mayoría de los terrenos de su estación experimental a este propósito.

### **Estudios epifitóticos**

#### **Rendimiento de frijol en relación con la densidad de población e incidencia de enfermedades**

Uno de los procedimientos para aumentar rendimientos podría ser el aumentar el número de plantas por unidad de superficie; sin embargo, ello también incide en la formación de microclimas, los cuales, especialmente en el trópico, favorecen el desarrollo de algunas enfermedades como la roya, el marchitamiento bacterial, la mancha hilacha, etc. Con el fin de estudiar esta incidencia, se sembraron experimentos con el diseño de "surcos paralelos" de acuerdo con Bleasdale, en el cual las distancias entre surcos variaron de 18 a 95 cm y la distancia entre plantas de 4 a 20



Diseño de siembra en surcos paralelos para estudiar diferentes poblaciones de plantas (de 60.000 a 1.500.000 por hectárea) y establecer su relación con la intensidad de la incidencia de las enfermedades.

cm, las que corresponden a poblaciones que fluctuaron entre 60.000 y 1.500.000 plantas por hectárea.

Las variedades ICA-Gualí, ICA-Tui, ICA-Duva y Jamapa se sembraron en parcelas alternas, una protegida con fungicidas y la otra sin ninguna protección. No hubo una alta incidencia de enfermedades. Al hacer la evaluación se cosecharon igual número de plantas por surco. Se encontró que la respuesta de cada variedad a la densidad de población fue diferente. A pesar de la baja infección de roya y de marchitamiento bacteriano en las parcelas protegidas, se obtuvieron mayores rendimientos particularmente con altas densidades, en aquellas variedades más susceptibles como ICA-Gualí e ICA-Duva, lo cual coincide con la coloración roja del grano, en comparación con las de grano negro ICA-Tui y Jamapa, las cuales fueron

más resistentes. Sin embargo, en estas últimas hubo también consistente aumento de roya y bacteriosis en la parcela protegida.

#### **Defoliación artificial para estimar pérdidas por enfermedades u otros factores**

##### **Diferentes porcentajes de defoliación vs. época de defoliación**

Las plantas de las parcelas experimentales fueron defoliadas con tijeras, suprimiendo el 10, 20, 40, 60 y 80 por ciento del área foliar; el corte se hizo por hoja y se dejó un testigo absoluto. Estos cortes de la hoja que fueron hechos en varias direcciones, se efectuaron a los 15, 30, 45 y 60 días de desarrollo del frijol a partir de la emergencia, lo cual corresponde en cada caso al estado de tres primeras hojas trifoliadas, iniciación de la floración, llenado de vainas

**Cuadro 3. Producciones de frijol y reducción en los rendimientos de la variedad ICA-Gualí, debidas a cinco tratamientos de defoliación en cuatro estados de desarrollo (CIAT, 1973A)**

Edad	Porcentaje de defoliación	Kilogramo por hectárea	Porcentaje de reducción de rendimiento
15 días	10	1790	5.9
	20	1583	16.8
	40	1652	13.2
	60	1561	17.9
	80	1605	15.7
	Testigo	1902	
30 días	10	1728	14.4
	20	1735	14.1
	40	1666	17.3
	60	1623	19.6
	80	1424	29.4
	Testigo	2018	
45 días	10	1822	4.4
	20	1796	6.3
	40	1478	22.5
	60	1463	23.3
	80	1152	39.5
	Testigo	1905	
60 días	10	1830	10.8
	20	2076	+ 1.2
	40	1942	5.3
	60	1579	13.0
	80	2050	0.1
	Testigo	2051	

e iniciación de la madurez fisiológica de la planta, respectivamente. Se escogió la variedad ICA-Gualí, de crecimiento determinado, y de hoja grande, que facilita la labor de defoliación. En el Cuadro 3 se observa claramente que las épocas críticas por el efecto de defoliación son a la iniciación de la floración, y durante la formación de vainas, observándose reducciones en el rendimiento de 29.4 y 39.5 por ciento respectivamente con un 80 por ciento de defoliación. Cuando el tratamiento se hace a los 15 días de edad, la planta se recupera notablemente y las pérdidas se reducen a 15.7 por ciento. A los 60 días, las pérdidas son casi nulas.

#### **Defoliación artificial, a dos niveles de la planta**

Algunas de las enfermedades foliares se localizan principalmente en la parte baja de la planta, favorecidas por las condiciones de alta humedad relativa. La defoliación se hizo con tijeras, hoja por hoja, suprimiendo el 30 y el 60 por ciento del área foliar, a dos niveles de la planta: alto y bajo, considerados al dividir transversalmente las dos partes

**Cuadro 4. Producciones de frijol y reducción en rendimiento de la variedad ICA-Gualí debidas a dos tratamientos de defoliación, en dos niveles de la planta y en tres estados de desarrollo de la planta (CIAT, 1973A)**

Edad	Nivel defoliado	Porcentaje de defoliación	Rendimiento (kg/ha)	Reducción en rendimiento (porcentaje)
20 días	Alto	30	1608	7.2
		60	1337	22.8
		Testigo	1732	
	Bajo	30	1521	1.9
		60	1496	3.6
		Testigo	1551	
40 días	Alto	30	1206	22.9
		60	1101	29.4
		Testigo	1564	
	Bajo	30	1664	1.0
		60	1645	2.1
		Testigo	1680	
60 días	Alto	30	1677	+ 0.8
		60	1685	+ 1.3
		Testigo	1664	
	Bajo	30	1431	4.8
		60	1395	7.2
		Testigo	1503	

iguales. Estos tratamientos se hicieron con la variedad ICA-Gualí, a los 20, 40 y 60 días de desarrollo del frijol, a partir de la emergencia.

En el cuadro 4 se observan pérdidas elevadas en los tratamientos con defoliaciones de la parte alta de la planta, no así en las correspondientes a la parte baja. A los 20 días, una defoliación del 60 por ciento causa un 22.8 por ciento de reducción, y a los 40 días el mismo tratamiento disminuye en un 29.4 por ciento de los rendimientos. Nuevamente, las defoliaciones hechas a los 60 días, en lugar de causar pérdidas, en algunos casos, aumentan los rendimientos.

#### Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares

Con el fin de obtener información al día sobre la eficiencia de nuevos productos químicos protectores y sistémicos, se ha establecido un experimento de evaluación de fungicidas y bactericidas con el objetivo principal de lograr el control de la roya y el marchitamiento bacterial común. Los primeros resultados no fueron satisfactorios debido a la baja infección ocurrida en el campo, así como por la variabilidad observada entre las cuatro replicaciones. Esto indica la necesidad de desarrollar un diseño experimental que sea adecuado para esta clase de evaluaciones.

#### Evaluación de enfermedades en el material de los campos de fitomejoramiento

##### Sede del CIAT, en Palmira

Se observaron 3.792 colecciones que fueron evaluadas con relación a su resistencia al marchitamiento bacterial común y a *Oidium*, siendo estas las dos enfermedades que tuvieron mayor incidencia.

Se encontraron 58 colecciones con resistencia a *Xanthomonas* y 156 a *Erysiphe*.

##### La Selva, Rionegro

En las 200 colecciones se tomaron notas de campo sobre resistencia a *Alter-*

*naia* sp., la única enfermedad que se presentó en forma epifitótica. De ellas, 11 mostraron resistencia.

##### Turipaná, Montería

*Thanatephorus cucumeris* se presentó epifitóticamente en las 1.427 colecciones.

De ellas, 20 mostraron resistencia a la mancha hilachoza. Este lugar es ideal para hacer selecciones rigurosas tendientes a evaluar variedades con respecto a este patógeno.

##### Las Monjas, Guatemala (ICTA)

Hubo una epifitotia de mosaico dorado. Ninguna de las colecciones del CIAT, Puerto Rico, Guatemala y del vivero que mantiene el PCCMCA \* mostró resistencia a este complejo. De 1.500 colecciones sembradas, unas 50 de ellas mostraron tolerancia, en especial, Turrialba 1 y Porrillo 70.

## ENTOMOLOGÍA

En la literatura sobre el frijol aparecen 208 especies de insectos que en América Latina atacan este cultivo; de ellas solamente unas pocas son importantes comercialmente. En orden de importancia son probablemente: *Empoasca kraemeri*, ácaros, crisomélidos (*Diabrotica* sp., *Ceratoma* sp., etc.), gusanos comedores de hojas (*Estigmene acrea*, *Hedylepta indicata*, *Trichoplusia ni*, etc.), trozadores (principalmente *Spodoptera frugiperda*, *Feltia* sp.) y el tinguído *Gargaphia sanchezi*. La mosca blanca, como vector de enfermedades virosas, y el picudo de la vaina *Apion godmani* son de considerable importancia local, por ejemplo, en América Central. Los áfidos y Diabroticas también transmiten enfermedades virosas que son de importancia.

Para determinar cuáles son las plagas más importantes del frijol y cómo fluctúan sus poblaciones, se sembraron parcelas cada 15 días y se tomaron muestras de las plagas insectiles cada 10

\* PCCMCA = Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios.

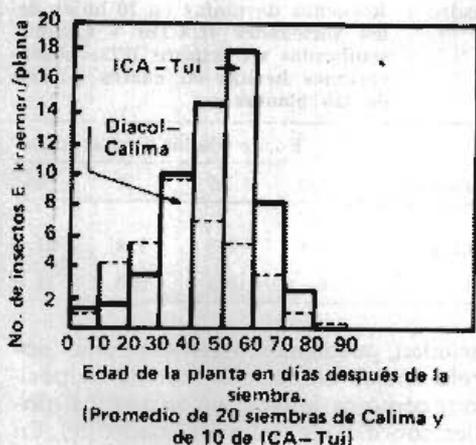


Figura 6 Niveles de población de *Empoasca kraemeri* en las variedades de frijol Calima e ICA-Tui.

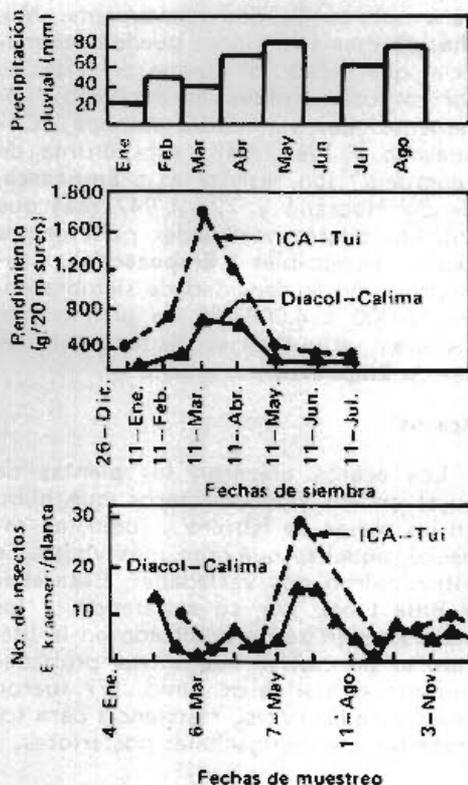


Figura 7. Poblaciones de *Empoasca kraemeri* en plantas de las variedades de frijol ICA-Tui y Diacol Calima.

días durante un año. Las variedades Diacol, Calima e ICA-Tui fueron sembradas en fechas alternas con otras 13 variedades comerciales. Se incluyeron cuatro cultivares pubescentes.

### Empoasca kraemeri

Definitivamente, la plaga más importante en los campos del CIAT, fue *Empoasca kraemeri*. Su daño se presenta como un amarillamiento y encrespamiento de las márgenes de la hoja, achaparramiento, secamiento temprano y, en casos extremos, no se obtiene producción. Las variedades comerciales Calima y Guali (frijoles rojos) se mostraron susceptibles y el ICA-Tui y Jamapa (frijoles negros) fueron tolerantes al ataque del "Lorito verde". El desarrollo de las poblaciones sobre Calima e ICA-Tui aparece en la Figura 6. La población es mayor en Calima, 30 a 40 días después de plantada, pero luego decrece de acuerdo con el daño del tejido de la planta. En la variedad tolerante ICA-Tui el nivel máximo de la población llega 50 - 60 días después de plantada, y es casi dos veces mayor que el máximo alcanzado en Calima. En plantas jóvenes, la población de "Lorito verde" es mayor en Calima. A pesar de que el frijol Calima es preferido, la susceptibilidad de la variedad lo convierte en un huésped menos deseable en estados de desarrollo.

La población de "Lorito verde" en plantas de ICA-Tui y Calima que tienen 40 días de edad varía similarmente, con una mayor incidencia desde el comienzo de mayo hasta la última mitad de julio, que es el fin de la estación húmeda (Figura 7).

La producción de frijol varía notoriamente con la fecha de siembra. Las máximas producciones sin protección de insecticida se obtienen en las siembras hechas entre febrero 11 y mayo 11. Por consiguiente, los agricultores tienen solamente un mes para sembrar los frijoles en el primer semestre del año y esperar máximas producciones. ICA-Tui, que es tolerante a *Empoasca*, tuvo mejor producción que Calima, especialmente en la época óptima de siembra. Con

protección de insecticida, Calima tuvo un rendimiento mayor que ICA-Tui en el ensayo sembrado en abril. Aparentemente, la resistencia de ICA-Tui es suficientemente fuerte en la época húmeda bajo condiciones de baja población de **Empoasca**, pero no es suficiente para proteger las plantas durante la época seca. Las poblaciones altas de **Empoasca** y la época seca traen como consecuencia bajas producciones de frijol (Figura 7). En consecuencia, es evidente la importancia económica de la plaga "Lorito verde" y la relación entre la población de insectos y la producción de las plantas.

Las producciones máximas se obtuvieron de siembras hechas en marzo 13 cuando la población de **Empoasca** era baja durante los primeros estados de crecimiento de los frijoles. En siembras de mayo 11 las poblaciones de "Lorito verde" fueron altas en este período y las producciones fueron bajas. Los primeros estados de crecimiento parecen ser el tiempo más crucial para la protección contra **Empoasca** (Figura 8).

Se está comenzando a investigar el tipo de resistencia de ICA-Tui; además de las altas poblaciones toleradas por esta

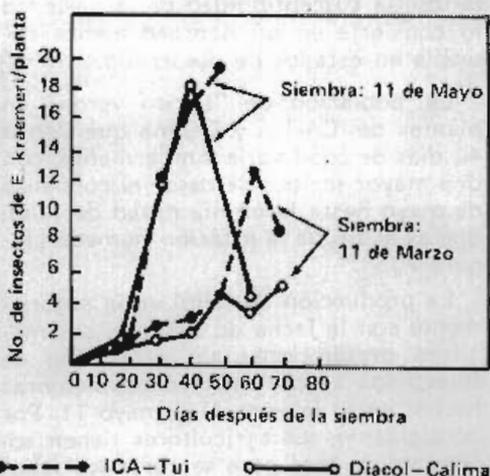


Figura 8. Fluctuación en las poblaciones de *Empoasca kraemeri* en las variedades de frijol ICA-Tui (resistente) y Calima (susceptible), en diferentes fechas de siembra.

Cuadro 5. Recuento de ninfas en 10 hojas de las variedades ICA-Tui y Calima, sembradas en octubre 1973; observaciones hechas en cuatro edades de las plantas

Variedades	Edades de las plantas (días)			
	17	27	37	46
Calima	0.6	1.6	7.4	21.8
Tui	0	0.4	5.0	11.0

variedad, puede existir también una "no-preferencia" en relación con la oviposición, como se aprecia en recuentos ninfales sobre Tui y Calima (Cuadro 5). En una búsqueda para encontrar niveles más altos de resistencia al daño causado por **Empoasca** que los de ICA-Tui, se hizo una evaluación de 1.638 selecciones, de las cuales 472 fueron escogidas para ser sembradas nuevamente. Muchas de esas selecciones pueden ser material que escapó al ataque del insecto, por lo cual es necesario probarlo nuevamente. Las variedades Jamapa, ICA-Huasanó y 12e 1-947 (esta última de Venezuela) son resistentes a **Empoasca**, siendo Huasanó y 12e 1-947 más que Tui. Las cuatro variedades pubescentes fueron susceptibles a **Empoasca**. Las variaciones en la densidad de siembra entre 16.000 a 4.000.000 de plantas por hectárea influyeron sobre las poblaciones de **Empoasca** por planta.

#### Acaros

Los ácaros atacaron las plantas de frijol en los periodos secos que hubo en los meses de febrero y junio, en especial, aquellas que eran más viejas. Se introdujeron dos variedades, Eskaseher y Blue Lake, por su resistencia a los ácaros según se ha publicado en la literatura. De casi 1.500 líneas probadas durante el ataque de junio, 177 fueron seleccionadas por su resistencia para someterlas a investigaciones posteriores.

Otra especie de ácaro, *Polyphagotarsonemus* (= *Tarsonemus*) *latus* (familia *Tarsonemidae*) fue observada en plantas de frijol produciendo un bron-

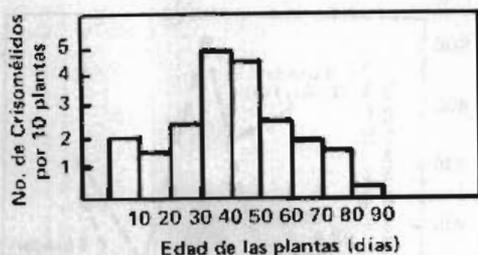


Figura 9. Número de promedio de Crisomélidos, especialmente *Diabrotica balteata*, en diferentes edades de las plantas (variedad Calima); promedio de 21 siembras.

ceado en el envés de las hojas superiores, las cuales se encogen y sus márgenes se enrollan. Esta plaga ataca también las plantas de algodón, higuera, papaya, etc.

### Crisomélidos

La población de crisomélidos, principalmente *Diabrotica balteata* y *Ceratoma* sp., fluctúa a través del año sin que se presente un pico en la población. Esta fue más alta en plantas con 30 - 50 días de edad. Como la población en las plantas jóvenes permanece constante hasta alrededor de un mes después de la siembra (Figura 9), el daño más intenso se presenta inmediatamente después de la germinación. En las vainas no se observó ningún daño.

### Ensayos con insecticidas

Como una solución a corto plazo para el problema de combatir los insectos se probaron varios insecticidas en ensayos establecidos en épocas húmeda y seca. Los ensayos de la época húmeda fueron sembrados en marzo. Se hicieron tres aplicaciones de insecticidas: una al momento de la siembra (para el combate de los trozadores) y dos con intervalo de un mes. No se observó daño de trozadores siendo el **Empoasca** la plaga más importante. Se obtuvieron altas producciones aplicando Diostop, Lebaycid y Metil Parathion. Sin embargo, las poblaciones de "Lorito verde" no fueron las más bajas en esos tratamientos. Las poblaciones menores se obtuvieron con

tratamientos de Furadan; sin embargo la producción de semilla fue comparativamente más baja. Las aplicaciones foliares dieron producciones más altas que las obtenidas con insecticidas sistémicos aplicados al suelo.

El segundo ensayo fue sembrado en la época seca. Se hicieron cuatro aplicaciones: una al momento de la siembra, otra a los 14 días con un insecticida foliar, y 30 y 60 días después de la siembra tanto para los lotes tratados con insecticida foliar como para los tratados con insecticida sistémico aplicado al suelo.

En este segundo ensayo, Taron, Diostop, Lebaycid, Fundal y Azodrin dieron las más altas producciones. Se presentó una correlación negativa entre la producción de frijol y las poblaciones de **Empoasca**, excepto para el producto Fundal. Los insecticidas sistémicos aplicados al suelo dieron producciones más bajas que los aplicados en forma foliar. Las aplicaciones de Taron y Azodrin retardaron la cosecha por casi dos semanas. Los ensayos que se hagan en el futuro deberán dar énfasis a la época de aplicación y dosificación de Diostop, Lebaycid, Bidrin y Sevin, todos ellos insecticidas foliares con menor toxicidad que Taron y Azodrin. También los insecticidas sistémicos aplicados al suelo deberán evaluarse posteriormente.

### Formas de aplicación del Furadan

Los insecticidas sistémicos aplicados al suelo son considerados como un método relativamente seguro de control de plagas insectíles. En vista de que las producciones de frijol obtenidas después de haber aplicado insecticidas al suelo fueron inferiores a las que corresponden a aplicaciones de insecticidas foliares, se decidió estudiar la forma de mejorar la eficiencia del Furadan, un insecticida que es disponible comercialmente. Se hicieron aplicaciones de 30 kg/ha al momento de la siembra y 30 días después, esparciendo el producto al voleo e incorporándolo al suelo, o bien, por aplicación en banda al lado de las plantas; en

este caso, se cubrió el insecticida con el suelo. La aplicación en banda produjo un incremento en la producción pero los resultados no fueron significativamente diferentes a causa de la variabilidad de las parcelas y a la salinidad del suelo.

La semilla revestida con Furadan es la forma más fácil de combatir químicamente las plagas insectiles. En un ensayo se hizo un revestimiento de semillas de la variedad Calima con Furadan, polvo mojable (75%), a razón de 800 g de i.a./ha. Se incluyó un testigo y además un tratamiento a razón de 30 kg/ha. (3%) aplicado al suelo al momento de la siembra. La semilla revestida con Furadan tuvo una germinación baja. El control de los trozadores por este sistema es deficiente. Por causa de la mala germinación no se tomaron datos de cosecha en las parcelas experimentales.

Furadan, un insecticida carbamato, se descompone más rápidamente en suelos alcalinos que en suelos ácidos; por esto se hacen necesarias aplicaciones más frecuentes bajo condiciones de pH altos. Para aumentar el efecto del Furadan, se aplicó superfosfato triple a razón de 15 kg  $P_2O_5$  por ha. Se aplicó Furadan en banda o en revestimiento de la semilla. El fosfato no incrementó la producción de frijol ni la efectividad del insecticida. El Furadan aplicado en el revestimiento de la semilla dio como resultado una alta producción por planta. Esto fue a causa de la menor competencia, como resultado de la baja germinación. Las producciones por hectárea fueron extremadamente bajas debido a las condiciones del suelo. Los experimentos continúan con aplicaciones de azufre, en materias, para reducir sustancialmente el pH del suelo.

### Resistencia varietal y control químico

La resistencia de ICA-Tui a *Empoasca kraemeri* no es suficientemente alta para eliminar el uso de insecticidas en la estación seca. Con dos aplicaciones de 25 kg de Furadan 3% por ha (al momento de la siembra y 30 días después),

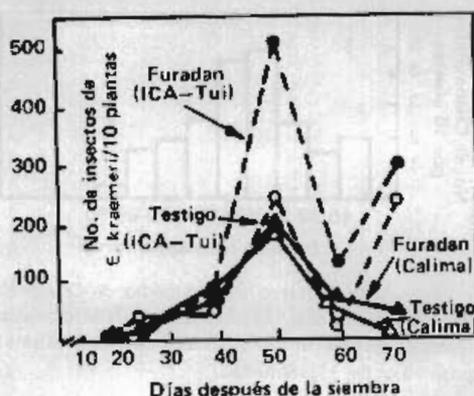


Figura 10. Poblaciones de *E. kraemeri* (por 10 plantas) en dos variedades de frijol.

se obtuvieron las siguientes producciones con Tui, Jamapa y Calima.

Rendimiento (g por surco de 10 m tratado con insecticida)

Variiedad	Testigo	Dos aplicaciones de Furadan
Tui	715	1549
Calima	72	819
Jamapa	307	956

Con dos aplicaciones de Furadan, la producción de Calima es semejante a la de Tui sin protección de insecticida. La población de *Empoasca* (Figura 10), para Tui y Calima fue más alta bajo protección con Furadan que en el testigo, debido al incremento en el vigor de la planta. La población sobre Tui sin protección fue cerca del doble que la de Calima con tratamiento.

En vista de la resistencia de Tui al *Empoasca*, se puede pensar que la frecuencia de aplicación de Furadan (3 por ciento granular, 25 kg/ha), podría ser más baja en Tui que en Calima. Por tal razón, se aplicó Furadan al momento de la siembra y se repitió la aplicación con intervalos de 20 ó 40 días en las dos variedades. No obstante que las poblaciones del insecto guardaron relación con la frecuente aplicación de los insecticidas, la producción obtenida en las parcelas no lo estuvo. Las plantas produjeron mucho follaje, produciéndose volcamiento e impidiendo una correcta

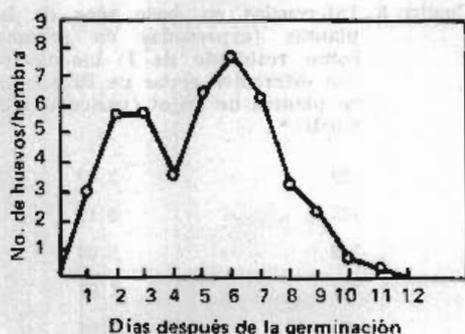


Figura 11. Curva de oviposición en *Zabrotes subfasciatus*.

interpretación, especialmente para Tui. Asimismo, aparentemente, las aplicaciones cada 40 días en la época lluviosa, fueron suficientes para la variedad Calima.

#### Insectos en el frijol almacenado

La plaga más importante que ataca los granos de frijol almacenado es *Zabrotes subfasciatus*. Los adultos ponen huevos sobre las semillas y les colocan una cubierta protectora. Los huevos son puestos a corto tiempo después de la emergencia de los adultos hasta los 9 días, con un promedio cercano a 46 por hembra (Figura 11).

Se trató de encontrar medios de control por selección para resistencia y por aplicación de métodos químicos y no químicos. Para desarrollar un método de selección para resistencia, se colocaron cinco hembras y cinco machos sobre 25 ó 50 semillas de Tui y Calima,

con cinco replicaciones. Sin embargo, emergió un número igual de huevos y de adultos, indicando que cinco machos y cinco hembras, por 25 semillas de replicación, son suficientes, aun cuando el porcentaje de huevos que llegaron a adultos fue solamente el 29 por ciento (Cuadro 6).

De 46 variedades probadas, el número de huevos por replicación varió de 63.6 a 251.2, con una media de 143.0 en Calima (125.4 huevos) y en Tui (149.8 huevos). Hubo una correlación negativa significativa ( $r = -0.62$ ) entre el número de huevos y el porcentaje de huevos que llegan a adultos.

Se pueden preservar pequeñas muestras de frijol en almacenamiento a temperaturas menores que 0°C. Las semillas de Calima almacenadas a -15°C por 0, 1, 3 y 10 días, germinaron 87, 96, 89 y 99 por ciento respectivamente. La influencia de las condiciones de almacenamiento de la semilla (temperatura alrededor 5°C.) está siendo ensayada sobre adultos, huevos, larvas y pupas de *Zabrotes*. La longevidad de los adultos se incrementa con unos pocos días de almacenamiento a 5°C., pero con 15 días la mortalidad es comparable a la de 15 días en el cuarto frío. También se está usando *Zabrotes subfasciatus* como un bioensayo para determinar residuos de insecticidas en los granos de frijol.

#### MICROBIOLOGIA

La nodulación y la fijación de nitrógeno por las leguminosas dependen tan-

Cuadro 6. Número de huevos y adultos resultantes en 25 ó 50 semillas de las variedades Tui y Calima en las que se colocaron cinco machos y cinco hembras del insecto *Zabrotes subfasciatus* (promedios obtenidos de cinco replicaciones)

Variedad	Número de semillas por repetición	Número de huevos por repetición y por hembra (promedio)	Número de adultos que emergieron por replicación (promedio)	Huevos que desarrollaron en adultos (porcentaje)
Calima	25	42.6	12.4	29.1
	50	38.9	11.1	28.8
Tui	25	36.5	10.6	29.0
	50	46.2	14.4	29.3

Cuadro 7. Efectividad de diferentes cepas de *Rhizobium* en plantas de *Phaseolus vulgaris* (ensayos hechos en 1972-1973)

Efectividad de las cepas	Peso seco/planta	Peso de los nódulos/planta
	(g)	(mg)
10 cepas más efectivas	1.76	127.9
10 cepas menos efectivas	0.91	88.9

to del inóculo natural o introducido como del **status** del nitrógeno del suelo. Los trabajos iniciales que ha hecho el CIAT se han concentrado en la recolección y evaluación de las diferentes cepas, a través de las variedades de frijol, para su uso potencial como inoculantes. Se han evaluado factores como suelo, clima y otros que afectan la nodulación en frijol y, además, el patrón de nodulación en diferentes tipos de sistemas radicales en *P. vulgaris*.

#### Aislamiento y selección de cepas

Las pruebas iniciales que se hicieron con 110 aislamientos de *Rhizobium* de *P. vulgaris* fueron concluidas en 1973. Se usaron frascos Leonard conteniendo perlita y la variedad de frijol ICA-Tui como hospedante. Las diferencias encontradas entre cepas en cuanto a peso seco de nódulos y plantas, aparecen en el Cuadro 7. Como se esperaba, hubo una fuerte correlación entre peso seco de nódulos y peso seco de plantas

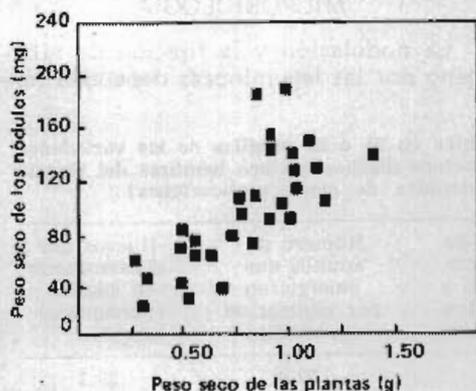


Figura 12. Correlación entre el peso seco de las plantas y el peso seco de los nódulos en *Phaseolus vulgaris*

Cuadro 8. Diferencias en peso seco de las plantas (expresadas en gramos) como resultado de la inoculación con diferentes cepas de *Rhizobium* en plantas de frijol (variedad ICA-Gualí) \*

139	=	2.29
145	=	2.19
148	=	2.06
134	=	1.97
95	=	1.96
114	=	1.96
129	=	1.95
113	=	1.91
122	=	1.90
143	=	1.88
125	=	1.88
252	=	1.83
257	=	1.83
251	=	1.78
123	=	1.78
350	=	1.73
161	=	1.69
147	=	1.64
160	=	1.59
255	=	1.54
115	=	1.51
119	=	1.35
T	=	1.38

\* Los tratamientos conectados con la misma línea no son estadísticamente diferentes al nivel de 0.01%.

(Figura 12). Se probaron nuevamente 25 de los aislamientos más efectivos usando otras variedades, incluyendo ICA-Gualí, Cargamanto y Duva. Se observó que había otras diferencias entre cepas en cuanto a su eficiencia como fijadoras de nitrógeno además de las anteriormente conocidas (Cuadro 8), así como también una notoria interacción entre cepa/variedad (Cuadro 9). La especificidad de las cepas debe ser considerada en futuras selecciones varietales.

Cuadro 9. Respuesta de dos variedades de *Phaseolus vulgaris* a la inoculación

(Clasificación de 1 a 12 basada en el peso seco de las plantas)

Cepa No.	Gualí	Cargamanto
139	1	12
145	2	5
148	3	6
134	4	9
95	5	7
114	6	4
129	7	10
113	8	8
122	9	11
143	10	3
160	11	2
255	12	1

En la actualidad se están probando bajo condiciones de campo en Popayán y Medellín, Colombia, 10 aislamientos seleccionados por su eficiencia con una amplia gama de cultivares.

También se ha probado la efectividad simbiótica de 31 cepas de *Rhizobium* de *Glycine max* y es evidente la interacción cepa/variedad (Cuadro 10).

#### Factores que afectan la nodulación de *Phaseolus vulgaris*

##### Acidez del suelo

Muchos suelos tropicales virtualmente no tienen rizobios capaces de nodu-

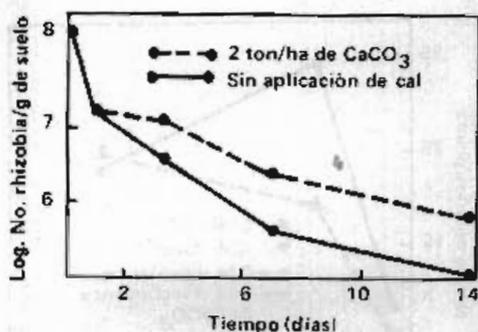


Figura 13. Efecto de la cal agrícola sobre la supervivencia de *R. phaseoli*, cepa 57, en suelo de Carimagua.

lar en las raíces de *Phaseolus vulgaris*, por lo cual las plantas dependen exclusivamente de la inoculación para la formación de nódulos. En suelos ácidos, como los que predominan en los Llanos Orientales, el rizobio inoculado muere rápidamente, como puede observarse en la Figura 13. Para minimizar este efecto conviene usar inoculantes cuyo medio orgánico de conservación sea la turba y que las semillas sean recubiertas con cal. Estas prácticas que han probado ser efectivas para otras plantas leguminosas forrajeras como trébol y alfalfa (ver texto en el capítulo sobre Sistemas de Producción de Ganado de Carne en este informe) también han sido satisfactorias en el caso del frijol. Sin embargo hay evidencia de que algunas cepas y variedades

Cuadro 10. Influencia de cuatro variedades de frijol soya y de cinco cepas de *Rhizobium* en el rendimiento en el cultivo de soya (expresado en gramos/planta) \*

Variedad	Sin inoculante	Cepas					Subtotales por variedad
		1	3	4	51	90	
Mandarin	11.9	19.93	17.72	20.32	15.31	16.11	101.29
Pelikan	11.7	18.03	21.3	18.69	12.99	22.06	104.78
Americana	16.89	18.80	18.96	20.26	14.31	20.68	109.90
Lili	9.04	16.49	18.97	25.81	27.02	15.70	113.03
Subtotales por cepa	49.53	73.25	76.96	85.06	69.63	74.55	

\* Promedio de 20 plantas.

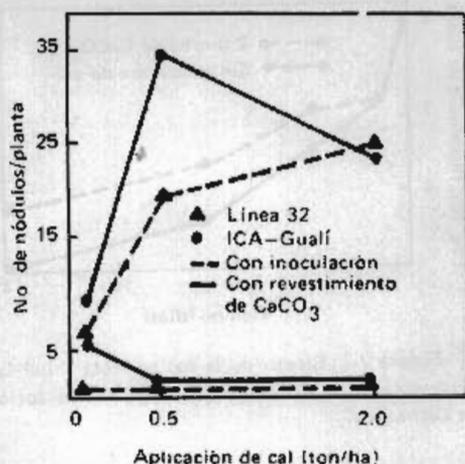


Figura 14 Efecto de la inoculación de la semilla, y variedades de frijol sobre el número de nódulos por planta en suelo de Carimagua

tienen tolerancia a estas condiciones ácidas. En la Figura 14 aparece un ejemplo. Debido a la importancia obvia de estas diferencias, este aspecto del programa debe intensificarse en 1974.

### Temperatura

Estudios hechos durante 1973 en camas de cultivo con temperatura controlada, muestran que hay un óptimo para la nodulación; en la mayoría de las variedades, está entre 28 y 32°C. Debido a que en el Valle del Cauca la temperatura del suelo comúnmente excede este nivel, sería valioso hacer un experimento preliminar para determinar si la humedad aumenta el nivel de nodulación. Los resultados indican que es necesario o bien un inoculante de gran calidad o un elevado nivel de inoculación. Se hizo nuevamente evidente la habilidad de la cepa CIAT-57 para formar pocos nódulos pero de mayor tamaño (ver Informe Anual del CIAT, 1972).

### Influencia de fungicidas e insecticidas

Hay suficiente evidencia de que en *Phaseolus vulgaris* los insecticidas, her-

bicidas y fungicidas aplicados al suelo no inhiben la nodulación. Sin embargo, hay dos casos en los cuales la aplicación de pesticidas puede afectar la nodulación.

1. En las siembras de frijol y de soya que se hacen en Colombia, una gran parte de la semilla es tratada previamente con insecticidas y fungicidas. Los pesticidas más comúnmente usados en este proceso son Malathion y Arasan y ambos limitan la supervivencia de las bacterias fijadoras de nitrógeno, como puede observarse en la Figura 15.

2. Los insecticidas o fungicidas sistémicos, por ejemplo el Furadán, se pueden acumular en los tejidos vegetales hasta el punto de inhibir el desarrollo del nódulo. Esta posibilidad está siendo investigada en colaboración con el grupo de entomólogos del CIAT; los resultados preliminares no muestran aún efecto depresivo en la nodulación.

### Estudios nutricionales con *Phaseolus vulgaris*

Los estudios de nodulación en el campo fueron iniciados en Popayán en

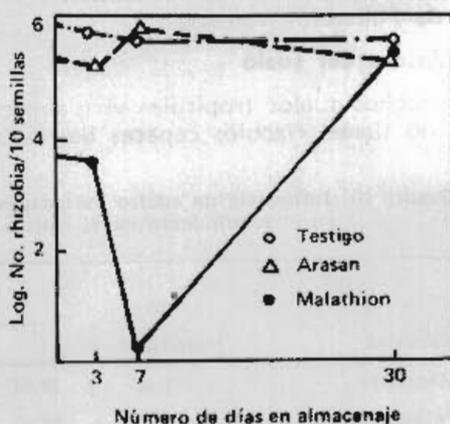


Figura 15. Supervivencia de *R. phaseoli* cepa CIAT 57, en semilla de frijol inoculada y tratada con insecticida, bajo condiciones de almacenaje (El recuento de rhizobia fue hecho tres horas después de haber inoculado las semillas).

1973; en ellos se presentaron diversos problemas nutricionales que afectaron tanto el crecimiento de la planta como la fijación de nitrógeno. Los análisis foliares de plantas que habían recibido casi dos toneladas de roca fosfórica dieron solo un 0.18 por ciento de P. Las plantas que no recibieron fertilización también podrían ser deficientes en zinc, cobre, boro y magnesio. Para resolver estos problemas en suelos de alto contenido de materia orgánica, se comenzó a estudiar el efecto que tiene la fuente, la cantidad y colocación del fósforo y del cobre, en el crecimiento, nodulación y fijación de nitrógeno en el frijol. La Figura 16 muestra la mayor nodulación y las diferencias en crecimiento observadas en plantas fertilizadas con superfosfato y con roca fosfórica. Esta observación enfatiza la necesidad de estudiar los hongos que producen las endomicorrizas, como se sugiere en la página 21 (ver texto sobre Ganado de Carne).

#### Estudios de las características de nodulación de *Phaseolus vulgaris*

En 1973 se continuaron los estudios sobre la diferencia en nodulación entre

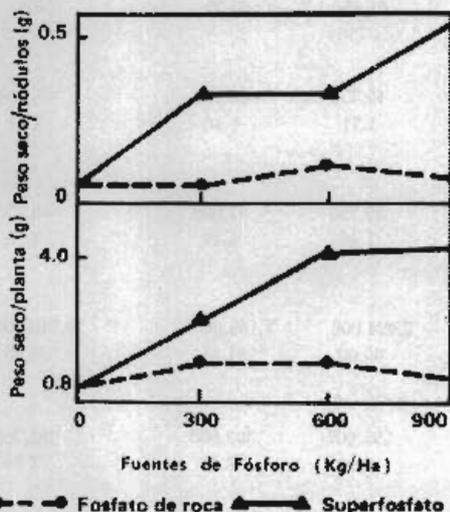
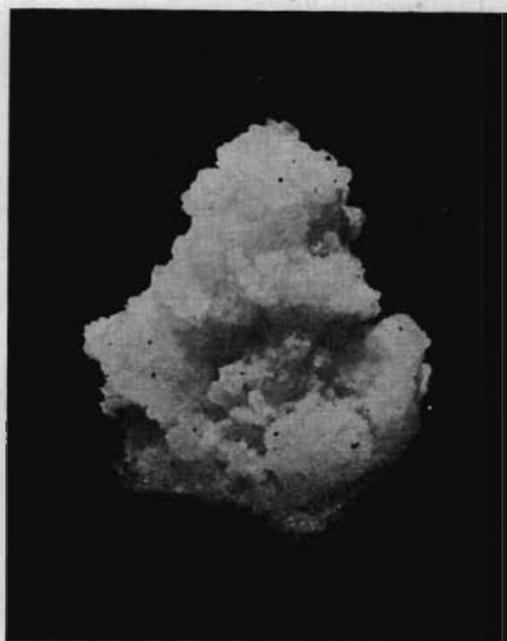


Figura 16. Efecto de la fuente y niveles de fósforo sobre el peso seco de la planta y nódulos de frijol, en suelos de Popayán.



Cultivo de tejido de un cultivar de *Phaseolus vulgaris*. (Fotografía P.H. Graham).

cultivares de *P. vulgaris* (ver Informe Anual del CIAT, 1972). Lo más evidente es la diferencia en número de nódulos por planta. Mientras que las variedades de semilla negra (ICA-Tui, Línea 32 y Huasanó) tuvieron únicamente un promedio de 31.8 nódulos por planta, los cultivares de semilla roja promediaron 69.7. Además, en tanto que los nódulos de los cultivares de semilla roja estaban distribuidos predominantemente en las raíces secundarias y terciarias, los nódulos de las variedades negras aparecieron más en la raíz principal. Los cultivares de semilla roja produjeron mayor cantidad de tejido nodular por planta, independientemente de la cepa usada.

La eficiencia relativa de los nódulos ubicados en las raíces principales vs. los que crecen en las raíces secundarias será un tema para ser investigado en 1974; sin embargo ya se tiene evidencia de que la arquitectura de la raíz necesita ser considerada en el Programa de Mejoramiento de Frijol.

**Cultivo de tejidos de Phaseolus vulgaris**

Se han desarrollado cultivos de tejidos para diferentes variedades de frijoles

estando en disponibilidad para la ejecución de estudios fisiológicos o relacionados con virus (ver foto en la página 199).

**Cuadro 11. Principales países productores de frijol seco en América Latina. (Producción anual en toneladas, durante cinco periodos)**

País	1951-54	1955-58	1959-62	1963-66	1967-70
<b>Guatemala</b>					
Tons	25,333	25,250	31,250	41,000	65,500
%	1.23	1.08	1.14	1.18	1.62
<b>Honduras</b>					
Tons	18,250	26,000	34,750	48,000	55,000
%	0.88	1.12	1.27	1.38	1.36
<b>Nicaragua</b>					
Tons	31,000	26,500	32,250	34,750	42,500
%	1.50	1.14	1.19	1.00	1.05
<b>México</b>					
Tons	307,000	400,250	576,000	857,250	1,059,750
%	15.00	17.26	21.17	24.79	26.26
<b>Brasil</b>					
Tons	1,388,500	1,500,250	1,663,250	2,082,750	2,406,250
%	67.45	64.69	61.15	60.23	59.61
<b>Colombia</b>					
Tons	51,750	62,750	46,750	40,250	45,000
%	2.51	2.70	1.71	1.16	1.11
<b>Perú</b>					
Tons	22,750	25,000	39,750	51,000	66,750
%	1.10	1.07	1.46	1.47	1.65
<b>Sub-total</b>					
Tons	1,844,583	2,066,000	2,424,000	3,155,000	3,740,750
%	89.67	89.06	89.09	91.21	92.65
<b>Otros países</b>					
Tons	213,917	252,916	295,667	302,500	295,750
%	10.33	10.94	10.91	8.79	7.35
<b>Total</b>					
Tons	2,058,500	2,318,916	2,719,667	3,457,500	4,036,500
%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Derivado de FAO. Anuario de Producción.

## ECONOMIA AGRICOLA

Las actividades de este año estuvieron dedicadas a la recolección y resumen de los datos existentes acerca de la producción, productividad, comercio internacional y consumo de frijol en los trópicos por región, país y continente, para obtener una perspectiva de la situación presente y establecer una base estadística.

El papel que debe desempeñar el grupo de Economía Agrícola dentro del programa de frijol ha sido definido; asimismo, se han iniciado interacciones con otros grupos de trabajo dentro del mismo programa. Se está desarrollando un modelo económico para el sector agrícola que cultiva frijol en Colombia con el cual se podrán predecir los efectos debidos a cambios (por ejemplo, tecnología agrícola) en: 1) la demanda por mano de obra y otros insumos, 2) ingresos del productor, 3) nutrición del productor y consumidor, 4) distribución de beneficios provenientes de nuevas tecnologías. Se espera que este modelo identifique los factores limitantes en este sector y señale las variables sobre las cuales se necesita información adicional.

### Recolección de datos básicos

Se está realizando una revisión de la literatura con el fin de identificar y reu-

nir las referencias más relevantes que sobre estudios económicos de frijol existen en América Latina. Para cada país latinoamericano se están tabulando estadísticas básicas tales como producción anual, área sembrada, rendimientos, consumo y precios. Por ejemplo, el Cuadro 11 muestra la producción en los principales países productores de frijol en América Latina desde 1951 hasta 1970. Siete países producen el 90 por ciento de todo el frijol en América Latina; solamente Brasil y México producen más del 80 por ciento del total. Todos los países, a excepción de Colombia, incrementaron la producción de frijol durante este período; algunos la han triplicado.

### Rendimientos de frijol por hectárea

Una de las causas de los incrementos relativamente bajos en la producción son los rendimientos por hectárea. El Cuadro 12 presenta rendimientos promedios desde 1951 hasta 1970 en los principales países productores y muestra pocos aumentos en rendimientos sobre 500 kg/ha en la mayoría de estos países. Puesto que Brasil y México son los principales productores, cualquier aumento en su productividad resulta ser un incremento total considerable.

### Precios del frijol en América Latina

El mercado de frijol es dinámico; el precio presente en cualquier momento

Cuadro 12. Rendimiento de frijol en los principales países productores de América Latina. (Expresados en kg/ha)

País	1951-54	1955-58	1959-62	1963-66	1967-70
Guatemala	747	660	597	620	625
Honduras	390	430	440	512	457
Nicaragua	800 (?)	540	590	722	705
México	300	327	400	422	535
Brasil	520	662	665	655	645
Colombia	547	492	505	555	560
Perú	915	875	972	920	1.020

Fuente: Derivado de FAO. Anuario de Producción.

está influenciado por una gran diversidad de variables, las cuales afectan tanto a consumidores como a productores. En 1969, los precios al productor variaron de US\$ 120/ton en Brasil a US\$ 341/ton en Colombia, con un precio promedio de US\$ 133 para Sur América. Este precio en Colombia fue extremadamente alto con relación a otros países. Dentro de Colombia, en 1972, los precios al mayorista variaron (en pesos Col.) en \$ 9.62/lb. para Guarzo, a (pesos Col.) \$ 16.01/lb para Sangretero, una variedad de más preferencia.

### **Importaciones y exportaciones en América Latina**

Potencialmente, una influencia importante en el aspecto económico es el mercado internacional. Se han recopilado datos para los 15 años anteriores sobre importaciones y exportaciones anuales para cada país, para establecer en cuáles países el sector frijol tiene importancia dentro del mercado externo.

### **Costos de producción en algunos países**

Principalmente, debido a factores ecológicos, infraestructura, nivel de tecnología y disponibilidad de insumos, existe dentro de los países una variación en el uso de los insumos y en los costos totales de producción. En un caso, en 1972, en el Valle del Cauca, Colombia, se obtuvieron rendimientos de 1.900 kg/ha con un costo de producción de US\$ 0.11 por kilo y 50 días de mano de obra (sistema mecanizado). En comparación, en el litoral del Pacífico seco de Costa Rica, en 1972, se produjeron 500 kg/ha a un costo de US\$ 0.21 y 25 días de mano de obra (en cultivo también mecanizado). Estos datos son importantes para determinar los niveles de tecnología que son más económicos y cuáles regiones son las más favorables para la producción de frijol. Otros indicadores que se están analizando son:

1) **Factores Físicos:** producción/mano de obra por día; producción/área; producción/unidad de capital invertido.

2) **Factores Económicos:** ingreso bruto y neto; relación costo/beneficio; productividad del capital; productividad y rentabilidad/unidad de mano de obra.

### **Consumo de frijol**

Se está preparando un informe completo sobre la importancia del frijol en la nutrición mundial, con énfasis en América Latina y en niños en edad preescolar. Los resultados de este estudio indican una gran disparidad entre los precios de proteína derivada de frijol seco (US\$ 0.67/kg.) y carne (US\$ 19.14/kg) en Sur América. La diferencia es aún mayor en algunos países; por ejemplo, en Brasil, el valor del frijol es US\$ 0.60 kg contra el de la carne US\$ 26.04/kg. Las diferencias en calidad de proteína (distribución de aminoácidos) entre estas dos fuentes reduce las diferencias en precio, pero hay una sustitución parcial potencial si se pueden modificar las preferencias del consumidor.

El porcentaje del consumo total de proteína proveniente de frijol varía entre países, desde uno alto en Brasil (23 por ciento) a uno bajo en Perú (5 por ciento) y en Colombia (2 por ciento). Existe una distribución desigual de la cantidad de proteína consumida entre países, entre regiones y entre familias. Especialmente, en estas últimas se encuentran diferencias muy marcadas entre la cantidad de proteína consumida por los adultos y por los niños. La elasticidad del ingreso y de la demanda del frijol en Brasil es igual a cero, mientras que en Colombia el coeficiente es positivo 0.55; con precios constantes, un aumento en el ingreso no daría como resultado un aumento en la cantidad de frijol consumida en Brasil, mientras que el mismo cambio de ingreso en Colombia aumentaría ligeramente el consumo de frijol. Cuando se estudió el consumo de frijol en Colombia, en familias con diferentes niveles de ingreso, no hubo aumento significativo (de 27 a 36 gramos por día) en los grupos estudiados. Sin em-

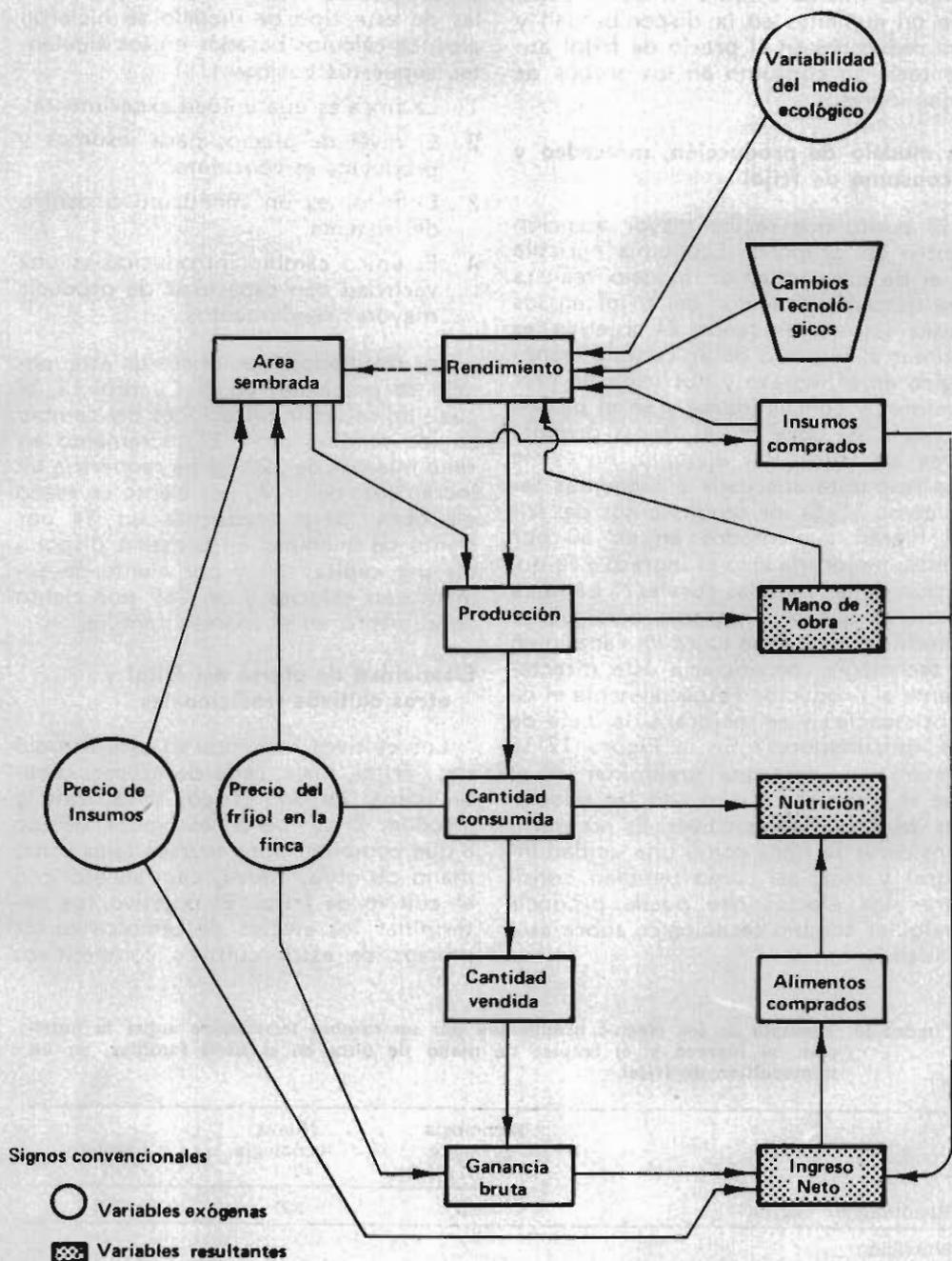


Figura 17. Un modelo económico sobre producción y consumo de frijol.

bargo, el mismo estudio en Cali mostró que un aumento en la disponibilidad y una reducción en el precio de frijol aumentarían su consumo en los grupos de bajos ingresos.

### Un modelo de producción, mercadeo y consumo de frijol

El punto que recibe mayor atención dentro del grupo de Economía Agrícola es el de desarrollar un modelo realista que describa el sector del frijol en los países latinoamericanos. El objetivo es estimar el impacto de un cambio tecnológico en el ingreso y nutrición de productores y consumidores y en el uso de la mano de obra en las fincas productoras de frijol. Por ejemplo, no existe una respuesta adecuada a preguntas tales como: "¿Si los rendimientos del frijol fueran aumentados en un 50 por ciento, mejoraría esto el ingreso y la nutrición de las familias rurales?" La meta principal que el programa persigue es determinar que si se logra un cambio en la tecnología, beneficiaría éste directamente al productor (especialmente el de subsistencia) y se mejoraría la dieta de los consumidores? En la Figura 17 se presenta un esquema preliminar en el que se muestran cuáles son las relaciones de las variables claves. Es necesario considerar la finca como una unidad integral y real, así como también considerar los efectos que puede producir cualquier cambio tecnológico sobre esta unidad.

Para indicar los resultados potenciales de este tipo de modelo se hicieron algunos cálculos basados en los siguientes supuestos básicos:

1. La finca es una unidad experimental.
2. El nivel de precios para insumos y productos es constante.
3. El frijol es un monocultivo dentro del sistema.
4. El único cambio introducido es una variedad con capacidad de producir mayores rendimientos.

Los resultados hipotéticos de este modelo se presentan en el Cuadro 13, el cual indica las implicaciones del cambio en los rendimientos. El incremento en rendimientos de 320 kg/ha requeriría un incremento de un 40 por ciento en mano de obra, pero produciría un 34 por ciento de aumento en proteína disponible **per capita**; un 9 por ciento de aumento en calorías y un 269 por ciento de aumento en el ingreso familiar.

### Elasticidad de oferta del frijol y otros cultivos tradicionales

Los cultivos incluidos en este estudio son: frijol, maíz, caña de azúcar, cebada, papa, banano, trigo, yuca, café y algodón. Ellos fueron escogidos debido a que compiten por recursos tales como mano de obra, tierra, capital, etc. con el cultivo de frijol. El objetivo fue determinar los efectos de cambios en los precios de estos cultivos competitivos

Cuadro 13. Ejemplo de los efectos producidos por un cambio tecnológico sobre la nutrición, el ingreso y el empleo de mano de obra en el nivel familiar, en un monocultivo de frijol

	Tecnología presente (T <sub>1</sub> )	Nueva tecnología (T <sub>2</sub> )	Cambio (T <sub>2</sub> -T <sub>1</sub> )
Rendimiento (kg/ha)	580	900	320
Nutrición:			
Proteínas	47.62	63.63	13.01
Calorías	2054	2244	190
Ingreso familiar (pesos colombianos/año)	9,975	36,829	26,854
Mano de obra (hombre/día/año)	390	546	156

en la oferta de frijol. Este estudio es necesario para entender el impacto de los cambios tecnológicos sobre la nutrición, ingreso y empleo a nivel de finca. Es esencial predecir las variaciones en los niveles de producción de todos los cultivos en base a los precios que van a recibir los agricultores. Este estudio mostrará cómo los cambios en la oferta de varios productos afectan los precios del frijol. También se han incluido las variaciones en los precios y en los rendimientos con el propósito de mostrar cómo el agricultor se enfrenta a los riesgos. Los datos han sido colectados para Colombia y están siendo procesados.

### ADIESTRAMIENTO

El énfasis en adiestramiento en el Programa de Frijol se refleja en el número de becarios recibidos en el CIAT en 1973. Cuatro agrónomos de Ecuador, Guatemala y Estados Unidos, y un técnico de Inglaterra con el grado de Master recibieron adiestramiento en mejoramiento de frijol. Tres agrónomos trabajaron en control de malezas, como parte de su programa de adiestramiento en frijol. También se recibieron otros becarios, entre ellos, uno de Ecuador que recibió adiestramiento en Fitopatología, uno de Guatemala en Microbiología de Suelos, y uno de Colombia en Economía Agrícola. Un estudiante con el grado de Master, procedente de Justus Liebig University, de Alemania, inició su adiestramiento e investigación en el campo del frijol como parte de su tesis para obtener el Doctorado.

### ACTIVIDADES INTERNACIONALES

Los resultados reales y los beneficios logrados con las investigaciones y el desarrollo del CIAT están expresados en los avances logrados por los equipos nacionales de investigación en lo que se refiere a la asistencia a los agricultores en sus respectivos países. Por tal razón es evidente la importancia que se ha dado al enfoque internacional del programa

ma y a la colaboración con otras entidades. Las siguientes actividades específicas han sido planeadas para establecer el máximo contacto entre el CIAT y otras entidades de la América Latina. Estas proveerán las bases de nuestra efectividad y potencial impacto en lo que se refiere a la labor del CIAT.

### Organización de programas y evaluación

Este servicio ha sido solicitado por varias entidades nacionales, recibiendo esta actividad una alta prioridad dentro de nuestras labores, particularmente cuando se trata de la organización de un nuevo programa y de la asignación de prioridades.

### Adiestramiento

Esta función es fundamental dentro del concepto de la colaboración internacional; para llevarlo a cabo permanece en el CIAT por períodos de tres meses hasta un año un grupo de jóvenes científicos dedicando todo su tiempo y energías a la investigación. Estos técnicos constituyen la base futura de los respectivos programas nacionales y de los posibles vínculos de trabajo con tales programas. Tales vínculos producirán un fortalecimiento de la capacidad del CIAT para llevar a cabo un eficiente intercambio de germoplasma, de información y de ideas, lo cual ha de conducir al establecimiento de proyectos cooperativos.

Durante el primer año de actividades 10 jóvenes científicos fueron adiestrados en el programa de sistemas de producción de frijol. Para el año próximo se espera un mínimo de 15 becarios.

### Conferencias anuales

El tipo de reunión / discusión ha mostrado ser muy valioso para los investigadores de campo como una actividad que promueve la interacción individual y la formación de grupos permanentes de trabajo.

### **Conferencia sobre tópicos especiales**

Esta clase de reuniones ha sido planeada para los próximos tres años; en ellas se enfatizará la importancia que tiene un equipo integrado hacia la investigación o bien hacia algunos tópicos específicos que se consideren de importancia.

### **Boletín informativo informal**

La publicación de un noticiero con información sobre reuniones, personal que trabaja en programas nacionales y resúmenes sobre los trabajos de investigación, constituye un medio efectivo para mantener abierta la comunicación entre los investigadores en períodos comprendidos entre las reuniones técnicas celebradas periódicamente.

### **El banco de germoplasma del CIAT**

El material genético que pudiera ser utilizado en programas de mejoramiento de frijol será catalogado; anualmente se distribuirá información actualizada en relación con la disponibilidad de semilla de materiales mejorados así como datos agronómicos importantes. Dentro de un año, más o menos, se elaborará un catálogo de selecciones mejoradas y de

generaciones avanzadas de cruzamientos el cual complementará el de las colecciones originales.

Habrà disponibilidad de semilla, tanto de las colecciones básicas como de las líneas ya mejoradas para los programas nacionales que trabajen en mejoramiento de frijol, sean estaciones experimentales, universidades, el sector privado u otros grupos interesados en el cultivo.

### **Un servicio de resúmenes analíticos**

Esta clase de servicio, en inglés y en español, que servirá de complemento al servicio bibliográfico establecido en Turrialba, se suministrará a los investigadores que trabajan con frijol y a las bibliotecas locales.

### **Viajes internacionales**

Los miembros del personal del CIAT, organizados en grupos de trabajo desde comienzos de 1973, visitaron los principales programas de frijol en América Latina y el Caribe y establecieron contactos para llevar a cabo trabajo cooperativo con muchos de ellos. Estos contactos iniciales incluyeron 74 visitas a 15 países y algunos proyectos de colaboración en diez países más.

# Sistemas de Producción de Maíz

**E**l Programa de Maíz coopera con los programas nacionales de investigación de la Zona Andina (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) para resolver los factores más importantes que limitan la producción del cultivo. Estos factores incluyen la excesiva altura de la planta, las bajas poblaciones de plantas en el campo, pérdidas debidas a insectos comunes (especialmente a *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea saccharalis*), problemas específicos de suelos, adaptación limitada de híbridos comerciales y la poca disponibilidad de semillas mejoradas y otros insumos en varias partes de la zona.

El desarrollo de "paquetes" de producción o sistemas para el pequeño agricultor es especialmente crítico para la nutrición mejorada de su familia. El maíz es sólo un componente del sistema de una agricultura que usualmente incluye frijoles y otros cultivos en asociación. Esto implica un complejo de preguntas a contestar antes de definir el sistema o los sistemas óptimos de agricultura para una zona, incluyendo cultivos múltiples apropiados, fechas de siembra, prácticas de fertilización y control de malezas, así como la mezcla compleja dietética cuando estos cultivos son cosechados y consumidos en la misma finca.

El Programa de Maíz es un elemento de enlace en una red internacional de centros regionales e internacionales, bajo la coordinación general del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) con sede en México. Como representante de esta red

en la Zona Andina, el CIAT trabaja con entidades nacionales para ensayar nuevas introducciones del CIMMYT, y organiza actividades regionales tal como reuniones anuales, conferencias especiales, ensayos uniformes, publicación de un boletín y distribución de germoplasma nuevo a través de selecciones y progenies.

#### AGRONOMIA

La investigación en agronomía se concentra en prácticas culturales, mejoradas, soluciones a problemas específicos del suelo y pruebas a escala internacional de germoplasma. La labor experimental se ha concentrado en la sede del CIAT en Palmira, aunque algunos ensayos de siembra de maíz asociado con frijoles están localizados en otras estaciones. Estos son descritos en la sección de Sistemas de Producción de Leguminosas comestibles de este informe.

#### Ensayos internacionales

Durante el año de 1973 fueron cosechados nueve ensayos en el primer semestre (1972 B) y cuatro durante el segundo (1973 A). Los resultados son resumidos en el Cuadro 1, el cual presenta la producción promedio para los ensayos junto con la producción de la mejor variedad. Estos ensayos incluyeron experimentos uniformes internacionales del CIMMYT (IMAN, IOMT), ensayos de progenies del CIMMYT (CPBB, CFSB), ensayos del PCCMCA de Centro América (BA, ME, OP) y los ensayos regionales uniformes del CIAT (ENZAS y ENZAT).

Cuadro 1. Resultado de los ensayos internacionales sembrados en la sede del CIAT, durante 1972B y 1973A.

Identificación del ensayo	Nombre del ensayo	Número de variedades	Número de repeticiones	Rendimiento promedio (kg/ha)	Mejor línea del ensayo	Rendimiento (kg/ha)	Procedencia de los mejores materiales del ensayo
<b>CIAT 1972B</b>							
72B-86	IMAN (CIMMYT)	50	2	1,428	Pioneer X-324	5,168	Pioneer (Jamaica)
72B-87	BA (PCCMCA)	31	4	3,292	Pioneer X-304A	4,612	Pioneer (Jamaica)
72B-88	ME (PCCMCA)	30	4	3,918	DeKalb Exp-4	6,223	DeKalb
72B-89	ENZAT (CIAT)	37	4	2,870	HFM-7	5,250	Venezuela
72B-90	ENZAS (CIAT)	15	4	1,359	ICA H-207	4,779	Colombia
72B-93	IOMT (CIMMYT)	30	3	2,563	ICA H-207	4,706	Colombia
72B-99	OP (PCCMCA)	10	4	2,831	CIMMYT O <sub>2</sub> Comp	3,529	CIMMYT (México)
72B-113	CPBB (CIMMYT)	49	4	3,564	Eto P.B. x Tux.P.B.	5,472	CIMMYT (México)
72B-114	CFSB (CIMMYT)	60	4	2,207	C.Carib. x Eto B1.	3,028	CIMMYT (México)
<b>CIAT 1973A</b>							
73A-34	IOMT (CIMMYT)	30	4	287	ICA H-255	1,555	Colombia
73A-35	OP (PCCMCA)	10	4	1,136	ICA H-255	2,445	Colombia
73A-36	ME (PCCMCA)	30	4	3,254	DeKalb Exp. 4	5,556	DeKalb
73A-37	CPBB	49	4	2,650	Tuxp. Comp. x Eto	4,278	CIMMYT (México)



Lote experimental en la sede del CIAT en el cual se sembraron varias líneas de un compuesto mundial de semilla de maíz, obtenido de poblaciones desarrolladas por el CIMMYT procedentes de diversas fuentes.

La producción más baja se observó en los ensayos de opaco-2 (IOMT y PCCMCA-OP) y en un ensayo más adaptado a regiones de altiplano (ENZAS), pero sembrado en el CIAT para probar el rango de adaptación en estas variedades. Los rendimientos más promisorios fueron encontrados en ensayos de híbridos de maíz comercial y los materiales experimentales de PCCMCA y del CIMMYT. En varios ensayos, un híbrido o selección introducido produjo más que los testigos locales (cruces dobles), indicando un potencial para avances futuros en el Valle del Cauca. Estos materiales específicos que se comportan bien en la Zona Andina, serán estudiados detalladamente; las líneas para formar híbridos de pedigrí\*

abierto, obtenidos por recombinación de las poblaciones selectas en el CIAT para ser utilizados en la zona, están también bajo estudio.

#### Fertilidad del suelo: microelementos

##### Fertilidad del suelo y calidad del grano

A fines de 1972 se sembró en la sede del CIAT un ensayo para evaluar los efectos del zinc y del boro con NPK en un suelo aparentemente deficiente en estos dos elementos menores. El híbrido doble ICA H-208 que contiene el gene opaco-2 fue sembrado en camas elevadas y raleado a 36.000 plantas por hectárea. No hubo diferencias significativas en este ensayo entre los tratamientos ni en producción de grano ni en niveles de elementos mayores en el grano. Los indicadores de la calidad de pro-

\* La palabra pedigrí, del inglés "pedigree", ha sido admitida recientemente por la Real Academia de la Lengua Española. N. del Ed.



Las plantas en la parcela de la derecha fueron fertilizadas con NPK y con cinco toneladas de yeso mostrando una evidente ventaja sobre las plantas de la izquierda, que sólo recibieron yeso.

teína, N y triptófano, tampoco mostraron diferencia alguna. En la segunda época en un estudio a largo plazo de los efectos del yeso en el maíz y otros cultivos, se hizo una evaluación del contenido de Ca en el grano. No hubo diferencia en el contenido de Ca en el grano en tratamientos de 0 hasta 40 toneladas de yeso por hectárea. El mayor valor absoluto de .0097 por ciento de Ca fue encontrado en el testigo no tratado. En otro ensayo, muestras de granos de parcelas no fertilizadas fueron comparadas con muestras de parcelas tratadas con N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Zn, B y Fe. Aunque el contenido de N era un poco mayor en las parcelas fertilizadas, no hubo diferencia significativa en el contenido de N, P, K, Mg, Zn o triptófano. Estos resultados sugieren que hay poco o ningún efecto en tratamientos de fertilizantes sobre la calidad del grano en maíces sembrados en los suelos de la sede del CIAT.

#### Respuesta del maíz al zinc y al boro

Para hacer una mejor evaluación de los efectos de los microelementos en la producción del maíz, se utilizó un di-

seño factorial con cuatro niveles de B (0, 2, 4, y 6 kg/ha) y tres niveles de Zn (0, 10 y 20 kg/ha) aplicados al híbrido opaco-2 H-208 del ICA. Los niveles óptimos para la aplicación parecen ser 10 kg Zn/ha y 2 kg B/ha. No hay gran beneficio al aplicar ambos elementos en dosis más altas. Los efectos re-



Uno de los síntomas de la deficiencia de boro es la aparición de franjas blancas, longitudinales, cerca de la base de las hojas de maíz.

siduales de estos tratamientos del suelo fueron ensayados con la variedad de frijol ICA-Gualí; los resultados se presentan en la sección correspondiente a leguminosas de grano comestible, en este informe.

Se analizaron plantas en un ensayo adicional hecho en el invernadero, con seis niveles de B (0, 1, 2, 3, 5, 10 kg/ha) y cuatro genotipos de maíz (H-207, H-208, H-255 y Tuxpeño) con el propósito de estimar el contenido foliar de B. Este nivel varió en relación directa de 5 ppm sin haber aplicado B a 45-55 ppm con 10 kg/ha de B. Los síntomas de deficiencia desaparecieron con aplicaciones de

3 kg B/ha y una leve toxicidad fue indicada por una quemadura en los bordes de las hojas con aplicación de 10 kg/ha. Los síntomas de deficiencia aparecieron cuando el maíz alcanzó 30 cm de altura, siendo Tuxpeño el más sensible y H-255 el menos sensible entre las cuatro líneas probadas.

### Prácticas agronómicas

#### Sistemas de siembra

Una comparación entre los 3 sistemas de siembra —camas sencillas, camas dobles y siembra plana sin camas— mostró una ventaja definitiva para los



Cuando se siembra maíz en suelos deficientes en boro se producen mazorcas estériles o vacías.

sistemas con surcos preparados y caballones elevados. La producción en camas sencillas (4.174 kg/ha) y en camas de doble surco (4.093 kg/ha) fue mucho más alta que la siembra plana (2.696 kg/ha). La facilidad de riego durante períodos secos y el rápido drenaje después de excesivas lluvias son probablemente las mayores ventajas que tiene esta práctica.

### Manejo del residuo

Un estudio de labranza mínima se llevó a cabo en la sede del CIAT; se hizo una comparación de los efectos de cuatro tratamientos del residuo del maíz en varios semestres (ciclos de cultivo) para ensayar el impacto a largo plazo en la producción y en las características del suelo. Los tratamientos incluyen: 1) quema del residuo, 2) corte de los tallos en el sitio de siembra, 3) doblado de los tallos de dos surcos y combinación de estos en una hilera entre los dos surcos (dejando libres los surcos alternos), y 4) eliminación total del residuo. Los resultados de la producción de los

Cuadro 2. Rendimientos obtenidos en ensayos sobre manejo de residuos y labranza mínima en maíz (los rendimientos representan dos ciclos agrícolas, 1973)

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		
	1973A	1973B	Promedio
Quema de residuos	4,018	4,275	4,146
Corte de tallos en el sitio	3,917	4,336	4,126
Combinación de material vegetativo de dos surcos en uno	3,710	4,352	4,031
Eliminación total de las cañas y hojas de maíz	4,025	4,071	4,048
Rendimiento promedio	3,918	4,258	4,088

dos semestres cosechados hasta ahora se presentan en el Cuadro 2. No hubo diferencia significativa entre los cuatro tratamientos en cualquier temporada, y el tratamiento más barato y simple sería el más indicado para un sistema de cultivos. Este campo, ya en su cuarta siembra continua de maíz después de



Los ensayos de rendimiento se plantan con sembradoras de mano, una herramienta que algunos agricultores comerciales comienzan a utilizar para hacer resiembras en sus plantaciones de maíz.



En la coscha de los ensayos se cumple la etapa final de selección de los materiales superiores.

una sola preparación del terreno hace dos años, demuestra que existe un potencial muy grande para cultivos continuos y labranza mínima en el Valle del Cauca. Los ahorros en tiempo (2 a 3 semanas) y costos de preparación (aproximadamente 25 por ciento del costo total de la producción) indican que esta alternativa es una posibilidad valiosa, ya sea para el agricultor comercial o a escala pequeña.

### Labranza mínima

Una comparación de la preparación tradicional del terreno contra los sistemas que minimizan esa labranza antes de la siembra, no ha mostrado diferencias concluyentes entre los tratamientos en las primeras etapas del experimento. Los tratamientos incluyen: 1) labranza tradicional: una rastrillada, una arada, una rastrillada, preparación de las camas y siembra, 2) una rastrillada seguida por la preparación de las camas, 3) preparación de las camas solamente, y 4)

siembra directa en camas del semestre pasado. La producción en el ensayo dio como promedio sólo un poco más de 3 ton/ha con ninguna diferencia entre los cuatro tratamientos de labranza.

### FITOMEJORAMIENTO

El programa de mejoramiento ha seguido concentrándose en tres objetivos principales: reducción de la altura de la planta, aumento de la zona de adaptación de poblaciones para producir variedades o híbridos de maíz comercial, y mejoramiento de la calidad de la proteína.

En ensayos cooperativos con el ICA de Colombia en dos localidades (La Selva y Turipaná) y con el INIAP-Ecuador en dos localidades (Boliche y Pichilingue), las selecciones de maíz han sido ensayadas durante los dos últimos años, y mezcladas para formar poblaciones de compuestos. Estas poblaciones básicas y sus progenies han tenido una distribución limitada entre los programas nacionales y comerciales de mejoramiento en la zona. El mejoramiento de la calidad proteínica se ha concentrado en las selecciones de endosperma duro, a través de selección y aumento de un compuesto del CIMMYT, y el desarrollo de materiales braquíuticos para combinar la característica de la planta baja con calidad de opaco-2 y un tipo de endosperma aceptable.

### Reducción de la altura de la planta y adaptación más amplia

La altura excesiva de la planta en híbridos y variedades tropicales de maíz ha resultado en materiales extremadamente susceptibles al volcamiento, especialmente en áreas de mucha lluvia y de vientos fuertes. Estos tipos altos presentan también otro inconveniente: una fracción desproporcionada de su producción total de materia seca es almacenada en los órganos vegetativos (hojas y tallos, por ejemplo), reduciendo así el potencial de producción de grano.

El logro de una adaptación más amplia de los híbridos comerciales es in-



El volcamiento severo en las plantaciones de maíz de la Zona Andina es debido a la altura excesiva de la planta y a daños causados por el gusano barrenador del tallo.

dispensable en una determinada región en la cual las zonas en las que se puede sembrar maíz en escala comercial que tengan climas uniformes son relativamente escasas. Además, hay muchos microclimas típicos de los valles interandinos y de las planicies costeras, los cuales varían en temperatura, tipo de suelo, energía solar y humedad disponible para el cultivo. La complejidad de la producción de semilla de buena calidad impide el desarrollo de un híbrido o un sintético específico para cada microclima. Tal complejidad sugiere que los materiales comerciales deben tener adaptación a una zona que sea lo más amplia posible. Las necesidades críticas del pequeño agricultor, en términos de germoplasma mejorado con un alto potencial de producción y calidad de proteína mejorada probablemente nunca serán satisfechas con la disponibilidad de híbridos específicos, los cuales tienen un margen de adaptabilidad muy redu-

cido y están adaptados a los valles fértiles que son cultivados comercialmente.

El sistema de mejoramiento que se usa para reducir la altura de la planta y aumentar el margen de adaptación (descrito detalladamente en el Informe Anual del CIAT, 1972), consiste en la producción de progenies de hermanos completos en Palmira, siendo probadas posteriormente, en varias localidades. Las selecciones finales de progenies para sembrar en el próximo ciclo son basadas no sólo en los datos de Palmira sino en los resultados obtenidos en varias localidades. Se obtuvo del CIMMYT en México germoplasma básico para el programa junto con algunos materiales adicionales incorporados de la Zona Andina, América Central y Asia.

Las principales localidades en las que se llevan a cabo estas pruebas de progenies, incluyen:

Palmira, CIAT (Valle, Colombia): 1000 m, 24°C (temperatura anual)



Las mazorcas provenientes de plantas seleccionadas de tipos de maíz de porte bajo son recogidas en el campo y acarreadas a la bodega en sacos de fique. Este material será evaluado posteriormente para determinar su resistencia a la pudrición de la mazorca y una muestra compuesta representativa será sembrada en un próximo ciclo de recombinación y de selección más específica.

Cuadro 3. Pruebas de progenie para obtener amplia adaptación en cuatro localidades, ciclo agrícola 1972A, incluyendo rendimiento promedio del ensayo ( $\bar{X}$ ) y rendimiento de la mejor progenie (MP), expresados en tons/ha.

Identificación del ensayo	Tipo de Material *	Boliche		Turipaná		Palmira		La Selva	
		$\bar{X}$	MP	$\bar{X}$	MP	$\bar{X}$	MP	$\bar{X}$	MP
E-72-21	br <sub>2</sub> B1	3.4	4.3	2.8	6.8	5.6	9.0	2.0	4.8
E 72 22	br <sub>2</sub> B1	3.2	4.8	3.4	5.6	6.1	8.6	2.9	6.4
E-72-23	br <sub>2</sub> B1	2.6	4.2	4.2	5.6	5.7	8.6	1.4	4.6
E-72-24	br <sub>2</sub> B1	3.3	4.9	3.8	5.8	5.6	9.9	3.0	5.5
E-72-25	br <sub>2</sub> B1	2.6	4.7	2.9	5.8	6.0	8.9	1.4	4.7
E 72 26	br <sub>2</sub> Am	3.4	6.0	3.1	5.2	5.5	9.9	2.0	4.5
E-72-27	PB B1	3.9	5.1	3.8	6.2	5.7	8.6	1.5	4.6
E 72 28	PB B1	3.3	5.2	4.1	6.5	5.6	8.1	3.4	8.2

\* br<sub>2</sub> se refiere a poblaciones braquítico-2, B1 a maíz de grano blanco; Am a maíz amarillo y PB a "planta baja", o de porte bajo.

Turipaná, ICA (Montería, Colombia): 40 m, 28°C (temperatura anual)  
 La Selva, ICA (Rionegro, Colombia): 2100 m, 18°C (temperatura anual)  
 Boliche, INIAP (Guayaquil, Ecuador), 20 m, 27°C (temperatura anual)  
 Pichilingue, INIAP (Quevedo, Ecuador): 30 m, 27°C (temperatura anual)

Los datos de producción de Boliche, Turipaná, Palmira y La Selva y los resúmenes de los ensayos en 1972A aparecen en el Cuadro 3. La mejor producción se obtuvo en Palmira, en donde las condiciones climáticas y el riego suplementario se aproximaban al óptimo, además de tener un régimen de temperatura que era muy favorable. La producción en las dos estaciones costeras fue más baja, y la estación del altiplano tuvo el promedio más bajo de producción, por el origen tropical de la mayoría de los materiales. En cada uno de estos ensayos algunas progenies sobresalieron en una localidad específica. Esto indica que existe un potencial genético de producción para una determinada gama de climas, de acuerdo con el origen o procedencia del material.

Con base en la producción, la resistencia al volcamiento, la ausencia de pudrición de la mazorca y la resistencia relativa a *Diatraea* spp., se seleccionaron aquellos cruces que tenían dos progenitores con progenies agrónomicamente aceptables y fueron sembrados en el CIAT en 1972B. Los rendimientos promedio y la mejor progenie de estos ensayos se presentan en forma resumida

en el Cuadro 4. Algunos cruces entre los progenitores con las mejores progenies estudiadas fueron reservados para hacer un ensayo más amplio; tales ensayos fueron sembrados en 1973 en Palmira (CIAT), Turipaná (ICA) y Pichilingue (INIAP). Los rendimientos de las progenies fueron algo más bajos que en el ciclo anterior, quizás porque las condiciones ambientales fueron menos favorables en el ciclo bajo estudio.

Durante el año pasado, se envió semilla de las progenies a varios programas nacionales y compañías comerciales productoras de semilla. Se formaron algunos compuestos de semilla de mazorcas de libre polinización y obtenidos de los surcos de progenies de mayor producción. Tales compuestos fueron mezclados y usados en siembras semicomerciales en la sede del CIAT. Se obtuvo una producción similar a la de los híbridos dobles comerciales, con la ventaja de que su cosecha es más fácil debido a la menor altura de las plantas de los tipos de maíz braquítico, lo cual los hace más resistentes al volcamiento. Las limitaciones principales en estas poblaciones son su susceptibilidad a *Spodoptera* sp. y falta de prolificidad; ambas características estarán incluidas dentro de los criterios de selección para las siembras experimentales que se hagan posteriormente.

#### Mejoramiento de la calidad de la proteína

La selección para obtener mejor calidad de la proteína a través del uso del gene opaco-2 se ha concentrado en tipos

Cuadro 4. Rendimiento de tipos de maíz braquítico y de plantas de tallo corto, expresados en toneladas por hectárea, obtenidos en la sede del CIAT, en el ciclo agrícola 1972B

Material	Número de ensayos	Rendimiento de grano (tons/ha)			
		Rango de promedio de ensayos			Mejor progenie
Braquítico (blanco)	13	4.1	—	5.3	8.5
Braquítico (amarillo)	9	4.9	—	5.4	9.3
Planta tallo corto (blanco)	9	2.7	—	4.7	7.9
Planta tallo corto (amarillo)	2	5.3	—	5.6	8.1

de maíz con endosperma duro para consumo humano. El material básico para el programa de mejoramiento se obtuvo de selecciones efectuadas entre los híbridos comerciales con el gene opaco-2 denominados ICA H-208 (amarillo) e ICA H-255 (blanco). Después de seleccionar las líneas por dos ciclos, con el respectivo análisis de triptófano en cada ciclo, los materiales más promisorios fueron intercruzados y las progenies de hermanos completos fueron aumentadas en 1973B. Esta población será mezclada en 1974A para lograr un aumento de semilla y proceder a su distribución como un material básico a los programas nacionales. Una población con una base genética más amplia, puede resultar de un ciclo corriente de selección y aumento en los cruces anteriormente mencionados, más una introducción de los materiales del CIMMYT, en este caso la variedad opaca de endosperma duro (Ver 181 x Ant. Gpo. 2) x Ven. 1. Esta población también será aumentada en 1974 para su evaluación y distribución posterior.

En 1972B se inició una conversión de las progenies braquíticas más promisorias a un tipo con alta calidad proteí-

nica cruzando tales progenies con la variedad opaca (Ver. 181 x Ant. Gpo. 2) x Ven. 1. Dos ciclos de autofecundación y "sibes" \* han producido selecciones que presentan una doble mutación: la calidad de proteína del opaco-2 en un endosperma duro y la ventajosa característica del tamaño pequeño de planta del tipo braquítico. Una recombinación de las mejores selecciones que se haga en 1974A producirá nuevo material que será de provecho para la Zona Andina.

La variedad amarilla del CIMMYT de endosperma duro antes mencionada fue objeto de selección en tres ciclos de cultivo con el propósito de reducir la altura de la planta, así como mejorar las características de prolificidad, y resistencia a enfermedades locales y problemas de insectos. Esta variedad ha sido distribuída a los programas nacionales en la zona y a la vez, ha sido aprobada extensamente en Colombia. Los rendimientos en uno de estos ensayos, sembrado en un campo de un agricul-

\* Sibes, del inglés "sib cross, sister-brother", es un nuevo término de amplia utilización entre los mejoradores de maíz de habla hispana. N. del Ed.

Cuadro 5. Rendimiento de híbridos comerciales y de una variedad experimental con el gene opaco-2 con endosperma duro, fertilizados con dos niveles de nitrógeno (Tuluá, Valle, 1973)

Genotipo	Descripción	Rendimiento (kg/ha)	
		100 kg. N	200 kg. N
H-302	Cruce doble amarillo (normal)	4,857	5,852
A-Doble-6	Cruce doble amarillo (normal)	7,575	6,571
H-253	Cruce doble blanco (normal)	7,000	6,428
H-208	Cruce doble amarillo (opaco)	5,285	2,938
H-255	Cruce doble blanco (opaco)	5,071	3,928
VE 21 inter-medio	Variedad del CIMMYT (opaco intermedio)	4,857	5,000
VE-21 duro	Variedad del CIMMYT (opaco duro)	5,571	4,642

tor, se incluyen en el Cuadro 5. En este ensayo las dos versiones de la variedad experimental, una de endosperma intermedio y la otra una selección dura, produjeron más que los híbridos de endosperma suave de opaco-2 pero menos que los híbridos dobles (normales). Una desventaja de esta nueva variedad es la altura excesiva de la planta y la susceptibilidad al volcamiento.

Un proyecto de tesis, en colaboración con la Universidad de Purdue, está diseñado para explorar la posibilidad de obtener mutantes nuevos con alta calidad de proteína en cuatro razas colombianas, el compuesto mundial y seis variedades comerciales, y de encontrar genes modificadores del opaco-2 en ocho razas: Amagaceño, Común, Clavo, Chococoño, Pira, Pira Naranja, Pollo y Puya. La mayor parte de los cruces se hace en la sede del CIAT, en tanto que los análisis de las muestras y las determinaciones genéticas se hacen en Purdue. El trabajo cooperativo que se hace con CIMMYT y con Purdue para mejorar la calidad proteínica del maíz sirve de estímulo para mantener al día al equipo de técnicos del CIAT en lo que se refiere a avances científicos logrados en esta materia.

#### **Selección de tipos de maíz con adaptación a los suelos ácidos**

En los Llanos Orientales de Colombia se ha hecho una selección de varios materiales con el propósito de obtener plantas con determinadas características. Los suelos ácidos en esta zona representan cientos de miles de hectáreas existentes en Brasil y Venezuela, así como de Colombia. Una selección inicial de material de maíz sembrado con cuatro niveles de cal (0, 0.5, 2 y 6 ton/ha) mostró poca o ninguna producción al nivel más bajo, y un crecimiento casi normal en el nivel más alto. Estos dos extremos fueron eliminados en los ensayos posteriores utilizando el nivel de 0.5 ton/ha para indicar la tolerancia a niveles bajos de cal y fósforo y a niveles altos de aluminio, y para mostrar el nivel potencial genético de producción con 2 ton/ha

en un tratamiento que es económicamente factible para esta zona.

El proceso lógico de selección está basado en una polinización libre, presión parcial de selección en los polinizadores masculinos y una inversión mínima de tiempo profesional debido a la distancia en que se encuentra la Estación Experimental de "Carimagua". Se siembran en cada semestre doscientas líneas, variedades, híbridos o selecciones de mazorcas, bajo dos niveles de cal en la fase de introducción sin repeticiones (Fase I). Este material incluye nuevas introducciones del exterior y progenies de los programas de mejoramiento del CIAT, o mazorcas seleccionadas en Carimagua de ciclos anteriores. En el semestre siguiente se siembran 50 de las mejores introducciones en parcelas de cuatro surcos, dos repeticiones, con el nivel de 2 ton/ha de cal (Fase II). Los cinco mejores materiales obtenidos en esta fase son seleccionados para pruebas semicomerciales (1/10 ha) en la granja a razón de 2 ton/ha de cal (Fase III). La mejor variedad amarilla y la mejor blanca de este ensayo semicomercial son distribuidas en la zona como material experimental para ser probado con los agricultores bajo las condiciones de sus fincas (Fase IV).

Los criterios de selección en cada fase incluyen vigor y potencial de crecimiento de la planta en estos suelos, resistencia a *Spodoptera* sp. y *Diatraea* spp., resistencia a enfermedades foliares y de la mazorca, y rendimiento del grano.

Estos cuatro pasos en el proceso de selección o fases se llevan a cabo en cada semestre, dos ciclos por año. El germoplasma recorre estos cuatro pasos tan rápidamente como sea posible. Durante la segunda época de 1973, por ejemplo, las variedades seleccionadas en la Fase I para ser sembradas en la Fase II variaron en producción de 3.3 a 6.0 ton/ha, tomando como base la cosecha de parcelas de un solo surco (2.8 m<sup>2</sup>). Las mejores variedades blancas y amarillas que fueron seleccionadas en la Fase II para ser sembradas en la Fase

III produjeron más o menos 3.7 ton/ha (medida de una parcela de 28 m<sup>2</sup>). La mejor variedad amarilla en la Fase III durante el segundo semestre produjo 3.2 ton/ha en un campo semicomercial de 500 m<sup>2</sup>.

## FISIOLOGÍA

Dos de los factores que limitan severamente la adaptación de genotipos de maíz son el fotoperíodo y la temperatura. Cuando se logre una adaptación más amplia en el maíz, o cuando los mecanismos estén disponibles para seleccionar hacia la insensibilidad, será posible intercambiar o intercruzar el germoplasma dentro de un rango de latitudes y de altitudes mucho mayor. Los programas de mejoramiento del maíz tropical pueden aprovechar e incluir ciertos materiales altamente seleccionados y productivos de la zona templada, mientras que los programas de mejoramiento en las latitudes más altas pueden hacer uso de la variabilidad genética existente en colecciones tropicales.

En colaboración con el ICA se sembraron dos ensayos en 1973 para confir-

mar resultados previamente obtenidos en Colombia sobre la sensibilidad al fotoperíodo y a la temperatura del maíz, (ver Informes Anuales del CIAT de los años 1971 y 1972).

Utilizando los estados de crecimiento obtenidos y publicados por Bonnett y Leng y los criterios utilizados en el CIAT desde el comienzo de las investigaciones sobre fotoperiodismo en maíz estos dos ensayos fueron observados durante todo su ciclo de crecimiento. El Cuadro 6 presenta información sobre el estado de crecimiento de cinco genotipos en dos fechas específicas: 36 y 56 días después de la germinación. En ambas fechas hay una diferencia significativa entre los estados de crecimiento a 2 m y 15 m de distancia de la fuente de luz. Esto confirma las observaciones previas de una intensidad crítica para una respuesta mayor al fotoperíodo, con una intensidad crítica de luz entre 4 y 5 bujías-pie. Hay una reacción adicional inicial entre 15 m y 30 m; un atraso menos pronunciado pero consistente en diferenciación y en floración ocurre en la mayoría de genotipos tropicales a intensidades intermedias de 1 a 2 bujías-pie hasta 4 a 5 bujías-pie.

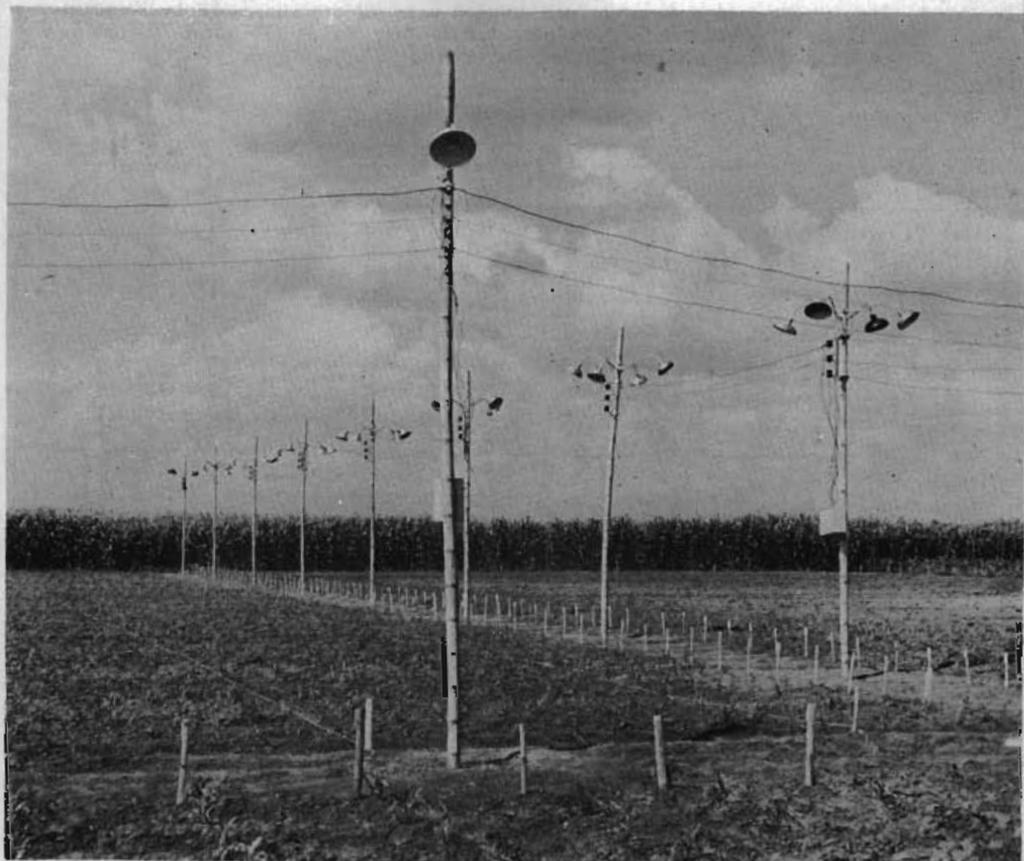
Cuadro 6. Estados de crecimiento de la planta de maíz (1 a 20E) y sensibilidad al fotoperiodismo, de cinco genotipos de maíz sometidos a tres distancias de la fuente luminica, en dos localidades de Colombia (Turipaná = T y Palmira = P)

Genotipo	36 días						56 días						Sensibilidad
	2 m		15 m		30 m		2 m		15 m		30 m		
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
H-154	4	2	9	6	10	10	11	9	20E	15	F	18	Sensible
H-207	5	3	9	10	11	10	10	12	20E	17	F	18	Sensible
Eto Blanco	5	2	8	3	11	7	11	8	19	13	F	17	Sensible
Minita CVSME	6	4	10	10	11	11	12	9	20E	17	F	18	Sensible
Zap. Chico	13	13	17	13	20	17	F	F	F	F	F	F	Insensible

Abreviaciones utilizadas: 1 a 20; clasificación tomada de los estados de crecimiento, Growth Stages, (Bonnet and Leng, interpretada en el CIAT por Francis et al).

20E = Etapa de crecimiento de la planta de maíz en la cual aparece la espiga.

F = Floración.



La luz artificial se emplea en dos localidades de Colombia en donde se lleva a cabo una investigación con diferentes materiales de maíz y con el propósito de prolongar las horas de luz natural del día para hacer estudios de fotoperíodo.

Comparando las localidades en donde se hizo esta investigación (Turipaná y Palmira) se observó un desarrollo más rápido y la floración ocurrió más temprano en la estación de tierra baja de Turipaná. La diferencia de  $4^{\circ}\text{C}$  de temperatura produjo una diferenciación más rápida, como se observa en los datos con 2 m y 36 días entre las dos localidades y en floración más temprana como lo muestran los datos que corresponden a 30 m y 56 días en Turipaná. Sin embargo, la sensibilidad absoluta en términos de estado de crecimiento entre las distancias, 2 m vs 15 m y 15 m vs 30 m, fue prácticamente idéntica en las dos localidades, a pesar de las diferencias de temperatura.

Los efectos del fotoperíodo y de la temperatura en el número de hojas y altura de planta en las dos localidades no indican diferencia en la tasa de crecimiento entre las tres distancias de la fuente de luz (la cual da las diferentes intensidades de la luz utilizada para prolongar el día); esto confirma observaciones previas de que no hay efecto del fotoperíodo en la tasa de crecimiento, ya sea medido por número de hojas o por altura de planta.

El período comprendido entre la floración a la madurez fisiológica del maíz es el más importante en términos de producción fotosintética que transporta material elaborado en las hojas directa-

Cuadro 7. Días transcurridos desde la germinación a la diferenciación,\* a la floración y a la madurez fisiológica bajo períodos de días largos (17 horas) y días normales (12.5 horas) en dos localidades (1973B).

Turipaná (40 m de altura, 28°C temperatura media anual)												
Genotipo	Días largos				Días cortos				Diferencia			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ICA H-207	34	39	60	133	20	35	48	103	14	4	12	30
ICA H-302	41	39	54	134	25	34	48	107	16	5	6	27
Eto Amarillo	32	42	55	129	22	38	47	107	10	4	8	22
Zap. Chico	18	30	43	91	17	24	42	83	1	6	1	8
Palmira (1000 m de altura, 24°C temperatura media anual)												
ICA H-207	38	46	52	136	26	34	48	108	12	12	4	28
ICA H-302	38	46	54	138	29	35	42	106	9	11	12	32
Eto Amarillo	39	51	48	138	30	40	37	107	9	11	11	31
Zap. Chico	19	36	38	93	18	30	37	85	1	6	1	8

\* Diferenciación de espiga y mazorca.

Se establecieron cuatro períodos que cubren el ciclo de la planta así:

A = germinación a Diferenciación; B = Diferenciación a Floración; C = Floración a Madurez Fisiológica; D = Germinación a Madurez Fisiológica.

mente a la mazorca en desarrollo. La prolongación de este período ha sido sugerida como una manera de aumentar el potencial de producción. Los efectos del fotoperíodo en el ciclo de crecimiento en las dos localidades se observan en el Cuadro 7. Hay una demora definitiva en la diferenciación, floración y madurez durante los días largos en cada localidad en las tres variedades sensibles expuestas a la luz del día. No se observó ninguna diferencia significativa en la variedad insensible Zapalote Chico procedente de México. Aunque las diferencias entre días cortos y largos fueron más evidentes en la primera fase de crecimiento hasta la diferenciación en Turipaná, hubo demora definitiva tanto en la floración como en la madurez fisiológica debido a los días largos. Esta observación tiene un contraste directo con algunos informes publicados que atribuyen todos los efectos de la madurez retardada que se presenta en los días largos a la demora en la diferenciación del punto de crecimiento. Ante la contradicción que se presenta entre la observación que hemos hecho y la información previa, estos estudios deben proseguirse posteriormente.

## ENTOMOLOGIA

El daño causado por insectos, especialmente el ocasionado por *Spodoptera frugiperda* y *Diatraea* spp., limita severamente la producción del maíz en la Zona Andina. El énfasis de los estudios entomológicos se ha puesto en el control de estas dos graves plagas, concentrando la investigación en cuatro áreas:

1. Resistencia varietal: Selección del germoplasma para encontrar resistencia a *Spodoptera* sp. y a *Diatraea* spp.
2. Control químico: El combate directo de *Spodoptera* sp. y el efecto residual sobre *Diatraea* spp. se ha concentrado en experimentación con insecticidas granulados que son aplicados al cogollo y que tienen un efecto mínimo sobre los predadores benéficos.
3. Control microbiológico: Ensayos con *Bacillus thuringiensis* para controlar *Spodoptera frugiperda* y el nematodo *Neoplectana carpocapsae* para controlar, tanto de *Spodoptera* sp. como de *Diatraea* spp.

4. Control biológico: Liberación de parásitos para formar una amplia área de control de *Diatraea* spp.

#### Resistencia varietal

Un método para reducir el ataque de los insectos y minimizar las pérdidas en las cosechas es el desarrollo y uso de variedades con un grado de resistencia lo más alto posible. Se evaluó un grupo de 400 progenies de braquíticos blancos obtenidos en cruces fraternos y 132 familias de medio hermanos con tipo braquítico en el lote dedicado a mejoramiento genético. Esta evaluación se hizo al efectuar la selección del próximo ciclo de progenies. De esta evaluación se seleccionaron 34 progenies, las cuales mostraron resistencia relativa, y cinco materiales adicionales del Grupo Antigua. La clasificación en el campo se

basó en el porcentaje de plantas con larvas presentes de *Spodoptera* sp.

De los 39 genotipos, 16 fueron descartados y en las parcelas se seleccionaron de dos a cuatro plantas por surco que mostraban el daño menos aparente para efectuar luego una polinización de sibes. Los materiales más resistentes entre la Antigua Gpo. 2 x República Dominicana, y las progenies braquíticas probadas, mostraron de 11 a 15 por ciento de plantas afectadas, mientras que las más susceptibles en el ensayo tenían un daño del 32 por ciento. La selección de progenies en el programa de mejoramiento en el momento de la cosecha, siempre incluye una evaluación visual rápida del daño causado por el barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), cuando los tallos son cortados longitudinalmente para comprobar su resistencia a este insecto.

Cuadro 8. Control químico y microbiológico de *Spodoptera* sp. y efecto residual en *Diatraea* spp. en tres genotipos de maíz

Genotipo	Nombre del producto	Dosis <sup>1</sup>	Control	Daño a	Rendimiento
			<i>Spodoptera</i> %	<i>Diatraea</i> %	(kg/ha)
ICA H-253	Furadan (LTR) 3%	750	71	45	4,233
	Cyrolane 2%	500	99	49	4,013
	Hoe-2960 2%	400	99	61	3,789
	Cebiran 3%	600	94	60	3,671
	<i>B. thuringiensis</i>	7,500 <sup>2</sup>	28	65	2,846
	Testigo	—	—	69	2,667
ICA H-207	Furadan (R) 3%	750	65	23	5,700
	Cyrolane 2%	500	97	45	5,300
	Thiodan 3%	750	93	40	5,300
	Cebiran 3%	600	91	59	5,200
	Dipterex 3%	600	89	57	4,900
	Nematodo	200-300 <sup>3</sup>	16	56	4,800
	Cutvel 2.5	500	91	70	4,600
	Dipel 3.2%	16,000 <sup>2</sup>	50	51	4,500
	Testigo	—	—	61	4,400
	Compuesto braquítico	Furadan (R) 3%	750	56	30
Thiodan 3%		750	48	33	4,200
Cyrolane 2%		500	97	48	4,100
Cebiran 3%		600	63	51	3,900
Dipterex 3%		600	71	49	3,800
Dipel 3.2%		16,000 <sup>2</sup>	34	50	3,800
Nematodo		200-300 <sup>3</sup>	15	58	3,300
Cutvel 2.5		500	62	73	2,800
Testigo		—	—	55	3,400

1 Dosis expresada en gramos del ingrediente activo por hectárea.

2 *Bacillus thuringiensis*: los números indican las unidades internacionales de potencia por miligramo.

3 *Nepalectana carpocapsae*: número de nematodos por planta.

## Control químico y microbiológico

El ataque y el daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es más severo durante los primeros 30 días del ciclo vegetativo. Este es el período más crítico para el control. Varios productos probados también tenían un efecto residual en el control de *Diatraea* spp. Los resultados obtenidos en tres ensayos se incluyen en el Cuadro 8; en ellos se muestra que la producción más alta en cada uno de los tres genotipos del maíz se obtuvo al utilizar Furadan (R) al 3 por ciento. No hay correlación entre el rendimiento y el control de *Spodoptera* sp. utilizando productos granulados, ya que los tratamientos con el mejor control para cogollero no fueron necesariamente los mejores rendidores. El Cuadro 8 también muestra la importancia del efecto residual de los productos que son aplicados en la población de *Diatraea* spp., habiéndose encontrado una relación directa entre altos rendimientos y el daño más bajo causado por el barrenador del tallo. Estos estudios fueron hechos como parte del trabajo de tesis de dos estudiantes de la Facultad de Agronomía de Palmira, Universidad Nacional.

Otro problema serio, dentro del complejo de insectos del suelo en la granja

del CIAT, es un pequeño ciempiés que destruye el embrión, especialmente cuando se hacen prácticas de labranza mínima. Para controlar este insecto y otras larvas del suelo se estableció un ensayo en el que la semilla de maíz fue protegida con Furadan al 75 por ciento y el líquido adhesivo Triton AE. La semilla fue empapada con la solución de insecticida y de adhesivo. Las parcelas con población más alta de plantas fueron aquellas tratadas con 500 gramos de ingrediente activo.

En un ensayo hecho en el campo y en el laboratorio se examinaron las posibilidades de control de *Spodoptera* sp. con el nematodo *Neoalectana carpocapsae*. En el ensayo de laboratorio el nematodo mostró gran efectividad a 48 y 72 horas después del tratamiento con la dosis más alta (4.000 nematodos por larva). Bajo condiciones de campo, hubo una reducción marcada en las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* con una aplicación de 4.000 nematodos por planta, especialmente cuando había una alta humedad relativa. Las aplicaciones fueron hechas con una bomba de espalda, aplicando una presión de 60 lbs/pulg<sup>2</sup> procurando que el producto se introduzca en el cogollo. En el Cuadro 9, se presenta la población de *Spodoptera* sp. por tratamiento, a tres diferentes

Cuadro 9. Población de *Spodoptera frugiperda* después de haber aplicado un tratamiento para su control, bajo tres concentraciones de nematodos (*Neoalectana carpocapsae*) y tres edades de la planta.

Tratamiento (Nematodos/planta)	Edad de la planta al aplicar el tratamiento					
	8 días		15 días		30 días	
	Inicial <sup>1</sup>	Final <sup>2</sup>	Inicial <sup>1</sup>	Final <sup>2</sup>	Inicial <sup>1</sup>	Final <sup>2</sup>
4.000	10.3	4.3	16.0	7.2	22.0	15.0
2.000	9.6	5.0	16.0	8.0	22.3	16.3
1.000	9.6	7.3	15.3	10.3	23.0	21.0
Testigo absoluto	10.0	9.3	15.6	14.3	23.6	24.3
Testigo químico <sup>3</sup>	10.3	4.0	14.3	4.6	23.3	6.3

1 Recuento de poblaciones larvales hechas 24 horas antes de la aplicación.

2 Recuento de poblaciones larvales hechas 96 horas después de la aplicación.

3 Dipterex 80, a razón de 1.5 kg/ha del producto comercial.

edades de la planta. Las diferencias entre el tratamiento químico (testigo) y el mejor tratamiento con nematodos (la concentración más alta) no fueron significativas, pero el control por nematodos fue evidente cuando se comparó con el testigo absoluto (sin tratamiento). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos a los 30 días.

### Control biológico

Aproximadamente, 10.000 moscas de las especies *Paratherisia claripalpis* fueron liberadas durante los primeros seis meses de este año, aumentando, el parasitismo en el campo del 3 al 7 por ciento. Además, se encontró en el campo, un parásito de *Paratherisia* sp. el cual fue identificado por el Dr. B. D. Burks

(USA) como *Signophora dipterophaga* Girault.

### ECONOMIA AGRICOLA

En el año 1973 el trabajo relacionado con la economía del cultivo del maíz durante 1973 se limitó a un análisis de información recolectada de pequeños agricultores. El propósito de este estudio fue detallado en el Informe Anual del CIAT, 1972. El Cuadro 10 informa sobre las características de las muestras y el uso de insumos. El análisis no se ha terminado aún.

Como lo muestra este cuadro, la producción fue baja, aproximadamente de 700 kg/ha como promedio. El uso de

Cuadro 10. Características de la muestra agrupadas por altura de los terrenos cultivados y por sistemas de siembra, y utilización de insumos (información preliminar obtenida en 372 fincas)

Altura <sup>1</sup>	0-1.0		1.1-2.5		2.6-3.0		Total
	A	B	A	B	A	B	
Sistema de cultivo <sup>2</sup>							
Número de agricultores entrevistados	74	48	96	47	31	76	372
Promedio de tamaño de las fincas (hectárea)	5.0	3.3	3.1	9.2	13.9	1.6	4.8
Promedio de la extensión de las plantaciones de maíz (hectáreas)	1.1	0.8	0.8	0.7	1.0	0.4	0.8
Promedio de los rendimientos obtenidos (kg/ha)	823	594	726	515	480	776	709
<b>Uso de insumos (porcentaje de agricultores)</b>							
Semilla mejorada	8.1	2.1	6.2	4.2	0.0	1.3	4.3
Fertilizantes para siembras de maíz	9.4	27.1	34.4	57.4	51.6	64.5	39.0
Fertilizantes para otros cultivos	12.2	31.2	10.4	6.4	0.0	3.9	10.8
Insecticidas para siembras de maíz	25.7	66.7	9.4	17.0	29.0	5.1	35.8
Insecticidas para otros cultivos	2.7	8.3	6.3	8.5	0.0	0.0	4.3
Herbicidas	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.6
Asistencia técnica	4.0	6.2	2.1	6.4	3.2	2.6	3.8
Facilidades de riego	13.5	0.0	1.0	2.1	0.0	n. obt.	n. obt.
Crédito para agricultores	1.3	31.2	2.1	0.0	3.2	2.6	5.6
Preparación de los terrenos de cultivo con maquinaria	18.9	58.3	10.4	2.1	25.8	35.5	23.7

1 Expresada en miles de metros.

2 Las cifras bajo la letra A se refieren a monocultivos. Las cifras bajo la letra B se refieren a cultivos intercalados. n. obt. = no obtenibles.

insumos comprados también fue bajo. La semilla mejorada se utilizó sólo en 4.3 por ciento de las fincas. Aunque el 39 por ciento de los agricultores utilizó fertilizantes para la siembra de maíz, las cantidades usadas fueron mínimas. La asistencia técnica sólo llegó a pocos agricultores. Los datos serán analizados más a fondo para determinar las razones para el bajo uso de insumos.

La enfermedad más común en las fincas visitadas fue *Helminthosporium* seguida por *Phyllacora* y roya. El insecto más común fue *Spodoptera*, seguido por *Diatraea*. Se están haciendo esfuerzos para calcular el efecto depresivo en la producción causado por los insectos y las enfermedades que han sido encontrados en las plantaciones, con el fin de ayudar a establecer prioridades en cuanto a investigaciones relacionadas con variedades de maíz resistentes a enfermedades e insectos.

## ADIESTRAMIENTO

Durante 1973, en el programa de maíz del CIAT ocho becarios recibieron adiestramiento; estos becarios hicieron experimentos, tanto en el campo como en el laboratorio. Seis agrónomos colombianos terminaron su adiestramiento en producción e investigación; tres han continuado en el CIAT como miembros del equipo de maíz, a cargo de las investigaciones en fisiología, agronomía y nutrición. Además, dos especialistas de Ecuador y Nepal fueron adiestrados en el trabajo de investigación sobre calidad proteínica del maíz incluyendo procedimientos tanto en el campo como en el laboratorio, así como selección de nuevos tipos de endosperma duro, los cuales son importantes para el desarrollo de las zonas de tierra baja de sus países.

Los cursos de Adiestramiento para Especialistas en Producción de Cultivos y en Producción de Semillas brindaron adiestramiento en maíz a 26 becarios con un equivalente de 2.0 hombre-años.

El personal del programa de maíz presentó diversos tópicos en los dos cursos.

Varios estudiantes de la Facultad de Agronomía de Palmira trabajaron en el programa durante las vacaciones con el propósito de obtener experiencia práctica en la producción e investigación en relación con el cultivo de maíz. Dos estudiantes del último año de agronomía completaron sus proyectos de tesis en entomología de maíz; uno de ellos está trabajando como asistente de investigación en el programa de maíz del CIAT.

A principios de 1973, el CIAT y el INIAP patrocinaron un curso de adiestramiento que se celebró en Pichilingue, Ecuador. En este curso ocho técnicos recién graduados en Agronomía recibieron experiencia práctica e información específica en diferentes aspectos de la producción de maíz. Esta experiencia preparó a los agrónomos para hacer una labor práctica en el campo de la Extensión Agrícola dentro de un esquema intensivo de producción de maíz para la zona. Dos técnicos del CIAT que integran los programas de adiestramiento fueron enviados a Pichilingue por un período de dos meses y medio cada uno. Compartieron responsabilidades en la planeación de las actividades diarias, en la supervisión del trabajo práctico en la Estación Experimental, así como en la conducción de ensayos sembrados por los agricultores en el área Pichilingue-Quevedo. Otros cinco técnicos del CIAT también participaron en las conferencias y discusiones sobre tópicos específicos. Los científicos de investigación del INIAP y los especialistas en cultivos compartieron gran parte de la responsabilidad del curso.

Este curso fue una excelente oportunidad para demostrar los métodos de adiestramiento "en el campo" que utiliza el CIAT. Este tipo de prácticas está siendo adoptado actualmente en los cursos de adiestramiento del INIAP en Ecuador, y será utilizado en el CIAT

para organizar cursos similares en otros países por invitación de las entidades nacionales.

## ACTIVIDADES INTERNACIONALES

Las actividades del Programa de Maíz están enfocadas hacia su aplicación en la Zona Andina, procurando incluir los problemas que son de preocupación general en los diferentes programas nacionales de la región. Las prioridades que ha establecido el CIAT en el desarrollo del Programa de Maíz han sido señaladas en los problemas de la zona que limitan la producción. En consecuencia el programa está diseñado para colaborar con programas nacionales con el propósito de resolver tales problemas. Las actividades específicas que se han realizado durante el año pasado incluyen:

### **Selección, generación y pruebas de germoplasma**

Las progenies de planta baja y maíz braquíptico del CIMMYT, así como una variedad opaco-2 amarilla de endosperma duro, han sido seleccionadas en Palmira, aumentadas y enviadas a programas nacionales y a compañías comerciales productoras de semilla.

En el año entrante, habrá disponibilidad de nuevas fuentes de germoplasma ya sea como poblaciones selectas o como variedades establecidas.

### **Ensayos regionales uniformes**

El primer ciclo de ensayos regionales de híbridos y variedades comerciales de la Zona Andina para el trópico (ENZAT) y la sierra (ENZAS) ha sido sembrado en 1972 y 1973. Algunos de los resultados obtenidos ya han llegado al CIAT; las series completas de ensayos serán analizadas tan pronto como estén disponibles todos los resultados.

## **Reunión anual en Cochabamba**

La reunión anual de maiceros de la Zona Andina tuvo lugar en Cochabamba, Bolivia, en marzo de 1973. Aproximadamente 30 especialistas procedentes de 10 países asistieron a las sesiones de trabajo. El elemento más significativo de la reunión fue la presentación de los planes cooperativos de trabajo de los tres comités que integran el grupo de técnicos; 1) Mejoramiento de la planta; 2) Protección vegetal y 3) Agronomía - Suelos - Fisiología. La próxima reunión tendrá lugar en Maracay, Venezuela, en agosto de 1974.

### **Seminario especial sobre protección vegetal**

En febrero de 1973 tuvo lugar en el CIAT un seminario sobre protección vegetal e integración de equipos de investigación con la asistencia aproximada de 15 profesionales en Entomología, Patología y Mejoramiento. Las prácticas en el campo y en el laboratorio dieron énfasis a la importancia del trabajo integrado para seleccionar maíz de acuerdo con las diferentes necesidades y resolver los problemas de la producción. (Algunos especialistas en Protección Vegetal del CIMMYT ayudaron en la organización e implementación de este seminario).

### **Adiestramiento**

Durante el año 1973, seis agrónomos colombianos y dos técnicos de Ecuador y de Nepal recibieron adiestramiento en áreas específicas de investigación y de producción. Además, se llevó a cabo en Pichilingue, Ecuador, un curso especial anteriormente descrito para varios técnicos ecuatorianos.

### **Boletín informativo**

Se publicaron y distribuyeron cuatro números del boletín regional "El Maicero". Esta publicación informa a

los técnicos maiceros de América Latina sobre resultados de investigaciones hechas en el CIAT, noticias e informes de programas nacionales, anuncios de reuniones y publicaciones, y una lista de nombres y direcciones de maiceros de la región.

### **Viajes internacionales**

Las visitas que se hicieron a los países en la zona brindaron al personal

del CIAT que integra el Programa de Maíz la oportunidad de observar las experiencias obtenidas en los programas nacionales de la zona, adquirir nueva información y compartir conocimientos con el propósito de forjar planes de acción, diseñar programas y establecer prioridades con miras a un mayor desarrollo y aprovechamiento del cultivo de maíz en las áreas bajas tropicales.

# **Sistemas de Producción de Arroz**

## AGRONOMIA

Las actividades del programa de arroz están dirigidas hacia el incremento de los rendimientos de arroz de riego en las fincas de los trópicos americanos. Los programas nacionales de arroz han aceptado rápidamente los resultados obtenidos por la investigación llevada a cabo en el CIAT y los que ha logrado el Instituto Internacional para Investigaciones del Arroz (IRRI). Los esfuerzos llevados a cabo por los programas nacionales, en relación con las demostraciones hechas a nivel de finca y con la distribución de semilla de las nuevas variedades, han estimulado un alto grado de adopción de la nueva tecnología en diferentes países.

Las variedades CICA 4, IR22, IR8 y selecciones de materiales suministrados por el CIAT y el IRRI se han sembrado en grandes extensiones de las áreas arroceras de México, Cuba, Costa Rica y otros países centroamericanos, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Los aumentos en rendimientos han sido excelentes. En Colombia, la nueva tecnología ha permitido aumentar los rendimientos de 3.0 a 5.2 toneladas por hectárea en la totalidad de la zona irrigada desde 1966.

Como era de esperarse, el añublo comienza a disminuir los rendimientos de las nuevas variedades cultivadas en Colombia y en otros países. Este problema continuará presentándose en siembras futuras lo cual indica la urgente necesidad de encontrar nuevas variedades que sean resistentes al añublo.

Los esfuerzos y recursos de los agrónomos se concentraron en la multiplicación de semillas de líneas genéticas promisorias.

### Multiplicación de semillas

Se cultivaron seis líneas promisorias en áreas cuya extensión variaba entre 0.4 y 1.8 hectáreas con el fin de evaluar el rendimiento y la capacidad de molienda bajo condiciones comerciales simuladas. El aumento de estas existencias de semilla básica tiene por objeto suplir las necesidades de los programas nacionales de multiplicación de semillas.

Se descartaron tres líneas por ser susceptibles a *Pyricularia oryzae* y por tener características agronómicas indeseables en tanto que otras tres se cosecharon y procesaron para distribución de semilla pura.

Al hacer una prueba comercial con dos toneladas, se encontró que la selección P723-6-3-1, resistente al añublo tiene una extraordinaria calidad de molienda, buen grano y un rendimiento aceptable en el campo. La selección P738-137-4-1 tiene una excelente capacidad de rendimiento, buena calidad de molienda y un grano superior al del CICA 4. La tercera línea, IR5-164-2-2, tiene buena resistencia de campo al añublo pero sufre de "panza blanca".

El ICA recibió una tonelada de cada una de las dos primeras líneas mencionadas para iniciar la producción de semilla básica; se enviaron 100 kilos de P723-6-3-1 a Guyana, en donde las variedades locales son severamente atacadas por el añublo. Se enviaron pequeñas cantidades de semilla pura a Brasil, Honduras, Guatemala, Costa Rica y Panamá.

#### Fuente de nitrógeno para cultivos de arroz en seco

Este experimento se estableció en el Centro de Investigaciones del ICA en Turipaná, en un área severamente invadida de coquito (*Cyperus rotundus*). Quince días después de hacer la siembra, la variedad CICA 4 recibió un tratamiento consistente en una mezcla de nueve litros/ha de Stam F-34 y un litro/ha de 2,4,5-T para controlar el coquito.

Hubo una buena respuesta al nitrógeno y los rendimientos aumentaron de 1.723 kg/ha en la parcela testigo a un promedio de 3.104 kg/ha y 3.803 kg/ha,



Molino experimental que se utiliza para preparar material con el que se harán análisis de calidad de molienda y de cocción de muestras representativas de nuevos cruces o selecciones de plantas individuales.



Una línea promisoría que es resistente al añublo del arroz es reproducida en un campo de multiplicación de semilla.

**Cuadro 1. Rendimiento de variedades y líneas prometedoras de arroz en ensayos de secano**

Variedad o número de pedigrí		Rendimiento promedio kg/ha
	<b>Variedades tradicionales</b>	
Bluebonnet 50		1,759
Miramono		1,680
	<b>Nuevas variedades enanas</b>	
CICA 4		3,453
IR5-64-2-2		2,925
IR930-2 x IR822-432		1,490*
IR930-53 x IR579-160		2,662*
IR930-2 x IR362-1-108-5		2,479*
IR442-2-58-1-1-2		2,936

\* Los rendimientos fueron afectados por cosecha del grano sobremaduro y por crecimiento tardío de malezas.

respectivamente, en parcelas que recibieron aplicaciones de 50 y 100 kg de nitrógeno.

El efecto de la urea común y el sulfato de amonio fueron iguales o superiores a las formulaciones de urea revestida con azufre. El fósforo no produjo ningún aumento adicional en rendimiento.

#### **Prueba de variedades de arroz para cultivo en secano**

Este experimento, establecido en Turipaná, requirió tratamiento con la mezcla de Stam F-34 y 2,4,5-T para controlar el coquito que se mencionó anteriormente. El Cuadro 1 incluye las variedades empleadas y los resultados obtenidos.

Aunque hubo una disminución en los rendimientos a causa de la cosecha tardía y del crecimiento de malezas hacia el final de la estación en tres líneas incluidas en la prueba, todas las líneas, con excepción de una de ellas, produjeron rendimientos mayores que las variedades tradicionales de tallo largo.

#### **Deficiencia de hierro en suelos alcalinos**

Los suelos de la granja del CIAT son alcalinos y su pH varía entre 7.5 y más de 8.0. Al utilizar los métodos tradicio-

nales de preparación de terrenos y de siembra, los síntomas de deficiencia de hierro se presentan con alguna frecuencia siendo a veces tan severos tales síntomas que las plantas mueren a las pocas semanas de su brotamiento.

Se han empleado diferentes fuentes de hierro y métodos de aplicación con el fin de corregir este problema.

Los síntomas de deficiencia de hierro aparecieron a los pocos días del brotamiento de las plantas. Ninguno de los tratamientos produjo plántulas normales y vigorosas aunque la aplicación de cinco toneladas de azufre y de 200 kg/ha de sulfato ferroso dio resultados más satisfactorios que otros tratamientos.

En las parcelas en que se hizo aplicación foliar, los tratamientos con sulfato ferroso en una concentración de 3 por ciento y con el producto comercial Rayplex, el cual es una fuente de microelementos, los resultados obtenidos fueron mejores que cuando se aplicaron otros tratamientos. Fue necesario repetir tales aplicaciones a intervalos de una semana y aún así, no fue posible obtener plantas normales.

El anegamiento del terreno por un período de tres semanas antes de la siembra parece ser un buen método satisfactorio para corregir la deficiencia de hie-

rró. Cuando se realizó esta práctica, no se observaron síntomas de deficiencia de hierro en áreas en las que, en siembras anteriores siguiendo sistemas tradicionales de preparación de terrenos, las plantas de arroz habían muerto.

### Arroz rojo y mezclas varietales

Los campos de cultivo de arroz en los cuales se han sembrado por muchos años semilla que contiene mezclas de otras variedades y arroz rojo, no producen rendimientos satisfactorios ni el grano que se cosecha tiene buenas características de cocción y de molienda. Ni las prácticas recomendadas de control de malezas ni las de fertilización reducen las mezclas de grano ni mejoraron su calidad. Los métodos tradicionales de cultivo para eliminar las plantas indeseables que germinan en un arrozal son costosos, siendo necesarios varios años para eliminar del todo estas semillas de los campos arroceros.

En un experimento establecido en macetas en el invernadero se estudió el efecto del anegamiento y la combinación de anegamiento con prácticas de cultivo para el control del arroz rojo. El arroz rojo se sembró a una densidad que corresponde a 600 kg/ha y la semilla se mezcló con el suelo hasta una profundidad de 15 cm. Los resultados de este experimento aparecen en la Figura 1.

Los resultados obtenidos indican que el anegamiento por un período de tres a cuatro semanas reduce, de manera eficaz, la cantidad de semilla de arroz rojo presente en el suelo. A menos que el anegado sea profundo, el problema no se solucionará definitivamente pues algunas semillas tienen la capacidad de germinar bajo el agua, aun a una profundidad de cinco cm. Las semillas que no pudieron brotar en el agua durante el período en que se mantuvo el anegamiento, o sea, dos o tres semanas, se pudrieron.

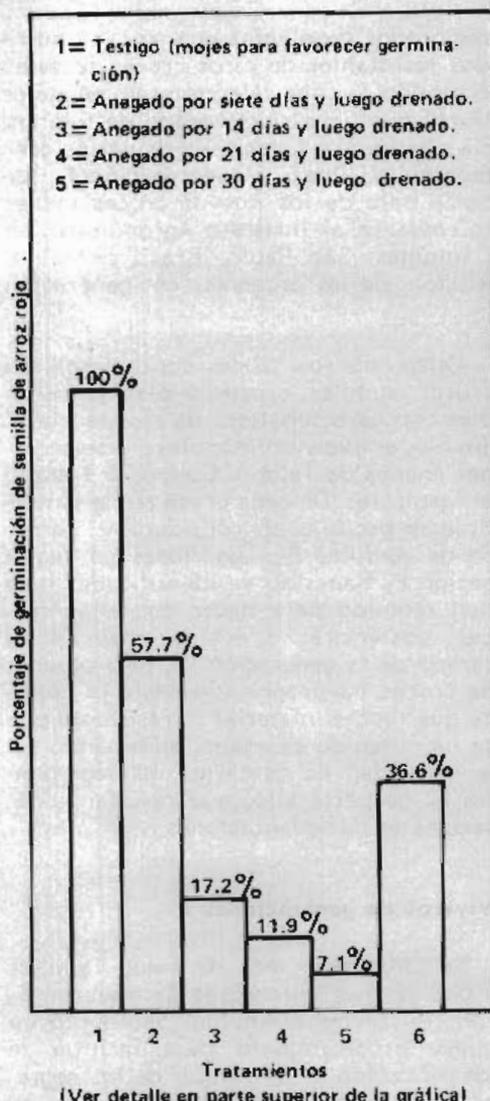


Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas de arroz rojo después de haber aplicado seis diferentes tratamientos.

## MEJORAMIENTO GENETICO

### Cruces

En 1973, se hicieron 102 nuevos cruces. De éstos, 35 fueron hibridaciones entre siete variedades superiores brasileras de secano y algunos tipos

mejorados de plantas enanas. Los híbridos resultantes de estos cruces se están cruzando con una selección semienana de IR442 que tiene cierto grado de tolerancia a la sequía. La semilla de varios centenares de líneas en segregación  $F_1$  de porte bajo de los nuevos cruces triples se enviarán al Instituto Agronómico, en Campinas, São Paulo, Brasil para evaluación de las progenies en generación  $F_2$ .

Otros nuevos cruces consistieron en cruces simples, cruces triples y múltiples con características de resistencia al añublo, empleando Monolaya y selecciones enanas de Tetep y Colombia 1 como progenitores. De cada cruce triple y múltiple se produjo un considerable número de semillas  $F_1$ . Las líneas en segregación  $F_1$  han sido ya identificadas y se han retenido para hacer con ellas cruces posteriores o evaluaciones en el campo de la generación  $F_2$ . El programa de cruces ha progresado hasta el punto de que todo el material  $F_2$  resistente que se ha obtenido es enano, eliminando así la necesidad de descartar los segregantes  $F_2$  de porte alto, que resultan indeseables en las plantaciones.

### Viveros de generaciones $F_2$

Se sembraron más de 1.460 familias y poblaciones numerosas de material  $F_2$  con resistencia al añublo. Se adoptó un nuevo procedimiento para facilitar la identificación en el campo de los segregantes resistentes en generación  $F_2$  en aquellos lugares en que no se presenta la enfermedad del añublo. La semilla  $F_2$  se siembra en viveros que tienen una infección natural masiva de añublo. Las plantas de aquellas progenies susceptibles se descartan cuando son apenas plántulas. Las familias segregantes se evalúan planta por planta y el material susceptible se descarta. Las plantas resistentes de las familias segregantes y de las que se consideran como resistentes, se transplantan al campo asegurándose de que todo el material de campo sea portador de resistencia. Las fami-

lias  $F_2$  también se evaluaron por su resistencia al insecto **Sogatodes**, por su calidad de cocción y por la apariencia del grano molido, características que servirán para hacer más restrictiva la selección del campo en selecciones posteriores.

### Viveros en generaciones $F_{3-6}$

Aproximadamente 12.000 surcos de plantas de pedigrí se sembraron directamente en el campo, en cinco siembras hechas a intervalos irregulares de febrero a septiembre. La mayor parte de este material estaba representado por cruces seleccionados para transmitir resistencia al añublo a determinados tipos de estructura de planta que tengan a su vez un grano satisfactorio. En todas las generaciones se evalúan las siguientes características: la reacción al añublo, la calidad de cocción, el aspecto del endosperma y la resistencia al insecto **Sogatodes**.

Ninguno de los cruces hechos en los últimos años utilizando Colombia 1, como fuente permanente de resistencia al añublo, se ha destacado suficientemente debido al posible ligamiento desfavorable de la característica de resistencia con el carácter dominante de estructura de planta y tipo de grano no satisfactorios. El cruce P881 = IR22 x (IR930 x Colombia 1) produjo unas pocas selecciones  $F_3$  promisorias que tuvieron un buen comportamiento en los ensayos preliminares de campo. Los granos obtenidos de 75 panículas de cada una de las cinco selecciones resistentes P881 fueron sembrados en parcelas grandes con el objeto de purificar y multiplicar la semilla de estos linajes y en generaciones posteriores evaluarla más ampliamente.

Algunas poblaciones relativamente pequeñas obtenidas de cruces triples que combinan las características de resistencia al virus de la hoja blanca, que tiene ICA 10 con un tipo mejorado de planta, están en generación  $F_3$ . Aunque las va-

riedades cultivadas a escala comercial son genéticamente susceptibles a la hoja blanca, no son atacadas por el virus a causa de su excelente grado de resistencia al vector *Sogatodes oryzae*. En vista de que se desconoce si la resistencia al insecto continuará brindando protección indefinidamente a las variedades contra el virus, el programa de Arroz del CIAT busca trasladar ambos tipos de resistencia a materiales genéticos básicos de tallo corto (tipos enanos).

### Ensayos de rendimiento

Durante el año, se hicieron ensayos de rendimiento con un pequeño número de selecciones nuevas que son susceptibles al añublo. Algunas de ellas tienen excelente rendimiento y buen tipo de grano. Además, son mucho más precoces que el CICA 4, lo cual es un indicio de un mayor grado de tolerancia a las bajas temperaturas. Las mejores selecciones fueron enviadas a Argentina y al Sur de Brasil para hacer una evaluación del comportamiento de este material en climas templados.

### Ensayos regionales

En 1972, se probaron en cuatro localidades de Colombia quince líneas promisorias en estado avanzado de selección. Seis de ellas se retuvieron para hacer una evaluación más amplia en el año 1973; con ellas, el ICA llevó a cabo

29 ensayos regionales en gran escala. Se efectuaron cuatro ensayos en estaciones experimentales y 25 en fincas. Cuatro fueron ensayos en cultivos de secano y seis se establecieron en suelos de baja fertilidad en los Llanos Orientales. Se descartaron tres de las seis líneas que habían sido anteriormente seleccionadas. Los rendimientos de las tres líneas restantes fluctuaron entre 6 y 8 ton/ha en las áreas más favorecidas y entre 2 y 4 ton/ha en los ensayos de secano y de los Llanos. El promedio de los datos de rendimiento de los 29 ensayos aparece en el Cuadro 2.

La selección P723 es resistente al añublo; rinde bien en ensayos de secano y tiene un grano con buenas características. La selección IR5 tiene un grado satisfactorio de resistencia al añublo en el campo, pero sufre de "panza blanca". La selección P738 es potencialmente susceptible al añublo pero combina un grano de buena calidad con un excelente rendimiento.

Estas tres selecciones se multiplicaron en terrenos de la sede del CIAT durante la fase final de los ensayos regionales. Se entregó al ICA una cantidad suficiente de semilla obtenida en lotes de multiplicación del CIAT con la cual se podrá sembrar 10 hectáreas de cada selección, con el fin de producir semilla básica. Otro lote para multiplicación

Cuadro 2. Rendimiento promedio obtenido en 29 pruebas regionales (expresado en toneladas por hectárea, con un contenido de humedad en el grano del 14 por ciento) de tres nuevas variedades de arroz que son muy promisorias y de cuatro variedades testigo (1973)

Cruce o variedad	Pedigrí	Rendimiento tons/ha
IR930-2xIR822-432	P723-6-3-1	5,116
IR930-53xIR579-160	P738-137-4-1	5,918
Peta x Tangkai Rotan	IR5-64-2-2	5,188
CICA 4		5,515
IR8		5,074
IR22		4,640
Bluebonnet 50		3,570

final se sembró también con esta semilla en los terrenos del CIAT, a finales del año 1973. Posiblemente, a comienzos de 1974, una o varias de estas selecciones serán consideradas como nuevas variedades de arroz, después de haber completado el ciclo de ensayos de rendimiento y de observación que se debe seguir para obtener una nueva variedad y distribuirla entre instituciones y entidades cooperadoras.

## SUELOS

El principal énfasis se concentró en la producción de arroz de secano y se dedicó una parte del tiempo al trabajo con arroz de riego.

### Arroz de secano

Las condiciones extremas de acidez del suelo de las sabanas altas, tales como los Llanos Orientales, son uno de los principales factores limitantes en la producción de arroz de secano. El problema puede resolverse ya sea mediante el encalado del suelo para aumentar el pH o mediante la introducción de resistencia varietal.

### Encalado

Un experimento de encalado en macetas mostró que la aplicación de 6 tone-

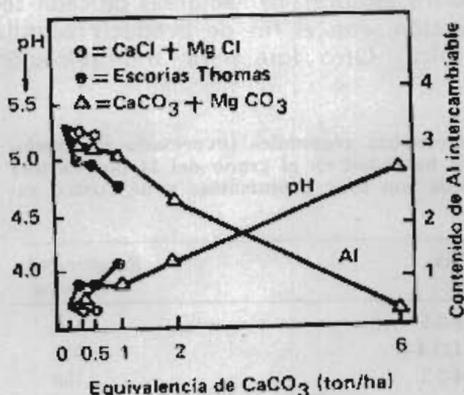


Figura 2. Efecto de las aplicaciones de tres fuentes de Ca y de Mg sobre el pH y el contenido de Al intercambiable en un suelo de Carimagua (experimento establecido en macetas en invernadero).

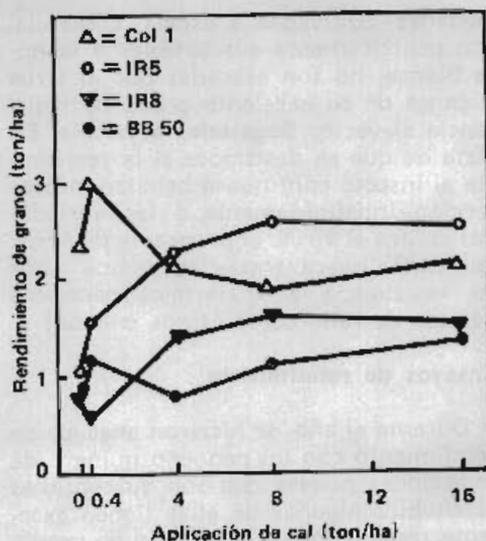


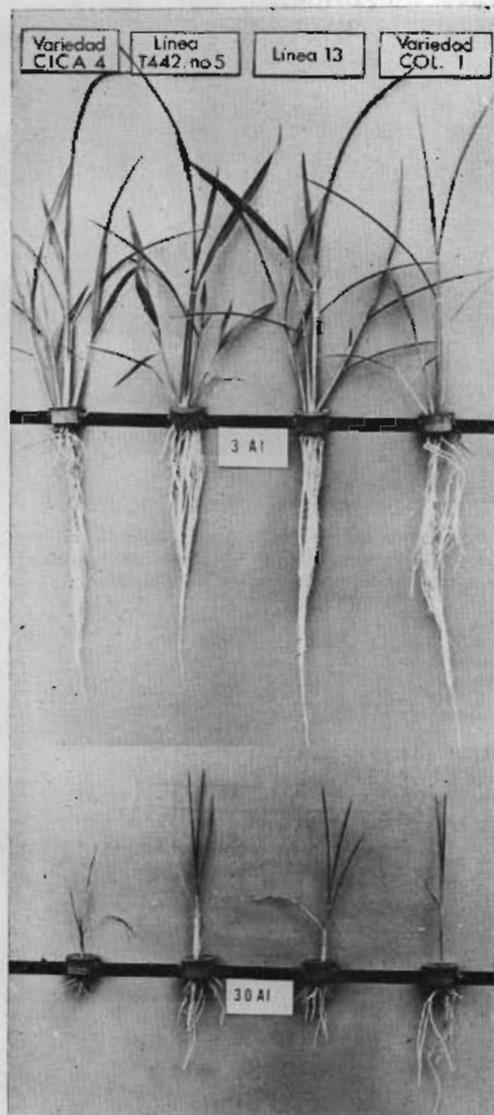
Figura 3. Efecto de diferentes niveles de aplicación de cal sobre el rendimiento de grano de cuatro variedades de arroz cultivadas bajo condiciones de secano, en Carimagua.

ladas/ha de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$  ( $\text{Ca/Mg} = 10$ ) aumentó el pH a 5.4 y eliminó casi todo el aluminio intercambiable (Figura 2). Utilizando escoria básica (equivalente a 60%  $\text{CaCO}_3$ ) como fuente de cal, el pH aumentó y el nivel de aluminio disminuyó más que con niveles comparables de cal. El cloruro de calcio, una fuente neutra de Ca, no tuvo ningún efecto en el nivel del pH pero en cambio disminuyó ligeramente el nivel de Al. Esta última fuente disminuyó los rendimientos mientras que el  $\text{CaCO}_3$  y la escoria básica los aumentaron de manera significativa, excepto en cantidades de 1 tonelada/ha.

Dos variedades enanas, IR5 e IR8, respondieron a la aplicación de 8 toneladas/ha de cal (Figura 3) en un experimento establecido en Carimagua para estudiar el efecto de cal x P. Las variedades altas, Colombia 1 y Bluebonnet 50 (BB50) mostraron una gran respuesta al primer incremento de 0.4 ton/ha de cal pero no hubo ninguna respuesta positiva con la aplicación de mayores cantidades de cal. La respuesta negativa de

estas variedades a la cal se debió principalmente al volcamiento y a daños causados por los pájaros. Aunque se apreció una marcada respuesta visual a las aplicaciones de P en las primeras etapas

de crecimiento, no hubo una respuesta positiva al determinar el rendimiento de grano, quizás a causa del aumento de casos de añublo en el cuello de las panículas en plantas de IR8 e IR5 y a casos de volcamiento y de daño por pájaros en plantas de Colombia 1 y BB 50, a mayores niveles de P.



La relación entre la longitud de las raíces obtenidas en una solución que contiene 30 ppm de aluminio con la longitud de las raíces de una solución que contiene 3 ppm de aluminio es utilizada como un indicativo de la tolerancia que tiene una variedad a los altos niveles de aluminio en el suelo. Esta relación se denomina longitud relativa de la raíz, o abreviadamente, LRR.

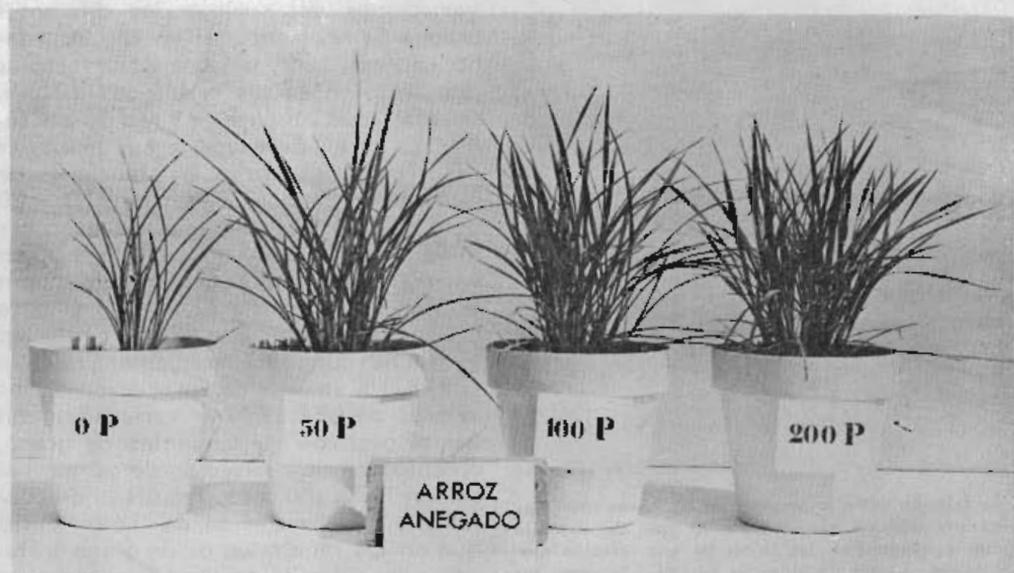
### Resistencia varietal a la acidez del suelo

Las variedades de arroz difieren considerablemente en el grado de tolerancia a la acidez del suelo. Con el fin de identificar variedades tolerantes al aluminio, se seleccionaron en Carimagua cerca de 1.000 líneas del IRR! y del CIAT con niveles de cal de 0.5 y 6 toneladas/ha simultáneamente con 40 variedades con niveles de 0 y 2 toneladas/ha. A las seis semanas de edad, se evaluaron las características de resistencia a la acidez del suelo y al añublo. Se cosechó una replicación cuando alcanzó la madurez.

En vista de que las selecciones de campo toman mucho tiempo y de que las variaciones del suelo y los diferentes grados de resistencia al añublo y al daño causado por pájaros son factores que influyen en los resultados finales, se desarrolló un método rápido de selección en el invernadero. Las plántulas de arroz se siembran en soluciones de nutrimentos a dos niveles de Al-3 y 30 ppm. A las tres semanas de edad, se mide la longitud de la raíz y la relación entre la longitud radicular a 30 ppm de Al y a 3 ppm de Al se emplea para indicar la tolerancia al Al. Esta relación se llama longitud radicular relativa (LRR). Un análisis de correlación de los valores de LRR de 240 variedades con sus respectivos rendimientos de grano, obtenido en una selección de campo hecha en 1972, dio como resultado un coeficiente de correlación de 0.64. Puesto que en los rendimientos de grano influyeron muchos factores diferentes a la acidez del suelo, la correlación de los resultados obtenidos en el campo y de las pruebas hechas en el invernadero pare-



Comparación de plantas de la misma variedad de arroz sembrado en dos cultivos hidropónicos, uno con un contenido de 3 ppm de aluminio (izquierda) y otro con 30 ppm de aluminio (derecha). Nótese el crecimiento retardado que se debe a una mayor concentración de aluminio.



Respuesta de la variedad IR5 a cuatro niveles de aplicación de fósforo, en un suelo de Carimagua, bajo condiciones de anegamiento. Los números indican los niveles de aplicación de fósforo expresados como  $P_2O_5$  kg/ha.

ce correcta. Las variedades de arroz empleadas comúnmente en Colombia pueden enumerarse en el siguiente orden descendente de tolerancia al aluminio: Colombia 1, Monolaya, Bluebonnet 50, IR5, IR22, IR8 y CICA 4. Las nuevas líneas que se están multiplicando en el CIAT tienen una tolerancia similar a la del IR8.

### Fertilización del arroz de secano

El suelo de los Llanos Orientales presenta condiciones extremas de baja fertilidad, así como valores bajos de P, K, Ca y Mg. El contenido de materia orgánica es bastante alto pero la mayoría de los cultivos responde a la aplicación de nitrógeno. Un ensayo factorial incompleto de N x P x K hecho en Carimagua mostró una marcada respuesta visual al N y al P en las primeras etapas de crecimiento. Sin embargo, los rendimientos de grano fueron afectados negativamente por las aplicaciones de N, principalmente por el creciente daño causado por los pájaros en el Bluebonnet 50 y por el añublo en IR5. Las aplicaciones de P y K tuvieron un efecto positivo en estas dos variedades, especialmente en IR5.

La variedad IR5, sembrada en dos experimentos en macetas que contenían suelo de Carimagua, respondió al P y al K tanto en condiciones de secano como de riego en los casos en que las plantas no habían sufrido daños por añublo ni por pájaros (Figuras 4 y 5). Bajo condiciones de anegamiento, esta variedad respondió a una aplicación de 400 kg de  $P_2O_5$  y a 600 kg de  $K_2O$ /hectárea, mientras que bajo condiciones de secano hubo una respuesta positiva significativa sólo con 50 kg de  $P_2O_5$  y 100 kg de  $K_2O$ /ha. En general, los rendimientos del arroz de secano fueron bajos.

Colombia 1 respondió positivamente a la aplicación de P con 100 kg de  $P_2O_5$ /ha en un experimento de campo en el cual se compararon seis fuentes de P a niveles de 25, 50, 100 y 200 kg de  $P_2O_5$ . BB 50 no mostró una respuesta signifi-

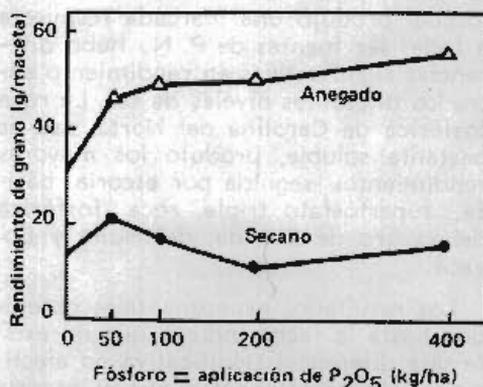


Figura 4. Efecto de las aplicaciones de fósforo sobre el rendimiento de grano, en arroz, variedad IR5, cultivado bajo condiciones de secano y de anegado, en un suelo de Carimagua (experimento en macetas).

cativa. Tampoco hubo una diferencia significativa en el rendimiento de Colombia 1 cuando se aplicaron superfosfato triple (SFT), escoria básica y roca fosfórica del Norte de Florida y del Departamento del Huila, en Colombia.

En un experimento similar hecho en macetas se compararon seis fuentes de P a un nivel de 200 kg de  $P_2O_5$ /ha con aplicación de 0 ó 2 toneladas de cal/ha,

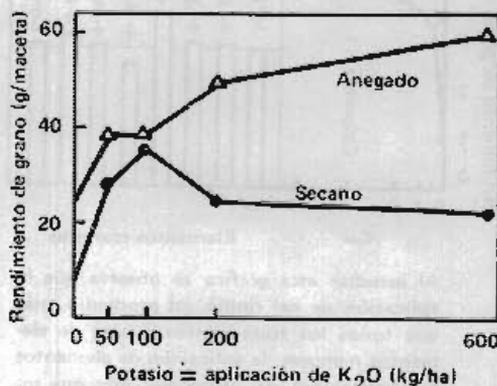
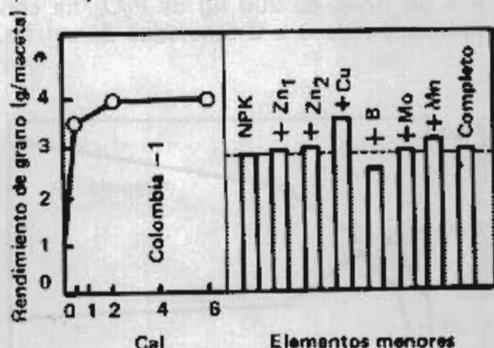


Figura 5. Efecto de la aplicación de potasio en el rendimiento de grano, en arroz, variedad IR5, cultivado bajo condiciones de secano y de anegado, en un suelo de Carimagua (experimento en macetas).

lo cual produjo una marcada respuesta a todas las fuentes de P. No hubo diferencias significativas en rendimiento entre los diferentes niveles de cal. La roca fosfórica de Carolina del Norte, que es bastante soluble, produjo los mayores rendimientos seguida por escoria básica, superfosfato triple, roca fosfórica del centro de Florida, del Huila y Boyacá.

Los resultados experimentales obtenidos hasta la fecha indican que no existe una diferencia significativa en efectividad agronómica entre SFT y escoria básica mientras que la roca fosfórica del Huila es un poco menos efectiva que el arroz de secano, en suelos ácidos.

En un experimento de campo establecido en Carimagua se estudió la interacción de la cal y los elementos menores. La Figura 6 muestra la respuesta de Colombia 1 al encalado, la cual indica una marcada respuesta a 0.5 toneladas de cal, un pequeño aumento adicional en rendimiento con 2 toneladas de cal y la falta de respuesta adicional con aplicaciones de 6 toneladas/ha. Entre los elementos menores, la aplicación de cobre produjo los mayores aumentos en ren-



Al estudiar esta gráfica se observa que la aplicación de cal rindió, en promedio, más que todos los tratamientos a base de elementos menores; la aplicación de elementos menores rindió, en promedio, más que todos los tratamientos a base de cal.

Figura 6. Efecto de la aplicación de cal y de elementos menores en el rendimiento de grano, de arroz, variedad Colombia 1, cultivado bajo condiciones de secano, en Carimagua.

dimiento, seguido por Mn (Figura 6). Las aplicaciones de Cu aumentaron el rendimiento en todos los niveles de cal mientras que las de Mn aumentaron el rendimiento en todos los niveles con excepción de los casos en los que el nivel de cal era de 6 toneladas.

Contrario a lo esperado, la aplicación de Mo disminuyó los rendimientos con niveles de 0 toneladas de cal pero produjo un aumento en los mismos con mayores niveles de cal. La aplicación de todos los elementos menores combinados disminuyó los rendimientos a niveles de cal de 0 pero en comparación con el testigo produjo aumentos sucesivos con cada incremento de cal. Esto indica que las aplicaciones de elementos menores adquieren mayor importancia a medida que aumenta el nivel de aplicación de cal.

### Arroz de riego

Como el nivel de silicio de las plantas de arroz cultivadas en los Llanos Orientales es bastante bajo, en un experimento hecho en macetas se estudió la fertilización con Si del arroz de riego, empleando la variedad IR8. Se aplicaron cuatro fuentes de silicio a tres niveles de  $\text{SiO}_2$ : escoria TVA, escoria colombiana, cascarilla de arroz y cascarilla de arroz quemada. La Figura 7 muestra la respuesta promedio obtenida en este experimento. Los rendimientos aumentaron significativamente con aplicaciones que no sobrepasaron 3 toneladas de  $\text{SiO}_2$ /ha. No hubo una diferencia significativa en el rendimiento de grano con escoria colombiana (33%  $\text{SiO}_2$ ), cascarilla de arroz (18%  $\text{SiO}_2$ ) ni cascarilla de arroz quemada (51%  $\text{SiO}_2$ ) pero en cambio, el rendimiento con escoria TVA (42%  $\text{SiO}_2$ ) fue ligeramente inferior.

### Arroz de secano y de riego

Muchas áreas de los Llanos Orientales, especialmente la parte norte del río Meta, son secas durante la estación seca pero se inundan durante la estación lluviosa. Un experimento hecho en

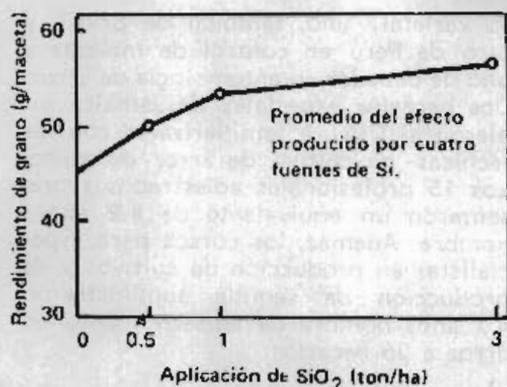


Figura 7. Efecto de la aplicación de SiO<sub>2</sub> en el rendimiento de grano, en arroz, variedad IR3, cultivado bajo condiciones de secano, en un suelo de Carimagua. Promedio de cuatro fuentes de Si (experimento en macetas).

macetas con suelo de esa área indicó que el suelo tiene un gran potencial para el cultivo de arroz de riego, por su bajo nivel de Fe. Como ocurre anegamiento natural, no se necesita equipo de riego, caballón ni la batida. La falta de control del agua puede causar anegamiento profundo en exceso y es necesario programar la preparación del terreno, el control de las malezas y la fertilización de manera precisa al comienzo de la estación lluviosa, antes de que el suelo absorba demasiada agua que impida el uso adecuado de maquinaria.

En Carimagua, se estudió el efecto de la profundidad del agua en cinco variedades, sembradas en tres fechas diferentes, en un área naturalmente anegada. Las variedades sembradas crecieron en parcelas largas de 3 m x 400 m, a lo largo de una ligera pendiente de 0.5 por ciento, aproximadamente. Durante la estación lluviosa todo el campo estaba seco en tanto que durante la estación lluviosa los 140 metros de terreno que se encontraban a menor altura, estaban completamente cubiertos de agua, alcanzando ésta aproximadamente 70 centímetros en su parte más baja. En su punto más alto, el nivel freático

alcanzó 2.8 m durante la estación seca y 1.3 m durante la estación lluviosa.

La primera siembra se hizo el 25 de abril poco después del comienzo de las lluvias; la segunda el 4 de junio, cuando la parte más baja se inundó, y la tercera el 19 de julio, cuando se alcanzó el máximo nivel freático. Las cinco variedades, T-442-2-58 (tipo de arroz flotante), CICA 4, IR5, Monolaya y Bluebonnet 50 se sembraron en fajas paralelas en el sentido de la pendiente para que cada variedad tuviera el mismo régimen hídrico el cual cambiaba continuamente con el tiempo y con la ubicación de la pendiente. Durante la cosecha se tomaron muestras de bloques de 5 metros cuadrados, a intervalos de 20 metros, a lo largo de la pendiente.

Los rendimientos disminuyeron cuando la siembra fue tardía, aún bajo condiciones de secano. Sin embargo, el efecto fue más pronunciado en las áreas profundamente anegadas antes de la siembra o cuando el arroz estaba aún en periodo de desarrollo. Bajo esas condiciones, aun el arroz flotante tuvo problemas de supervivencia en las áreas profundamente anegadas. El IR5 tuvo un comportamiento similar al del arroz flotante y registró un aumento en altura con el aumento en la profundidad del agua a 120 cm bajo condiciones de anegamiento profundo. Aunque el año afectó severamente al arroz flotante, éste produjo los mayores rendimientos seguido por Bluebonnet 50, Monolaya, IR5 y CICA 4. Bajo condiciones de anegamiento profundo, el IR5 se comportó tan bien como el Bluebonnet 50 pero el arroz flotante fue superior a los dos.

Bajo condiciones de anegamiento, la profundidad óptima del agua fue de 20 a 50 cm, en tanto que, bajo condiciones de secano, los rendimientos máximos se obtuvieron con un nivel freático de aproximadamente un metro bajo la superficie. Los bajos rendimientos en la parte superior de la pendiente probablemente fueron el resultado del au-

mento en la acidez del suelo bajo condiciones más aeróbicas.

Los resultados confirman que los suelos naturalmente anegados y las áreas que los rodean tienen un gran potencial para el cultivo de arroz irrigado con agua de lluvias, siempre y cuando el nivel freático no sobrepase los 50 cm, que la tierra se prepare durante la estación seca, que el arroz se siembre al comienzo de la estación lluviosa y que las variedades utilizadas tengan características de porte alto o de arroz flotante.

### ADiestRAMIENTO

El programa de arroz del CIAT brinda especial atención a las necesidades del personal técnico adiestrado en los programas de arroz en los países de América Latina. La demanda de adiestramiento en arroz dio énfasis al aspecto de la producción. De quince becarios, ocho recibieron adiestramiento en producción de arroz. Estos incluyeron dos de Brasil, dos de Honduras, uno de Paraguay, uno de Guatemala y dos de Francia (becarios especiales). Dos internos para investigación, de Brasil, recibieron adiestramiento en mejoramien-

to varietal; uno, también de Brasil, y otro de Perú en control de malezas y uno de Ecuador en entomología de arroz. Dos becarios especiales de Jamaica vinieron al CIAT a familiarizarse con las técnicas de cultivo de arroz de riego. Los 15 profesionales adiestrados representaron un equivalente de 4.2 años/hombre. Además, los cursos para especialistas en producción de cultivos y de producción de semilla suministraron 4.7 años/hombre de adiestramiento en arroz a 26 becarios.

El adiestramiento que recibieron los becarios les permitió colaborar en los programas de investigación que llevan a cabo los miembros del personal científico del CIAT, y también conducir proyectos de investigación bajo la supervisión de dicho personal. Los becarios viajaron a otras áreas arroceras para observar y aprender la identificación de problemas específicos del cultivo. También participaron en conferencias técnicas organizadas por el programa nacional de arroz de Colombia. Al finalizar su adiestramiento, recibieron materiales didácticos en relación con la producción de arroz, libros de referencia y transparencias a color que ilustran los principales problemas arroceros que se presentan en sus respectivos países.

# PROGRAMA DE SISTEMAS PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES

## Actividades

El programa concentró sus actividades en el desarrollo de un enfoque más preciso y de lineamientos específicos para orientar las actividades en el año 1974. Durante el segundo semestre de 1973, el personal del programa estuvo integrado por un ingeniero de sistemas y un economista, quienes prestaron su colaboración por medio tiempo.

Se hicieron varias visitas a los Llanos Orientales y a la Costa Norte de Colombia durante las cuales se sostuvieron conversaciones con algunos agricultores de esas zonas. El programa ha mantenido, además, un continuo interés en los proyectos de desarrollo rural realizados actualmente en Colombia por el ICA y, por tal razón, se hicieron visitas a diferentes áreas en donde se adelantan estos proyectos. Durante el mes de febrero se preparó un documento titulado: "The Agricultural Systems Program: A Course of Action" que sirvió de base tanto para la revisión interna del programa como para discusión con algunas entidades internacionales.

El programa mantuvo durante el año estrechos lazos de colaboración con otras instituciones. Como resultado de ello se hicieron visitas al Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), en Nigeria, en donde uno de los miembros del grupo tuvo la oportunidad de familiarizarse con el trabajo realizado por el programa de sistemas

de cultivos de esa institución. Dicho programa parece centralizarse en el desarrollo de tecnología específica para mejorar los sistemas agrícolas prevalentes en esa área. Debe aclararse que el enfoque dado por el IITA difiere del adoptado por el CIAT, en el que el interés radica en tener un conocimiento amplio sobre una diversidad de sistemas agrícolas con miras a lograr modificaciones en los mismos.

El programa estuvo representado en la conferencia anual de la Asociación Latinoamericana de Desarrollo Rural (ALADER), celebrada en México. En relación con esta visita, el programa recibió una invitación para enviar un observador a participar en las sesiones de revisión del programa de desarrollo rural que se conoce como Plan Puebla, con sede en ese país.

En octubre, se llevó a cabo una sesión de planeación de cuatro días de duración con la participación de unos 40 miembros del CIAT, de la Universidad del Valle, del ICA y de fundaciones y organizaciones internacionales. Se expusieron muchos puntos de vista, pero el interés de los participantes se centró en el establecimiento de un grupo dentro del CIAT cuyo propósito fuera el de dar un mayor enfoque al conocimiento de los sistemas agrícolas existentes con el fin de anticipar el posible impacto que podría tener la adopción de nueva tecnología en el bienestar de

la familia campesina. El ingreso real y el nivel de nutrición de las familias de quienes dependen de la agricultura en la América Tropical, debiera ser la meta final de los programas de producción que desarrolla el CIAT.

El subproducto más importante de las actividades de 1973 fue la preparación de un documento que define la filosofía, el enfoque y las actividades a corto plazo del programa. Los puntos sobresalientes de este documento se presentan a continuación.

## ANTECEDENTES Y FILOSOFIA

Actualmente, la característica fundamental de la agricultura latinoamericana es la existencia simultánea de un sector empresarial agrícola pequeño pero altamente comercializado y de un gran número de minifundios que funcionan a nivel de subsistencia.

El sector agrícola comercializado está ubicado en las regiones ecológicas más favorables y está orientado básicamente hacia la producción de cultivos de exportación (tales como café, algodón, azúcar y bananos) y de cultivos de alto valor comercial (que incluyen grandes extensiones de cereales). Estas extensiones, que representan una gran inversión de capital, han tenido acceso a los nuevos métodos agrícolas, asistencia técnica, crédito, agroquímicos, transporte y mercados remunerativos.

La situación ha surgido como consecuencia de la política gubernamental. En parte, debido a su orientación hacia la exportación (y de su mayor influencia política), las grandes empresas agrícolas comerciales se han beneficiado de las disposiciones gubernamentales que las favorecen, en lo que se refiere a investigación, extensión y precios de los insumos y productos. Estas políticas fueron motivadas por la necesidad de ampliar la producción de alimentos y las

ganancias provenientes de las exportaciones, las cuales debían ser generadas por el sector agrícola comercial.

Existe un gran número de minifundios cuya productividad ha cambiado poco o nada. Es un hecho conocido que los niveles de ingreso, nutrición, salud, vivienda y educación de los minifundios se han quedado atrás del sector agrícola comercial y de la gran mayoría de la población urbana. Este sector se ha concentrado principal, pero no exclusivamente, en las áreas ecológicas menos favorecidas, con acceso limitado a transporte, almacenamiento, suministros de insumos y crédito.

El pequeño agricultor ha tenido muy pocas o ninguna oportunidad para obtener ganancias apreciables como fruto de su trabajo. El reacciona en forma racional al conjunto de recompensas y de desventajas que percibe de su actividad. El ha desarrollado sistemas agrícolas que, con frecuencia, son casi óptimos para el ambiente económico, político y ecológico en donde trabaja, ante las alternativas que él mismo puede percibir y que el medio le impone. Ante el raciocinio innato que tiene el minifundista, se hace necesario que, para que el pequeño agricultor tenga éxito en sus empresas, se diseñen nuevas alternativas de producción que puedan adaptarse a su ambiente, que puedan aumentar sus ingresos, que tengan involucrado el control de riesgo en el limitado campo de sus decisiones y que se ajusten a la disponibilidad de insumos y de mercados estables para los productos agrícolas.

Las metas nacionales en relación con el incremento de la producción de alimentos y de las oportunidades de empleo son compatibles con los esfuerzos para promover el desarrollo entre los minifundistas. De hecho, las fincas pequeñas constituyen en muchos países una fuente importante de producción de alimentos. En Guatemala, por ejemplo, el 84 por ciento de los agricultores

tienen fincas de menos de 7 hectáreas que ocupan el 17 por ciento de la tierra utilizada y esta proporción produce cerca del 60 por ciento de los granos básicos.

Al tomar en cuenta estas consideraciones, se ha propuesto que el Programa de Sistemas Agrícolas del CIAT se denomine Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores.

En el CIAT ya se ha logrado un enfoque integral en el que participan los equipos de trabajo de los programas básicos de la institución, orientado hacia el bienestar de los pequeños agricultores. La evolución que se llevó a efecto a partir del Programa de Sistemas Agrícolas hasta concretar un programa diseñado para los Pequeños Agricultores resultó de la necesidad de integrar los esfuerzos de los diferentes programas de productos básicos, dentro del contexto de la finca, considerada como una unidad.

El Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores es una actividad investigativa básica del CIAT que tiene la misión de profundizar en el conocimiento sobre la gran diversidad de condiciones, bajo las cuales se lleva a cabo la agricultura en el trópico latinoamericano. Puesto que el interés del CIAT radica en el mejoramiento de la agricultura y de las condiciones de vida rural, el Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores visualiza las fincas familiares como sistemas integrados. Debido a la diversidad y complejidad de la agricultura minifundista en América Latina es posible que, al tratar de enfocar y precisar los objetivos de los programas básicos del CIAT se aisle inconscientemente al investigador del campesino. El programa está interesado en conocer la agricultura minifundista en toda su complejidad y tiene como punto focal a la familia campesina. Su meta principal consiste en desarrollar un método para la identificación y análisis de los sistemas agrícolas existentes con el

propósito de facilitar la utilización de tecnología agrícola en el desarrollo de las áreas rurales.

Un elemento esencial en este enfoque es el reconocimiento de que el sistema familiar minifundista es un componente del sistema más amplio que es el sector agrícola. El sistema focal es de tal naturaleza que considera que la familia campesina y otras personas que viven en la finca constituyen unidades empresariales que a su vez integran un sistema de producción, consumo y mercadeo en el cual hay interacción entre los factores físicos y biológicos con los sistemas sociales, políticos y económicos. El reconocimiento tácito de la importancia de estas interacciones es un elemento clave del enfoque metodológico del desarrollo de un proceso para identificar, analizar y facilitar el cambio tecnológico que se logre en los minifundios.

Una característica intrínseca del enfoque de sistemas es la de que se requiere tener un concepto claro de cuáles son los objetivos del campesino. Probablemente, para la familia campesina, estos objetivos incluyen ingresos, nivel de nutrición, flujo de capital, seguridad social, salud y educación. Estos objetivos aún no se entienden claramente. Además, con frecuencia, las metas de la política gubernamental en materia agrícola no son explícitas. Muchos esfuerzos de investigación pueden tomar una dirección errónea a menos que haya una definición clara del problema con el fin de evitar la confusión entre objetivos y actividades tendientes a alcanzar los mismos.

El siguiente es un esquema para el desarrollo de este proceso:

### **1. Análisis de los sistemas de finca familiar minifundista**

En esta fase, el Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores estudiará un número de sistemas prototipo

en América Latina. Estos serán descritos en relación con la transformación que la familia campesina hace de los recursos tiempo, tierra, energía, especies animales o vegetales, información y otros en el establecimiento de cultivos y en la obtención de ingresos.

## **2. Síntesis de los sistemas agrícolas prototipo**

La percepción derivada de la fase analítica será probada con base tanto en los componentes como en los sistemas. Una vez probadas, estas percepciones se utilizarán para crear modelos físicos y analíticos de sistemas agrícolas prototipo y de sus componentes, para estar en posición de prever el impacto que puede producir la nueva tecnología.

## **3. Diseño de tecnología para sistemas agrícolas mejorados**

Las fases de análisis y de síntesis deberán producir la información que se necesita para determinar la clase de tecnología que es factible introducir en los minifundios, con el fin de alcanzar las metas de la familia campesina y de la política de producción nacional de alimentos. El conocimiento obtenido en las fases iniciales permitirá a los científicos del grupo seleccionar y especificar cuáles son las prácticas culturales, las combinaciones de especies vegetales y animales, los niveles más adecuados de insumos, etc., que se deben ensayar con el propósito de decidir acerca de su posible introducción posterior en la pequeña finca campesina.

## **4. Validación del proceso**

El proceso se validará al comprobar que: a) las familias campesinas, en áreas seleccionadas para estudio, alcanzan sus objetivos al usar tecnología que ha sido comprobada y demarcada por el proceso descrito en el punto 3; b) las entidades nacionales han adoptado

la tecnología y la filosofía del proceso, como instrumento que contribuirá a que tales organizaciones alcancen sus propias metas.

## **5. Ejecución**

La ejecución del proceso estará a cargo de las entidades nacionales. El CIAT colaborará con ellas en el desarrollo de nueva tecnología y en el adiestramiento de personal para la aplicación de la totalidad del proceso.

## **6. Evaluación**

El CIAT desarrollará metodología apropiada para evaluar el impacto de nueva tecnología y servirá también como centro focal para la obtención de información básica y para el análisis de las experiencias obtenidas en los diferentes países durante la aplicación del proceso.

El proceso suministrará las pautas necesarias para identificar los factores limitantes y para seleccionar las alternativas sobre investigación. Además, suministrará un marco de referencia para la evaluación de la probable adopción de los resultados de la investigación y del impacto que causará la disponibilidad de alimentos y de ingresos que han de resultar de esa adopción. Sugerirá alternativas sobre formas de alcanzar los objetivos que hayan sido claramente propuestos.

En la ejecución de estas fases, el programa suministrará apoyo analítico e información a sus dos principales colaboradores: los equipos de trabajo de los programas agropecuarios del CIAT y las organizaciones nacionales de desarrollo agrícola. Cuando el proceso tome fuerza se convertirá en un instrumento útil para la planeación y evaluación por parte de estos colaboradores y de las organizaciones internacionales de desarrollo agrícola. En última instancia, los beneficiarios de estos esfuerzos serán naturalmente, las familias

campesinas y los consumidores de América Latina. Estos importantes sectores recibirán el efecto provechoso de la

ejecución del proceso, a través de la acción promotora de las entidades nacionales.

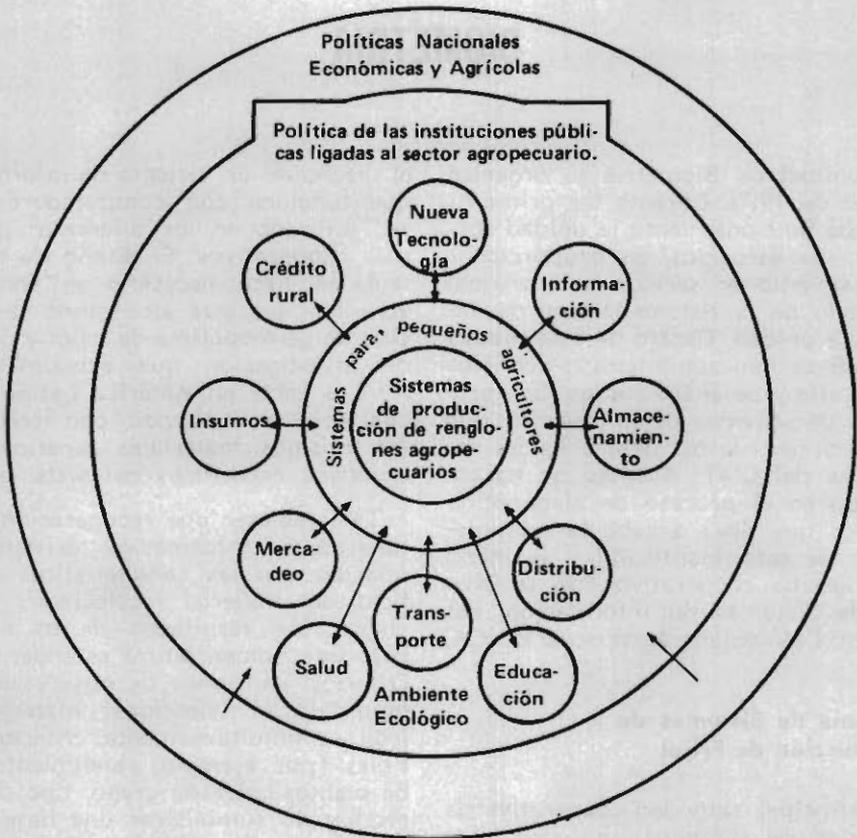


Figura 1. Representación esquemática del enfoque del Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores.

## BIOMETRIA

La unidad de Biometría se organizó en julio de 1973. Durante los primeros meses de funcionamiento la unidad concentró sus esfuerzos en proporcionar adiestramiento en servicios al personal encargado de la sistematización de datos en la unidad. Dentro de este **modus operandi** se han suministrado servicios de consulta y de análisis a los siete programas de sistemas de producción que se consideran básicos dentro de las actividades del CIAT. Además, se ha colaborado en el proceso de elaboración de datos que lleva a cabo la Administración de esta institución y se inició un programa cooperativo con la División de Sistemas de Información, del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

### Programa de Sistemas de Producción de Frijol

La principal actividad cooperativa de la unidad de Biometría ha sido realizada con el Programa de Frijol del CIAT en la continuación de esfuerzos para crear un sistema de información que contribuya a la colección de germoplasma de *Phaseolus vulgaris*. Este esfuerzo está en su etapa inicial y es considerado como una base para establecer posteriormente una colaboración permanente con varios programas nacionales y regionales de leguminosas de grano comestible. Estará enfocado hacia

el diseño de un sistema de información que funcione con computadores para ser utilizado en los diferentes programas cooperativos. El diseño de tal sistema se hace necesario en vista del volumen que está alcanzando la colección de germoplasma de frijol y del tipo de investigación que actualmente se lleva a cabo en América Latina en la cual se está utilizando, con frecuencia, los mismos materiales genéticos. Los objetivos específicos del sistema son:

- 1) establecer una recuperación oportuna de la información existente en relación con las características específicas del material recolectado; 2) registrar los resultados de los ensayos bajo una nomenclatura estándar y con criterios uniformes de observación del material; 3) seleccionar material que incluya, simultáneamente, criterios múltiples (por ejemplo, rendimiento, tipo de planta, color de grano, tipo de raíz, etc.) y 4) suministrar una base firme para la clasificación taxonómica de los materiales de la colección.

La unidad también ha colaborado en el adiestramiento de personal del CIAT en problemas de diseño experimental y en métodos analíticos. También ha proporcionado servicios de consulta sobre diseños experimentales para ensayos sobre mejoramiento genético, patología y fisiología en relación con el programa de frijol.

## **Programa de Sistemas de Producción de Ganado de Carne**

El personal de la Unidad de Biometría ha visitado la Estación Experimental de Carimagua, en los Llanos Orientales, con miras a establecer una base de apoyo para el Proyecto de Sistemas de Hatos. Se está diseñando un sistema para la clasificación de datos para este estudio el cual habrá de generar un gran volumen de información en los próximos años. Se han suministrado servicios de análisis de información a los estudios sobre sanidad animal, nutrición y manejo de hatos dentro del programa de ganado de carne. Se están dando los pasos concernientes para estar en capacidad de brindar el apoyo necesario, mediante el uso de computadores, para analizar el vasto acopio de información integrada que resultará de este programa.

La unidad de economía del programa de ganado de carne ha recibido apoyo a través del establecimiento de programas que utilizan computadores; tales programas tienen como objetivo probar algunas hipótesis sobre coeficientes técnicos y poblaciones ganaderas de los Llanos Orientales de Colombia.

La unidad de Biometría ha comenzado a hacer investigaciones metodológicas para adaptar cierta clase de diseños experimentales y de análisis a experimentos hechos en relación con pastos y forrajes dentro del programa de ganado de carne. Esta modalidad de experimento se caracteriza por las limitaciones en costos y manejo, las barreras biológicas que están integradas dentro de la estructura de los tratamientos de un ensayo, en experimentos multifactoriales, así como la conveniencia de estimar el monto de las relaciones funcionales para así utilizar éstas en los análisis económicos. La clase de diseños que se va a adaptar es la de diseños de **superficies de respuesta** basados en experimentos factoriales incompletos. Los diseños descritos actualmente en la literatura (y que ya

han sido ensayados en el CIAT) han demostrado ser inadecuados. Al trabajar con el personal científico del programa se espera desarrollar diseños satisfactorios.

## **Programa de Sistemas de Producción de Yuca**

El Programa de Sistemas de Producción de Yuca ha sido el principal usuario y colaborador de la unidad de Biometría. Esta labor ha incluido el trabajo hecho para optimizar el uso de recursos experimentales y para obtener diseños de investigación y técnicas de campo que sean más eficientes. Además, incluye el trabajo relacionado con el diseño y análisis de una encuesta longitudinal para lograr una "descripción agroeconómica de los procesos de producción de yuca en Colombia". Los resultados preliminares de estos esfuerzos aparecen en la sección de este informe dedicado al Programa de Sistemas de Producción de Yuca.

La unidad de Biometría ha suministrado servicios de consulta sobre diseños de investigación y de análisis de datos, en diferentes aspectos del programa de yuca.

## **Programa de Sistemas de Producción de Maíz**

Se suministraron servicios de consulta y de análisis de datos para probar la efectividad y confiabilidad de un esquema para la evaluación rápida y sencilla de la calidad proteínica de los granos de maíz.

## **Operación de la Estación Experimental**

La unidad suministró servicios de consulta y de computación de ingeniería para el ajuste de funciones multivariadas no lineares para un estudio empírico de diseño de llantas de tractores, con el propósito de llevar a cabo trabajos de campo en terreno lodoso.

## **Programa de Sistemas de Producción Porcina**

La unidad suministró apoyo en cuanto a análisis de datos sobre el trabajo experimental de este programa y en cómputos en estudios realizados para la optimización de raciones balanceadas de menor costo para cerdos, empleando métodos de programación linear.

### **Análisis de presupuesto de capital del CIAT**

Por solicitud del Director General, la unidad colaboró con la Administración y la Contraloría en el establecimiento de un sistema contable aplicable al uso de computadores para establecer los gastos de capital relacionados con la construcción y dotación de equipo en las instalaciones del CIAT.

### **Adiestramiento**

La función de adiestramiento de personal ha sido la actividad principal de la unidad de Biometría. En vista de que el personal adiestrado en Estadística y Computación es escaso en Colombia (al igual que en otros países tropicales de América Latina), la unidad ha suplido adiestramiento en servicio al personal del CIAT. Se suministraron más de 60 horas de conferencias a: a) los economistas asociados y asistentes del Centro, sobre diseño y ejecución de encuestas sobre muestreo; b) el personal asociado y asistente de los programas de sistemas de producción sobre los fundamentos del diseño y análisis de experimentos; c) a los becarios de los programas de adiestramiento para especialistas en producción de cultivos y en producción de semillas, sobre diseño y análisis de experimentos y d) al programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria, sobre los métodos para toma de decisiones con base en los resultados obtenidos en sus respectivas investigaciones.

## **Colaboración con la División de Sistemas Informativos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)**

La colaboración con la División de Sistemas del ICA, ha sido fundamental para el establecimiento de los servicios de biometría y de análisis de datos del CIAT. El ICA ha suministrado al CIAT servicios de consulta, ofrecidos por su personal y el CIAT, a su vez, ha suministrado estos mismos servicios al ICA y, además, ha colaborado en el procesamiento de datos, especialmente de los que se relacionan con la información obtenida en los proyectos de desarrollo rural que está operando el ICA.

Los esquemas cooperativos entre ambas instituciones se basan en el hecho de compartir los escasos recursos disponibles tales como personal profesional, programas de computación, sistemas para el análisis de datos y, finalmente, tiempo de operación de los computadores. Un punto sobresaliente en estos esfuerzos fue el establecimiento del Sistema de Análisis Estadístico de la Universidad de Carolina del Norte, en los centros de computación del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y de la Universidad Nacional de Colombia. Este sistema se ha empleado para llevar a cabo muchos de los análisis sobre los cuales se informa en la presente publicación.

Se espera que la colaboración entre las dos instituciones continúe, a fin de generar recursos que ayuden a ambas organizaciones a obtener resultados más oportunos y completos de sus investigaciones y sus operaciones.

### **Organización y funciones de la Unidad de Biometría**

La unidad está organizada como un grupo central cuya responsabilidad es suministrar servicios de consulta y de análisis de datos a todas las actividades de investigación y de adiestramiento del CIAT. Estos servicios son sufragados

con fondos de la misma unidad y se suministran sin ningún costo a los programas de investigación y de adiestramiento.

En cuanto al desarrollo de la unidad, se espera desarrollar o mejorar en las siguientes áreas de trabajo:

- a) Diseño y análisis de encuestas para obtención de muestras
- b) Diseños experimentales y análisis de datos
- c) Patrones de epidemiología vegetal y animal
- d) Funciones de producción y diseños de **superficies de respuesta**
- e) Modelos matemáticos
- f) Sistemas de información
- g) Análisis de ensayos multivariados
- h) Adiestramiento de personal en estas áreas de trabajo.

Si bien el personal de la unidad de Biometría trata de suministrar estos servicios sobre cualquier base solicitada por los científicos o becarios del CIAT, los servicios de la unidad serían más efectivos si el personal de Biometría participase con los científicos, en todas las fases de la planeación de sus investigaciones. Esta participación debería incluir los puntos siguientes pero no debería estar limitada a ellos:

- a) Anticipar y estudiar las preguntas específicas de carácter científico que deberán ser respondidas dentro del

marco de los objetivos globales de la investigación propuesta.

- b) Especificar la intensidad del impacto y la generalidad deseada en la investigación que se va a hacer.
- c) Diseños experimentales de los ensayos y de las encuestas a realizar y metodología de campo.
- d) Recolección de datos experimentales y métodos de registro de los mismos.
- e) Plan a seguir para el análisis de los datos.
- f) Interpretación de los resultados obtenidos.

La invitación que hagan los científicos y los becarios al personal de Biometría para que participen en todas las fases de su investigación, recibirá prioridad de servicios por parte de la unidad.

La unidad está equipada con un computador Monroe modelo 1860 para escritorio, el cual es adecuado para hacer los cálculos estadísticos que requiere la mayoría de los experimentos de campo hechos con plantas. Los experimentos más amplos o complicados así como los que incluyen animales o bien análisis económicos, encuestas y otros tipos de investigación que generan grandes volúmenes de información, requieren el empleo de computadoras más grandes. A través de un convenio cooperativo con el ICA, la unidad tiene acceso a un computador IBM 370 modelo 145 o bien a un IBM 360 modelo 44 que esta institución tiene en Bogotá.

## CONTROL DE MALEZAS

En cooperación con el Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos, se investigó el uso de herbicidas postemergentes en frijol y el uso de trifluralina + atrazina en preemergencia en sorgo\*.

Una aplicación postemergente de bentazon (1 kg/ha cuando la planta sólo tiene 5 ó 6 hojas) aumentó el rendimiento de frijol en un 52% (903 kg/ha) en relación con el rendimiento de la parcela testigo. Un tratamiento preemergente de linuron + fluorodifen (0.5+2 kg/ha) produjo el mayor rendimiento registrado (967 kg/ha) y la aplicación de 2,4-DB fue extremadamente tóxica en cantidades de 0.75 kg/ha, tanto cuando la planta tenía sólo 2 ó 3 hojas como cuando tenía de 5 a 6 hojas. El bentazon controló sólo las malezas de hoja ancha y podría llegar a ser el primer herbicida postemergente de alta selectividad para el cultivo de frijol que está en disponibilidad para los agricultores.

El producto atrazina es el herbicida preemergente más ampliamente usado en los cultivos de maíz y sorgo pero su aplicación repetida puede causar acumulaciones residuales que alcanzan niveles tóxicos para los cultivos de rotación tales como la soya, el arroz y el frijol. Una solución podría ser el empleo de menores niveles de atrazina en combinación con compuestos que tengan un efecto residual más bajo.

\* Se escriben los nombres de los herbicidas utilizados con inicial mayúscula cuando se trata de un nombre comercial y con minúscula cuando se trata del nombre técnico del herbicida.  
N. del Ed.

La *Rottboellia exaltata*, una maleza persistente, es resistente a atrazina y susceptible a trifluralina, producto que no es selectivo para el maíz o el sorgo, cuando se incorpora al suelo de la manera recomendada. Se estudió el uso de trifluralina y de atrazina, en una mezcla preemergente, para determinar su selectividad y efectividad en el cultivo de sorgo.

Los ensayos de campo han demostrado que la combinación de 0.8 kg/ha de atrazina + 0.72 kg/ha de trifluralina, es completamente selectiva y proporciona un buen control de malezas. Los ensayos hechos en el invernadero han demostrado que la lluvia, cuando ocurre inmediatamente después de la siembra, en cantidades que no excedan de 25 mm, mantiene selectividad en suelos de textura media o pesada. Sin embargo, en los suelos de textura liviana, 25 mm de lluvia inmediatamente después de la aplicación del herbicida, causaron daños en el sorgo. La *Rottboellia* fue controlada en el invernadero mediante una aplicación preemergente de trifluralina.

Con frecuencia, la lluvia que cae después de la aplicación reduce la efectividad de los herbicidas postemergentes. Se estudió el efecto del tiempo transcurrido después de la aplicación de glifosato seguida de lluvia y la capacidad del mismo para controlar las malezas. La gramínea denominada Gramalote, *Paspalum fasciculatum*, se empleó como planta testigo. Después de aplicar 1 ó 2 kg/ha de glifosato, se simuló la caída de 25 mm de lluvia inmediatamente después de hecha la aplicación y 0.5, 1, 2, 4 y 8 horas más tarde. La tasa

de penetración del glifosato parece estar relacionada con su concentración, es decir, a mayores tasas se produce una penetración más rápida del herbicida. De manera que si parece que va a llover y se debe hacer una aplicación de glifosato, la dosis debería ser aumentada.

En otro experimento, se está estudiando el efecto residual de atrazina, un excelente herbicida ampliamente usado en los cultivos de maíz y de sorgo. Después de dos aplicaciones consecutivas, se encontraron 0.45 ppm de atrazina en la capa superior del suelo entre 0 y 7.5 cm. Esta cantidad fue suficiente para dañar seriamente plantas sembradas de avena. No se encontraron residuos a profundidades mayores de 7.5 cm. Cuando se aplicó atrazina en combinación con alaclor a razón de 1 kg/ha durante dos estaciones, se comprobó una acumulación de 0.2 ppm. Esta acumulación dañó ligeramente las plantas de avena. De modo que el uso de atrazina, en combinación con otros herbicidas, disminuye considerablemente el aumento de residuos.

En muchas aplicaciones de herbicidas postemergentes, se recomienda agregar a la solución que se va a rociar una pequeña cantidad de surfactante para aumentar la penetración y actividad de tal solución mediante una ligera alteración de las características físicas de la misma que permitan su mayor utilización. Sin embargo, aún se sabe poco acerca de la forma en que las condiciones ambientales afectan el comportamiento de las sustancias que se apli-

can como coadyuvantes de los herbicidas y otros productos agroquímicos. En igual forma, no existe información comprobada acerca de muchos productos disponibles en el comercio que permita hacer evaluaciones comparativas que indiquen cuál de esos productos es el mejor bajo las condiciones variables de los trópicos. A este respecto, un estudiante de Colombia investigó, como tema de estudio de su tesis de Maestría, cuál es la influencia de la temperatura y de la humedad en la efectividad de diferentes surfactantes aplicados bajo ambiente controlado en cámaras climáticas. Se simularon ambientes de alta temperatura y alta humedad; de alta temperatura y baja humedad; y de baja temperatura y alta humedad por ser tales ambientes muy frecuentes en la Zona Andina de América del Sur.

En general la acción coadyuvante de las cinco sustancias humectantes disminuyó en el orden siguiente: alta temperatura-alta humedad, alta temperatura-baja humedad, baja temperatura-alta humedad. Se observaron marcadas diferencias en el efecto de cada sustancia humectante incluida en el ensayo en los tres ambientes estudiados.

Cuando se aplicaron concentraciones de 0.5 y 1.0 por ciento (base volumen/volumen) los surfactantes mostraron tener cierto grado de fitotoxicidad. El nivel de 0.5 por ciento fue tan efectivo como las concentraciones altas en todos los ambientes y, por lo tanto, no se justifica el uso de los niveles más altos de aplicación.

## PROGRAMAS DE INGENIERIA AGRICOLA Y DE OPERACION DE LA ESTACION

En este informe se ofrece un resumen de los principales objetivos y de los logros obtenidos en los Programas de Ingeniería Agrícola, Desarrollo de la Estación Experimental y Operación de la Estación, para el período comprendido entre septiembre de 1968 y diciembre de 1973.

### Diseño topográfico de los campos experimentales

En 1968 se tomó una serie de fotografías aéreas del terreno que ocupa la sede del CIAT; estas fotos sirvieron de base para elaborar los planos del CIAT (Foto superior pág. 255). Los puntos de referencia se establecieron en una cuadrícula milimétrica de 300 x 300 m. Se levantó un plano con las curvas de nivel de 25 cm en diferencias de altura en el terreno. Con este plano básico fue posible trazar caminos internos, zanjas, y se hizo la localización de pozos y de sistemas de riego.

El diseño y desarrollo del campo experimental, hasta septiembre de 1973, aparece en la foto inferior. Los logros hasta esa fecha, incluyen: desmonte de árboles dispersos y de matorrales en 520 hectáreas; cultivos sembrados en 36 hectáreas de terreno sin nivelar; nivelación de 264 hectáreas para establecer cultivos bajo irrigación y lavado de terrenos para lograr la lixi-

viación del exceso de sales en el suelo; acondicionamiento de lotes para establecer ensayos de pastoreo y cercado de tales lotes en 34 hectáreas de terreno; preparación de 100 hectáreas para utilizarlas como praderas comerciales; 36 hectáreas ocupadas por edificios y espacios circundantes; 4.5 hectáreas de zona verde sembrada con césped de pasto Tifgreen y con arbustos ornamentales pequeños; 50 hectáreas de carreteras, zanjas, cercas, canales y bordes de los campos; construcción de 35 kilómetros de caminos de grava; excavación de 43 kilómetros de zanjas; 35.5 kilómetros de cercas; 22.5 kilómetros de canales de riego sin recubrimiento; 6 kilómetros de canales de riego recubiertos con concreto; 36.000 metros cúbicos de depósitos de agua construidos para guardar las reservas de riego; 2.000 tubos de concreto instalados en las carreteras y cruces de zanjas y canales; y la siembra de 25.000 plantas de fique, *Furcraea cabuya*, a lo largo de cercas, zanjas y carrileras para ayudar al control de malezas y para emplearlas como vallas.

En cuanto a organización y a recursos humanos, los logros incluyen un grupo de operarios para manejo de tractores, un sistema de trabajo a base de contratistas para la unidad y un grupo de obreros para las labores de campo; además, la selección, adiestramiento y supervisión de personal para el manejo



Fotografías aéreas de la sede del CIAT, cerca de Palmira, Departamento del Valle, Colombia, tomadas en dos etapas del desarrollo de la sede. Parte superior: agosto, 1968. Parte inferior: septiembre, 1973.



y funcionamiento de la estación experimental. A finales de 1973, el trabajo de manejo y funcionamiento de la Estación era desempeñado totalmente por personal colombiano.

En 1973, los diferentes programas de investigación del CIAT, requirieron la preparación, siembra, irrigación y cosecha de un total de 400 hectáreas; además, el grupo de trabajo de operación de la Estación utilizó el equipo agrícola a fin de desarrollar la Estación, controlar las malezas, obtener experiencia e información sobre costos de producción comercial y nivel de ingresos que se obtiene con dicha producción.

En 1972 y 1973, las operaciones de campo produjeron 470 toneladas de arroz en unas 80 hectáreas. En este proyecto se nivelaron los campos para riego, se logró la lixiviación del exceso de sales del suelo, se suministró adiestramiento a los becarios de producción de arroz y de cultivos y se contribuyó con experiencia e información comprobada en el campo para el desarrollo de un método integral de producción continua de arroz, haciendo las modificaciones necesarias en el equipo agrícola utilizado. Este método será descrito detalladamente en un boletín divulgativo que se publicará en 1974.

En 1972 y 1973, por solicitud del INIAP, en Ecuador, se prestó asistencia a ese centro en el desarrollo y funcionamiento de las estaciones experimentales de Boliche, Portoviejo y Pichilingue. Los directores de estas estaciones han visitado la sede del CIAT y la estación experimental del ICA, en Turipaná. Los tópicos de mayor interés en este aspecto han sido la construcción de la carretera, zanjas y sistemas de riego en Boliche, instalación de una bomba de drenaje e irrigación y de diques para protección contra el anegamiento de los terrenos.



Secado por aire de trozos de yuca en bandejas verticales hechas con mallas de alambre.

En 1973, se hizo un esfuerzo conjunto para colaborar en el desarrollo y funcionamiento del Centro de Investigación del ICA, en Turipaná. Se compraron tractores y equipo agrícola para el programa conjunto del ICA y del CIAT. Dos exbecarios del programa de Ingeniería Agrícola del CIAT están trabajando actualmente en la mencionada estación experimental.

Se ha puesto en ejecución el sistema de producción continua de arroz y se han nivelado, irrigado y sembrado 67 hectáreas.

El Director Regional del ICA, con sede en Montería, Córdoba, y con el apoyo del Director General de ese organismo, ha propuesto desarrollar las 1.400 hectáreas que tiene la estación. Con este fin se han obtenido préstamos con la Caja Agraria, institución crediticia de Colombia. Para cancelar parte de este préstamo se vendió el producto de una cosecha de arroz.

## **Diseño de las nuevas construcciones**

A finales de 1968 y en 1969, el Director General seleccionó una firma de arquitectos para el diseño y consulta, y por licitación se adjudicaron los contratos de construcción, con responsabilidad directa ante el Director General.

El ingeniero agrícola y el superintendente de la sede asumieron la responsabilidad por los servicios que no fueron contratados directamente con las empresas contratistas y por aquellos servicios que el CIAT estaba en mejor condición de ejecutar.

Entre los principales logros que contribuyeron directamente al desarrollo y funcionamiento del CIAT están: el establecimiento de talleres de mantenimiento; la modificación y reacondicionamiento de las antiguas construcciones de la finca para que sirvan en el futuro como oficinas y laboratorios; el desarrollo y operación de un parque automotor que debe prestar servicios a más de 100 vehículos; la supervisión de la apertura de cinco pozos grandes y de 10 pequeños; la supervisión de la instalación de redes eléctricas de alta tensión (2000 KVA); la pavimentación de la entrada principal de la sede y de las áreas de servicio; la instalación de alumbrado en los edificios y en sus alrededores; el diseño y construcción de tres cuartos fríos para almacenamiento; la instalación de cuatro silos para grano; la instalación y funcionamiento de un molino de arroz; la construcción y funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas negras; y la modificación y reparación de algunos detalles de la nueva construcción que fue necesario cambiar del diseño original después de haber completado el contrato general.

Otras actividades relacionadas incluyeron la instalación de sistemas de teléfono y de radio, la organización y supervisión de servicios de vigilancia y de portería, el diseño y construcción de equipo apropiado para proyectos de in-

vestigación, y la reparación y modificación del equipo y de las instalaciones necesarias para desarrollar los proyectos de investigación.

## **Programa de adiestramiento**

Se llevó a cabo un programa de adiestramiento de acuerdo con los objetivos y necesidades del CIAT en relación con el trabajo de campo. Se seleccionó y se adiestró personal básico que era esencial para el desarrollo y funcionamiento de la institución. Aunque estas personas entraron a la institución en calidad de empleados y no de becarios, fue necesario adiestrarlos para llevar a cabo eficientemente las operaciones de funcionamiento del CIAT.

Hay escasez de personal calificado en el área de desarrollo y de funcionamiento de estaciones experimentales agrícolas en vista de que esta labor incluye una amplia gama de actividades. Infelizmente, aunque existe la necesidad, no se dispone de medios para impartir adiestramiento formal a esta clase de personal, pero, sin embargo, el CIAT ha tratado de resolver este problema de varias maneras.

Al comienzo del programa del CIAT, en 1969, un agrónomo recibió adiestramiento como becario interno al tener oportunidad de trabajar por más de un año en todas las actividades de desarrollo de la estación. Un año más tarde, se unió al programa un segundo agrónomo y ambos recibieron el apoyo del CIAT para completar sus estudios de maestría en Ingeniería Agrícola; la fase de investigación y el trabajo de tesis versaron sobre proyectos relacionados con drenaje y maquinaria agrícola. En 1973, después de finalizar sus estudios, ambos técnicos fueron empleados por el CIAT para desarrollar y dirigir las operaciones en la estación del ICA, en Turipaná.

Seis recién graduados ingenieros agrícolas, recibieron en 1971 adiestra-

miento durante un período de inter-nado de seis meses. Uno fue empleado por el ICA para trabajar en las labores de funcionamiento de la estación experi-mental, otro por el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), para trabajar en un proyecto de irriga-ción y drenaje, dos fueron empleados por facultades de agronomía de univer-sidades colombianas y uno por una es-cuela técnica vocacional.

En 1973, se dio oportunidad a tres directores de las estaciones experimen-tales del INIAP, en Ecuador, para que hicieran observaciones y obtuvieran ex-periencia en el CIAT en cuanto a ma-nejo de estaciones experimentales. Ac-tualmente, este centro ecuatoriano está buscando jóvenes universitarios para emplearlos y adiestrarlos con el fin de contar con técnicos asistentes califica-

dos, entre su personal, para desarrollar este tipo de labor.

Varios estudiantes de Ingeniería Agrí-cola de la Universidad del Valle y de la Facultad de Agronomía de la Universi-dad Nacional, fueron empleados tempo-ralmente, durante sus vacaciones. Pri-mero, se les asignó trabajo como obre-ros en las labores de riego, como asistentes de conductores de tractores, ayudantes de mecánicos, ayudantes del grupo que trabaja en topografía, y otras actividades afines. Estos estudiantes mantienen registros de las labores efec-tuadas y preparan informes sobre su trabajo, los cuales, si tienen la calidad requerida, son aceptados como parte del adiestramiento que deben obtener antes de cumplir con los requisitos acadé-micos para la obtención de su grado. Estos requisitos que cumplen en el CIAT les brinda valiosa experiencia práctica.

## ADIESTRAMIENTO Y COMUNICACION

La terminación e inauguración de las nuevas instalaciones permitieron una mejor integración del enfoque hacia la ciencia del comportamiento que el CIAT ha dado al adiestramiento y a la comunicación con los programas multidisciplinarios de agricultura y desarrollo de la organización.

Aun cuando los becarios ya estaban alojados en las nuevas instalaciones desde el primero de septiembre, las instalaciones de alojamiento para delegados a conferencias se usaron por primera vez durante la Semana Inaugural; el equipo de interpretación simultánea y de conferencias se estrenó el Día de la Inauguración.

El personal de la Unidad de Servicios Gráficos y Editoriales estuvo encargado de planear y producir varias publicaciones con motivo de los eventos inaugurales; trabajó en estrecha colaboración con los dos principales periódicos de Cali, cada uno de los cuales publicó secciones especiales sobre el CIAT las que distribuyó el 12 de octubre, o sea, en la fecha de inauguración. También se contó con la amplia cooperación de la radio y la televisión; la Agencia de Información de los Estados Unidos filmó una película sobre este evento para presentación en la televisión mundial.

El desarrollo de los programas básicos del CIAT se reflejó en el número de becarios inscritos durante el año, llegando ese número a 159, así como en las actividades de planeamiento de una se-

rie de seminarios y simposios internacionales a celebrarse en los comienzos de 1974.

Los fondos para las actividades básicas y especiales de adiestramiento y comunicación provinieron de la Fundación W. K. Kellogg, habiendo sido suplementados con fondos adicionales del programa básico. También se contó con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo para los programas de adiestramiento de especialistas en producción, y para un seminario regional sobre los potenciales de frijol y de otras leguminosas comestibles en la alimentación de los pueblos de América Latina. Con creciente interés las entidades nacionales suministraron apoyo directo a un gran número de becarios; cabe destacar el apoyo del gobierno de Ecuador que suministró la totalidad de los fondos necesarios para llevar a cabo un programa especial de adiestramiento en producción y certificación de semillas.

Fue posible ampliar el radio de acción de las actividades de investigación y evaluación del CIAT, con el fin de incluir un estudio del programa de adiestramiento del CIAT, dando particular énfasis al adiestramiento de internos posgraduados. Los resultados de este estudio estarán disponibles a comienzos de 1974 y serán muy útiles en el mejoramiento de todo el proceso de adiestramiento, desde la selección de becarios hasta su aprovechamiento en sus respectivos países.

El CIAT recibió un grupo de estudiantes holandeses el cual podría ser el primero de una serie. Estos grupos de estudiantes universitarios de cuarto año de Sociología Rural harán su trabajo de campo en áreas rurales, en cooperación con el CIAT. Este acuerdo hecho con la Universidad de Wageningen es similar al que se ha establecido con esa institución y que ha operado por tres años, mediante el cual algunos estudiantes de ciencias pecuarias han ingresado al CIAT por períodos de 6 a 9 meses.

Es creciente el interés entre los candidatos al doctorado y sus respectivas instituciones patrocinadoras de títulos académicos para que tales candidatos pasen de uno a dos años en el CIAT desarrollando su tesis, basada en una determinada investigación. Ese interés es para el CIAT un hecho muy alentador.

#### ADIESTRAMIENTO EN CIENCIAS PECUARIAS

Las secciones sobre Ganado de Carne y sobre Porcinos en el presente informe (ver páginas 64 y 160, respectivamente) contienen información sobre las actividades específicas de adiestramiento en esos dos programas.

#### ADIESTRAMIENTO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Los programas básicos del CIAT, en relación con las Ciencias Agrícolas, han continuado su evolución hacia los objetivos previamente establecidos tanto en adiestramiento como en investigación. El número de becarios procedentes de países de fuera de Colombia aumentó considerablemente a medida que el personal científico estableció contactos en otros países. El 70 por ciento de los becarios de investigación y de los especialistas en producción procedía de otros países.

Dos asistentes adicionales recibieron un nombramiento por tiempo limitado para formar parte del personal de adiestramiento. Ellos son: el Sr. Néstor Tafur, agrónomo, nombrado como ins-

tructor de campo para el Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos en Turipaná, y el Sr. Guillermo Vallejo, especialista en semillas, nombrado como instructor de campo para el curso sobre producción de semillas que se llevó a cabo en el CIAT.

Las actividades específicas de adiestramiento relacionadas con los programas básicos se han descrito en los capítulos respectivos del presente informe. En resumen, el número de años/hombre de adiestramiento, suministrado por cada uno de los respectivos programas durante el año de 1973, puede dividirse así: yuca, 9.3; arroz, 8.9; frijol, 8.0 y maíz, 4.7.

A comienzos de 1973, el CIAT prestó asistencia al Instituto Nacional de Investigaciones Agropacuarias, INIAP, de Ecuador, para organizar y dictar un curso de cinco meses sobre producción de maíz a ocho agrónomos. Se seleccionó la localidad de Pichilingue como base de operaciones y se contó con la colaboración de las fincas vecinas.

#### Programas de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos

En años anteriores, este programa había concentrado sus esfuerzos en la organización y conducción de un curso de 12 meses sobre producción de cultivos especialmente frijol, soya, arroz, maíz, sorgo y yuca. Dos de estos cursos ya terminaron y el tercero comenzó el primero de marzo de 1973. Además, el primero de septiembre de este año, se inició una nueva clase de adiestramiento en producción que se denominó Curso de Adiestramiento en Producción y Certificación de Semillas y se limitó principalmente a los mismos cultivos incluidos en el programa de adiestramiento en producción de cultivos.

#### Curso de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos

El proceso de entrevista y admisión de candidatos iniciado el año anterior

terminó en enero de 1973 con la admisión de 20 participantes de cinco países: Colombia (3), República Dominicana (8), Ecuador (7), El Salvador (1), y México (1).

Las actividades de reclutamiento se restringieron a dos países, República Dominicana y Ecuador, en los que, evidentemente, había un verdadero interés en adoptar el programa de adiestramiento de especialistas en producción como modelo para futuros programas dentro del país con el fin de generar un efecto multiplicador.

El programa de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos obtiene y comprueba diferentes innovaciones y metodología de adiestramiento, mediante un enfoque que subraya la importancia de adquirir conocimientos actualizados y experiencias nuevas, dando énfasis a la filosofía de "aprender haciendo". Este programa combina las actividades de campo en su fase de vivencia real de la producción agrícola comercial con sesiones de técnica complementaria como lo son las conferencias y las discusiones dirigidas por especialistas en varios cultivos y diversos campos disciplinarios. Dentro de este marco pedagógico, se da énfasis a la aplicación de tecnología, economía agrícola y comunicación, tanto en fincas pequeñas como medianas.

La primera fase del programa incluyó un período de seis meses de experiencias instructivas en el campo y en el salón de clase, en la sede del CIAT, bajo condiciones controlables de manejo. En la segunda fase, también de seis meses, los becarios adquirieron mayores conocimientos y experiencia práctica en fincas de tamaño pequeño y mediano, en la Costa Norte de Colombia.

Durante el primer semestre, el 60 por ciento del tiempo se dedicó a operaciones de campo y el 40 por ciento a sesiones de conferencia y discusión sobre tecnología de cultivos, experimentación de campo, economía agrícola, manejo de

fincas y comunicación. Cincuenta y ocho especialistas del CIAT, el ICA y otras instituciones suministraron 346 horas de instrucción en estas sesiones de conferencia y discusión. Los 20 participantes se dividieron en cinco grupos y a cada grupo se le asignó una pequeña finca de 10 hectáreas, dentro de los predios del CIAT. Cada grupo trabajó en su propia "finca" en donde produjo frijol, arroz, maíz, sorgo y soya. Se asignaron parcelas separadas para yuca y hortalizas.

Se dio énfasis al aspecto económico y a la utilización de tecnología durante el ciclo de producción de los cultivos y finalmente un análisis de costo/utilidad permitió evaluar el proceso de toma de decisiones en el manejo de cultivos, dentro del sistema de producción de los pequeños agricultores.

Hacia el final del primer semestre, el grupo hizo un ejercicio sobre comunicación a nivel de agricultores en el proyecto de desarrollo rural del Norte del Cauca y más tarde visitó un segundo proyecto similar en el área de Rionegro, Antioquia.

En la segunda fase del curso, en el mes de septiembre, la sede del programa fue trasladada cerca de Montería, en la Costa Norte de Colombia. El Centro de Investigaciones del ICA, en Turipaná, brindó alojamiento y constituyó la sede de operaciones. En esta fase se dio mayor énfasis a las actividades de campo, las cuales ocuparon un 72 por ciento del tiempo. Los viernes y sábados de cada semana, en horas de la mañana, hubo sesiones de conferencia y de discusión, así como de planeamiento para la solución de los problemas de campo que involucraban aspectos técnicos, socioeconómicos y culturales.

El aspecto más importante de esta segunda fase consiste en que el adiestramiento se efectúa dentro del ambiente ecológico, socioeconómico y cultural de la vida real del agricultor, lo cual en realidad constituye un sistema específico de producción agrícola. Cada becario se-

lección de 5 a 20 campesinos en fincas individuales o cooperativas para trabajar con ellos y familiarizarse con sus experiencias.

Aunque este curso trata principalmente de la tecnología de la producción a través de un enfoque de comunicación, los aspectos pragmáticos de la experimentación científica constituyen una parte importante de las actividades. Los becarios realizaron experimentos replicados en las parcelas que se les asignaron dentro de la sede del CIAT y más tarde, en los campos de los agricultores de la Costa Norte, con el fin de adiestrarse en la "validación de tecnología" para asegurarse de que las recomendaciones que se hagan puedan aumentar la productividad del agricultor.

### **Curso de adiestramiento en producción y certificación de semillas**

Para responder a una solicitud del INIAP, en Ecuador, en septiembre de 1973 se inició este experimento en instrucción, con una duración de seis meses, y con la participación de seis becarios de Ecuador. En este curso se empleó el mismo enfoque utilizado en el Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos, y se dio particular énfasis a las oportunidades para la adquisición de conocimientos y experiencias en parcelas de producción de semilla que tenían una extensión de nueve hectáreas y eran manejadas en su totalidad por becarios, bajo la supervisión de instructores, así como también en fincas comerciales productoras de semilla en el Valle del Cauca.

El Programa de Semillas Certificadas, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) cooperó ampliamente en este curso, en especial, brindando instructores calificados. Además, cuatro importantes compañías privadas que producen, procesan y distribuyen semilla para esta zona agrícola, suministraron valioso apoyo y permitieron que los becarios hicieran prácticas en sus propios campos

de producción de semilla y en sus plantas procesadoras. Veintiocho especialistas en varias disciplinas participaron en sesiones de conferencia y de discusión (las cuales tomaron una cuarta parte del tiempo que duró el curso) y en ejercicios de campo.

### **UNIDAD DE INVESTIGACION Y ADIESTRAMIENTO EN COMUNICACION**

Las actividades que desarrolló esta unidad de ciencias sociales se dedicaron a brindar adiestramiento y hacer labores de evaluación, investigación y consulta. Se brindó apoyo a los cursos de especialistas en producción, organizados por el CIAT, y al curso de producción de maíz, organizado por el INIAP, en Pichilingue, Ecuador. Se evaluaron varios seminarios y programas de adiestramiento. Se continuó investigando el proceso de adopción y de difusión de las nuevas variedades de maíz y arroz. El personal cooperó en el diseño de estrategias para lograr el cambio en las áreas minifundistas, en colaboración con la Asociación Latinoamericana del Desarrollo Rural.

### **Adiestramiento**

Con el fin de impartir un enfoque integrado a la enseñanza de las ciencias sociales en los cursos de posgraduados para especialistas en producción, un asociado y un asistente de investigación dedicaron parte de su tiempo a la revisión de metodología, programación de cursos, producción de materiales de enseñanza sobre el proceso de toma de decisiones y sobre conceptos de información, comunicación, sociología, economía y administración. Esta integración de conceptos suministra a los becarios un amplio marco de referencia sobre el papel que desempeña la tecnología en el desarrollo agrícola.

La comprensión de la realidad agrícola involucra también un conocimiento de la población rural. Por esta razón, gran parte del apoyo dado por la unidad de ciencias sociales se brindó durante

los meses en que los becarios trabajaron directamente con los campesinos.

La preparación de los becarios para trabajar directamente con los campesinos en la Costa Norte de Colombia se complementó con ejercicios efectuados en el Proyecto de Desarrollo Rural del Norte del Cauca y en el Proyecto de Desarrollo Rural del Oriente Antioqueño. Los becarios intercambiaron información y experiencias con los tres grupos que integran estos proyectos: los campesinos agricultores, los técnicos que atienden tales proyectos y los representantes de las instituciones involucradas en el desarrollo agrícola.

En 1973, los especialistas en producción de cultivos participaron en 120 sesiones de clase sobre ciencias sociales. Los becarios recibieron material escrito sobre 80 temas aproximadamente.

### **Evaluación**

La unidad evalúa los seminarios y el adiestramiento que imparte el CIAT. En lo referente a seminarios, las actividades que miden los logros obtenidos se han dirigido a determinar el nivel de comunicación y de cooperación que se genera entre los participantes de esos eventos. La unidad trató de: 1) concentrar la atención de los participantes en los objetivos del seminario; 2) conocer su opinión sobre los factores restrictivos, las prioridades, los problemas y las soluciones en relación con los principales temas del seminario en cuestión; 3) identificar cuál es la forma específica para establecer cooperación interinstitucional e internacional mediante la cual se puedan coordinar y apoyar los esfuerzos hechos en materia de desarrollo agropecuario; 4) determinar las causas del fracaso o del éxito en la organización de seminarios y cursos, con el fin de mejorar esos aspectos en futuros seminarios.

### **Investigación en métodos de adiestramiento**

En distintas formas el CIAT supervisa y estudia el progreso de sus progra-

mas de adiestramiento, algunas de ellas sencillas y de alcance limitado. Sin embargo, en 1973, por invitación del CIAT, un técnico patrocinado por el Programa de Asistencia Extranjera (Foreign Area Fellowship Program) hizo un estudio más profundo de los programas de adiestramiento.

El estudio se concentró en tres grupos: los becarios que estaban próximos a terminar su período de estudios en el CIAT; los que ya habían regresado a sus países en el año o los años anteriores y que por lo tanto tenían puntos de vista basados en la experiencia y por último, aquellos miembros del personal científico del CIAT que habían supervisado directamente la labor de los becarios. Tanto los grupos de especialistas en producción como los internos en investigación/producción fueron objeto del estudio. Se dio mayor énfasis a los internos en investigación/producción en el mencionado estudio global puesto que ellos representan el mayor grupo de becarios y la más amplia variedad de experiencias dentro del campo del adiestramiento profesional que imparte el CIAT.

Todos los becarios comprendidos en estas clasificaciones fueron considerados dentro del estudio como la población total estudiada y se obtuvieron datos de un 74 por ciento de ellos. Además de obtener respuestas a preguntas específicas, se determinaron los índices de utilización y de cumplimiento, así como una combinación de estos dos factores. Entre los principales conceptos que se logró estudiar se pueden citar los siguientes:

**Reclutamiento.** El mayor problema identificado en relación con el reclutamiento fue la escasez y la falta de precisión de la información correspondiente a la etapa anterior a las entrevistas con posibles candidatos a becarios y sus respectivas instituciones.

**Selección.** Hubo un cambio notable en la influencia que tuvieron las instituciones que empleaban a los becarios y en la selección de los candidatos

que recién completaban su adiestramiento en comparación con los egresados previamente. El 27 por ciento de éstos últimos expresó que sus respectivas instituciones habían tenido una participación definitiva en su selección. Este porcentaje aumentó a 43 entre los internos que acaban de egresar. De manera similar, el 24 por ciento de los antiguos becarios manifestó que sus instituciones no habían estado involucradas en el proceso de selección; sin embargo, esta cifra fue sólo del 2 por ciento entre los egresados recientemente.

**Adiestramiento.** Los participantes en el programa de adiestramiento del CIAT indicaron que hubieran deseado tener una mayor orientación a su llegada al CIAT, en especial, en relación con sus programas, objetivos, composición de su personal científico y técnico y características de las instalaciones físicas de la organización. Algunos de ellos hubieran estado interesados en involucrarse más directamente con los pequeños agricultores, estudiar más profundamente sus sistemas de producción, explorar posibles medios de mejorar la situación existente en las pequeñas fincas y tener una mayor oportunidad de participar en este problema. La participación de algunos miembros del personal técnico subordinado del CIAT en actividades de adiestramiento parece haber sido provechosa tanto para los becarios como para los miembros del personal científico; tal participación fue bien recibida por los becarios.

En términos generales, los becarios se mostraron satisfechos con la duración y el nivel de adiestramiento recibido. Consideraron que, básicamente, la falta de un plan específico de adiestramiento es el mayor obstáculo para obtener el máximo provecho del mismo; también indicaron que un segundo obstáculo es la falta de buenas relaciones personales entre becarios y supervisores.

La experiencia práctica fue considerada por los becarios como el aspecto más valioso del período de adiestramiento. Treinta y ocho por ciento de los becarios que pasaron un año o más tiempo en el campo, en comparación con 24 por ciento de aquellos previamente egresados, reconoció la creciente importancia de este aspecto. El porcentaje que corresponde a experiencia en investigación, bajó de 14 a 6 por ciento lo cual puede indicar que muchos de los becarios que recibieron adiestramiento en el CIAT en investigación trabajan ahora en extensión, en programas de producción o en posiciones administrativas.

**Actividades cumplidas después de recibir el adiestramiento.** Las instituciones que emplean a los antiguos becarios incluyen: entidades gubernamentales ligadas al sector agropecuario, 67 por ciento; empresas agrícolas privadas, 11 por ciento; instituciones bancarias o crediticias, 6 por ciento; y universidades o instituciones de enseñanza agrícola, 17 por ciento.

Por lo menos una quinta parte de los becarios indicó que ocupa posiciones de alta responsabilidad y que tiene varios empleados bajo su supervisión. La mitad de ellos indicó que la investigación es una de sus principales actividades, seguida por administración, extensión y adiestramiento.

Los becarios dieron una gran importancia a la oportunidad de conocer a otros colegas que trabajan en su misma región durante su estada en el CIAT. El 93 por ciento indicó que posteriormente se había puesto en contacto con sus antiguos compañeros y un 74 por ciento de estos contactos se hicieron a nivel profesional.

**Utilización.** Al hacer una estimación del grado de aplicación del adiestramiento recibido en su trabajo actual, el 59 por ciento indicó que la aplicación era muy amplia; el 27 por ciento, en grado moderado; el 10 por cien-

to, muy bajo grado y el 4 por ciento, ninguna aplicación. Los dos últimos grupos incluyeron a becarios que no estuvieron satisfechos con el adiestramiento y a otros que estuvieron involucrados en actividades en las cuales el adiestramiento fue superfluo, es decir, estuvo de más.

El 92 por ciento tenía el convencimiento de haber logrado una multiplicación del efecto del adiestramiento recibido, en una escala que varió de moderada a amplia.

## CONFERENCIAS Y SIMPOSIOS

La unidad de Conferencias y Simposios tuvo una participación muy activa en los preparativos para el Día de la Inauguración del CIAT. En especial, esa participación se concentró en poner en funcionamiento las instalaciones diseñadas para la celebración de reuniones. Básicamente, estas instalaciones consisten en seis salas de conferencia con capacidad que varía entre 20 y 150 participantes; un anfiteatro abierto con cupo para 192 participantes en conferencias y presentaciones especiales; una amplia área utilizable en labores de inscripción, administración y secretariado, exhibición de material ilustrativo y períodos de receso de los asistentes a las conferencias o simposios. Al llegar la fecha de la inauguración, las nuevas instalaciones estaban completamente amobladas y equipadas con un sistema de traducción simultánea de seis canales, un estudio de grabación y equipo audiovisual.

Antes de que estas instalaciones estuvieran en capacidad de funcionamiento se celebró un seminario internacional en el Hotel Intercontinental de Cali. Del 26 de febrero al primero de marzo, los participantes de este seminario se reunieron para discutir "El Potencial del Frijol y de otras Leguminosas Comestibles en América Latina y el Caribe".

Desde el punto de vista administrativo, este seminario ha sido, probablemente, el que ha alcanzado mayor éxito entre los diez eventos internacionales celebrados hasta la fecha. Al concluir el seminario se hizo una detallada evaluación de los objetivos y logros, los trabajos presentados fueron editados profesionalmente, habiéndose hecho una publicación que contiene tales trabajos y sus respectivos comentarios, así como un resumen de las conclusiones y recomendaciones. Inmediatamente después de celebrado el seminario, se organizó una reunión de un comité especial nombrado específicamente para sugerir cuál debiera ser la línea de acción en los próximos años en relación con la producción de leguminosas de grano comestible a la luz de las discusiones y presentaciones hechas en el seminario que acababa de concluir.

El día 12 de octubre fue también una fecha muy significativa para la unidad de conferencias y simposios. Al ser inauguradas ese día las nuevas instalaciones fue posible dar una nueva perspectiva a las actividades programadas, siendo posible a partir de esa fecha, una ampliación de su radio de acción, con un alcance nacional e internacional, hasta donde las circunstancias lo permitieran, en lo referente a celebración de seminarios y simposios. Lo que es aún más importante, estas instalaciones brindan a los líderes de los programas del CIAT la oportunidad de planear con anticipación aquellas actividades futuras tendientes a reunir a científicos y técnicos, a forjadores de política agrícola a nivel nacional o regional, a administradores de programas de diversa índole y a otras personalidades influyentes dentro de sus respectivos campos, con el fin de establecer una interacción activa entre todos ellos, estimular un intercambio de experiencias y lograr una mayor difusión de las decisiones que se han tomado en relación con el desarrollo de tales programas. Todas estas funciones complementarias están involucradas dentro de la misión que el CIAT intenta cumplir.

A comienzos de diciembre, se celebró en el CIAT un Seminario Nacional sobre Alimentación y Nutrición, patrocinado por UNICEF, con la participación de 150 delegados.

El gran interés que han despertado las instalaciones de la unidad de Conferencias y Simposios, tanto dentro como fuera del CIAT, ha hecho necesario el establecimiento de una política de procedimiento mediante la cual tales instalaciones podrán ser asignadas primero a aquellas actividades que apoyen directamente los programas y objetivos del CIAT y luego, a las organizaciones que tengan intereses similares tales como las que tienen a su cargo, en distintas áreas del mundo, el desarrollo agrícola, social y económico de los países.

#### SERVICIOS DE INFORMACION

Las actividades de la Unidad de Servicios Gráficos y Editoriales aumentaron en 1973 como resultado lógico de la ampliación de los programas de adiestramiento e investigación del CIAT. Esta unidad también brindó sus servicios al creciente número de actividades relacionadas con la celebración de Conferencias y Simposios así como a otras unidades operativas del CIAT.

En la actualidad existen varias series de publicaciones tales como boletines técnicos, boletines informativos y de referencia, actas de seminarios, el boletín de noticias "Noti-CIAT" y el Informe Anual. Casi todas estas series se publican en Español y en Inglés. También se publica semanalmente un boletín informativo interno titulado "Citas del CIAT" que ha circulado entre los empleados de la institución por más de dos años.

En 1973, se registró un aumento notable en el trabajo de preparación de cuadros estadísticos, gráficas y diversos tipos de ayudas visuales. También hubo un notorio aumento en la producción de material impreso, tanto de documentos para uso y circulación internos como también correspondiente a las publicaciones periódicas del CIAT.

La unidad de Fotografía procesó cerca de 800 órdenes de trabajo, algunas de las cuales incluían la producción de 50 o más transparencias o ampliaciones por cada orden. Actualmente se dispone de una colección clasificada de negativos y de fotografías y se está preparando una colección clasificada de transparencias en colores, por cultivos y por disciplinas, para uso de los científicos y de los técnicos del CIAT, ya sea dentro o fuera de la sede de la institución.

Cuadro 1. Becarios del CIAT en adiestramiento y/o que ya lo han completado, clasificados por Categoría de Adiestramiento, País y Campo de Especialización.  
(Período: 1 de Enero 1973 a 31 de Diciembre, 1973)

Nombre	País	Programa/Materia	Meses de adiestramiento en 1973	Estado del adiestramiento en Dic. 1973 (T = terminado)
<b>Internos posgraduados</b>				
Arias, Diego	Colombia	Yuca/Economía agrícola	1½	T
Argei, Pedro José	Colombia	Ganado de carne/Pastos y forrajes	2	T
Armijos, Fernando	Ecuador	Frijol/Fitopatología	7	T
Aguilera, Rolando	Guatemala	Microbiología de suelos	6	T
Betancourt, Luz Helena	Colombia	Maíz	2	T
Badía, Armando	Honduras	Arroz	5	T
Buestán, Héctor	Ecuador	Frijol	5	T
Castro, Edgar	Colombia	Maíz	2	T
Calderón, Humberto	Colombia	Yuca	2	T
Cavallo, Renato	Italia	Microbiología de suelos	2	T
Cañola, Gonzalo	Colombia	Maíz/Sistemas de Producción	6½	T
Daccarett, Isa Víctor	Honduras	Frijol	5	T
Escobar, María Delia	Colombia	Ganado de carne/Pastos y forrajes	4	T
Florez, Zacarías	Bolivia	Porcinos	4½	T
Fuentes, Margarita	México	Microbiología de suelos	5	T
Guerrero, Marco Fidel	Colombia	Porcinos	5	T
Herrera, Carlos A.	Colombia	Yuca/Fitopatología	1	T
Hurtado, Joaquín	Colombia	Control de malezas	2½	T
Lovato, Luis Alberto	Brasil	Control de malezas	2½	T
Leiva, Oscar René	Guatemala	Frijol	2	T
Mejía, Luis Omar	Colombia	Porcinos	1	T
Miranda, Beatriz	Brasil	Arroz	3	T
Mayeregger, José	Paraguay	Arroz	2	T
Moreno, Juan Francisco	Ecuador	Maíz	5	T
Molina, Hugo	Colombia	Yuca/Economía agrícola	9	T
Ortega, José César	Honduras	Arroz	5	T
Oliveros, Beatriz	Colombia	Yuca/Fitopatología	8	T
Posada, Luis Fernando	Colombia	Maíz	2	T
Pérez, Jorge	México	Ganado de carne/Pastos y forrajes	5	T

Nombre	País	Programa/Materia	Meses de adiestramiento en 1973	Estado del adiestramiento en Dic. 1973 (T = terminado)
<b>Internos posgraduados</b>				
Rosas, Juan Carlos	Perú	Yuca/Sistemas de producción	12	T
Scherer, Clovis	Brasil	Arroz	2½	T
Sandoval, Antonio J.	Colombia	Maíz/Sistemas de producción	4½	T
Veloz, Alfredo E.	Ecuador	Control de malezas	1	T
Vera, Vinicio	Ecuador	Entomología	3	T
Vidarte, José Ignacio	Colombia	Ciencias Sociales	10	T
Varón, Uldarico	Colombia	Yuca/Economía agrícola	10½	T
Zuluaga, Guillermo	Colombia	Maíz/Sistemas de producción	6½	T
Alburez, Carlos	Guatemala	Arroz	3	—
Castedo, Antonio	Bolivia	Porcinos/Sistemas de producción	3	—
Camacho, Carlos Alberto	Perú	Porcinos/Sistemas de producción	3	—
Dos Santos, Daniel C.	Brasil	Arroz	4	—
De León, Rony	Guatemala	Porcinos	3	—
Escobar, Rodrigo	Colombia	Yuca/Economía agrícola	1	—
Gutiérrez, Uriel	Colombia	Frijol/Economía agrícola	6	—
Gianella, Héctor	Bolivia	Ganado de carne/Patología animal	3	—
Kueneman, Eric	USA	Frijol	6	—
Moscoso, Patricio	Ecuador	Porcinos	3	—
Mesía, Rubén	Perú	Control de malezas	3	—
Oliva, Francisco	Ecuador	Porcinos	9	—
Otero, Carlos Eduardo	Colombia	Operación de la Estación	6	—
Quintero, Bolívar	Ecuador	Ganado de carne/Pastos y forrajes	6	—
Teixeira, Geraldo	Brasil	Arroz	2½	—
Zambrano, Oswaldo	Ecuador	Microbiología de suelos	5	—
<b>Becarios para estudio</b>				
Agudelo, Fernando	Colombia	Entomología	12	T
Calderón, Fernando	Costa Rica	Porcinos	5½	T
Lasso, Héctor	Colombia	Ingeniería agrícola	3	T
Urrea, Augusto	Colombia	Ingeniería agrícola	3½	T
Alvarez, Camilo	Colombia	Economía agrícola	12	—
Castaño, Jairo	Colombia	Arroz/Fitopatología	4	—
Celleri, Walter	Ecuador	Nutrición porcina	3	—
García, Adriano	Colombia	Economía agrícola	7	—
Guzmán, Víctor Hugo	Colombia	Ganado de carne/Patología animal	12	—
Lucena, Juan Manuel	Perú	Control de malezas	12	—
Rivas, Libardo	Colombia	Economía agrícola	12	—

Nombre	País	Programa/Materia	Meses de adiestramiento en 1973	Estado del adiestramiento en Dic. 1973 (T = terminado)
<b>Becarios para estudio</b>				
Rueda, Camilo	Colombia	Ganado de carne/Salud Animal	3	—
Santos, Jorge	Colombia	Porcinos/Nutrición	2	—
Villegas, Gustavo	Colombia	Horticultura	12	—
Zuluaga, Hernando	Colombia	Economía Agrícola	12	—
<b>Becarios para investigación</b>				
Ferguson, John	Australia	Ganado de carne/Pastos y forrajes	8	T
Roa, Gonzalo	Colombia	Ingeniería Agrícola	7	T
Fitzsimons, John	Reino Unido	Comunicación	12	T
Danso, Seth	Ghana	Microbiología de suelos	5	—
Gabela, Francisco	Ecuador	Control de malezas	10	—
Ikotun, Babatunde	Nigeria	Yuca/Bacteriosis	7	—
Kelly, James	Reino Unido	Frijol	10	—
Kleeman, Gunter	Alemania	Porcinos	1½	—
Leihner, Dietrich	Alemania	Arroz/Fisiología	12	—
Schultze-Kraft, Rainer	Alemania	Ganado de carne/Pastos y Forrajes	3	—
Stelberg, Alexander	Alemania	Frijol/Sistemas de producción	1½	—
Wholey, Douglas	Reino Unido	Yuca	12	—
<b>Especialistas en producción</b>				
Alvarez, José A.	Rep. Dominicana	PAEPP *	4½	T
Campos, José Yesid	Colombia	PAEPP	4½	T
Camacho, Antonio José	Colombia	PAEPP	4½	T
Cuéllar, Adalberto	Bolivia	PAEPP	3	T
Echeverry, Huberman	Colombia	PAEPP	4½	T
Gil, Juan	Rep. Dominicana	PAEPP	4½	T
Guzmán, Silvio	Colombia	PAEPP	1	T
Morel, Juan Andrés	Paraguay	PAEPP	4½	T
Narváez, Ramón	Honduras	PAEPP	4½	T
Olvera, Eduardo	México	PAEPP	4½	T
Páez, Pedro Alirio	Colombia	PAEPP	4½	T
Parra, Alberto	Colombia	PAEPP	4½	T
Ronquillo, Severo	Ecuador	PAEPP	4½	T
Rodríguez, Antonio	Paraguay	PAEPP	4½	T
Sierra, Reyes Manuel	Colombia	PAEPP	4½	T
Santillán, Raúl	Ecuador	PAEPP	7½	T
Villarreal, Ricardo	México	PAEPP	4½	T

\* Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria.

Nombre	Perú	Programa/Materia	Meses de adiestramiento en 1973	Estado del adiestramiento en Dic. 1973 (T = terminado)
<b>Especialistas en producción</b>				
Acebedo, Fernando	Colombia	PAEPP	3	—
Ava, Alejandro	Perú	PAEPP	3	—
Arias, Ramón	Rep. Dominicana	PAEPP	3	—
Bogado, Benigno Andrés	Paraguay	PAEPP	3	—
Bordales, Enrique	Perú	PAEPP	3	—
Berganza, Maximiliano	Salvador	PAEPP	3	—
Carrión, Freddy	Ecuador	PAEPP	3	—
Cortez, Miguel	Bolivia	PAEPP	3	—
Montán, Tirso	Rep. Dominicana	PAEPP	3	—
Ravelo, Guillermo	Rep. Dominicana	PAEPP	3	—
Riveros, Antonio	Paraguay	PAEPP	3	—
Salazar, Jairo	Colombia	PAEPP	9	T
Velasco, Francisco	Bolivia	PAEPP	3	—
Villegas, Carlos	Colombia	PAEPP	3	—
Villalba, Juan Francisco	Paraguay	PAEPP	3	—
Florencio, Carlos D.	Rep. Dominicana	PAEPC *	5	T
Guzmán, Juan Antonio	Rep. Dominicana	PAEPC	5	T
López, Elías	México	PAEPC	5	T
Rodríguez, Nelson	Rep. Dominicana	PAEPC	5	T
Alvarado, Aquiles	Ecuador	PAEPC	8	—
Carceién, Raúl	Ecuador	PAEPC	8	—
Bello, Carlos Nelson	Rep. Dominicana	PAEPC	9	—
Castro, Luis Jorge	Colombia	PAEPC	9	—
Cea, Jaime	El Salvador	PAEPC	9	—
Camilo, Antonio	Rep. Dominicana	PAEPC	9	—
Díaz, Rafael	Rep. Dominicana	PAEPC	9	—
De León, Rodolfo	Rep. Dominicana	PAEPC	9	—
Herrera, Fernando	Colombia	PAEPC	9	—
Jiménez, Ramón Antonio	Rep. Dominicana	PAEPC	9	—
Livingston, Jorge	Ecuador	PAEPC	9	—
Pérez, Germán	Colombia	PAEPC	9	—
Ruiz, Arturo	Ecuador	PAEPC	9	—
Venegas, Fausto	Ecuador	PAEPC	8	—
Valverde, Félix	Ecuador	PAEPC	9	—
Veintemilla, Manuel	Ecuador	PAEPC	9	—

\* Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos.

Nombre	País	Programa/Materia	Meses de adiestramiento en 1973	Estado del adiestramiento en Dic. 1973 (T = terminado)
Alvarado, Juan Roberto	Ecuador	Producción de semillas	3	—
Balarezo, Sergio	Ecuador	Producción de semillas	3	—
Medrano, Néstor	Ecuador	Producción de semillas	3	—
Puga, Wilson	Ecuador	Producción de semillas	3	—
Quimi, Freddy	Ecuador	Producción de semillas	3	—
Sarmiento, Walter Iván	Ecuador	Producción de semillas	3	—
<b>Becarios especiales</b>				
Amador, Ignacio	Colombia	Ganado de carne/Producción	3	T
Bermúdez, Facundo	Ecuador	Operación de la estación	2	T
Carvalho, Gustavo	Venezuela	Control de malezas	1/2	T
Camacho, Daniel	Colombia	Electrónica	2	T
Faber, Luitzen	Holanda	Ganado de carne/Pastos y forrajes	7	T
Francillon, Philippe	Francia	Arroz	1 1/2	T
Gore, Tom	EE.UU.	Ganado de carne/Salud animal	2	T
Hernández, Philippe	Francia	Ganado de carne/Sistemas de Producción	1	T
Jansen, Hendrik Jan	Holanda	Ganado de carne/Pastos y forrajes	1/2	T
Lazier, John Robert	Canadá	Ganado de carne/Pastos y forrajes	1/2	T
Matamoros, Jorge Eduardo	Ecuador	Operación de la estación	1/2	T
Olson, Timothy	EE.UU.	Ganado de carne/Mejoramiento genético	3	T
Pochard, Francois	Francia	Arroz	1 1/2	T
Rizo, Nora	Colombia	Bibliotecología	3 1/2	T
Shakya, Purna	Nepal	Maíz	2 1/2	T
Tascón, Angela	Colombia	Microscopio electrónico	5	T
Valverde, Francisco	Ecuador	Operación de la estación	1/2	T
Coppes, Adolph	Holanda	Sistemas de producción agrícola	3	—
Martínez, Jaime	Colombia	Economía Agrícola	12	T
Morris, Roberto C.	EE.UU.	Ciencias sociales	12	T
Roeleveld, Alexander	Holanda	Ganado de carne/Pastos y forrajes	5	—

Cuadro 2. Becarios del CIAT en adiestramiento y/o que ya lo han completado  
(Período: 1 de Enero, 1973 a 31 de Diciembre, 1973)

	Por Campo de Especialización y Categoría de Adiestramiento					Total
	En servicio	Especialistas en Producción	Becarios Investigación	Becarios Estudio	Becarios Especiales	
Yuca/Economía agrícola	4					4
Arroz	8				2	10
Maíz/Sistemas de producción	3					3
Frijol/Fitopatología	4		2		4	10
Ganado de carne/Pastos y forrajes	1					1
Microbiología de suelos	4		1			5
Frijol	4		2			6
Porcinos	8		1	1		10
Yuca/Fitopatología	2					2
Control de malezas	4		1	1	1	7
Yuca/Sistemas de producción	1					1
Entomología	1			1		2
Ciencias sociales	1				1	2
Ganado de Carne/Patología animal	1			1		2
Operación de la estación	1				3	4
Producción pecuaria		32				32
Producción de cultivos		20				20
Producción de semillas		6				6
Ingeniería agrícola			1	2		3
Comunicación			1			1
Yuca/Bacteriosis			1			1
Arroz/Fisiología			1			1
Yuca	1		1			2
Maíz	4				1	5
Frijol/Economía agrícola	1					1
Economía agrícola				4	1	5
Arroz/Fitopatología				1		1
Porcinos/Nutrición				2		2
Ganado de carne/Salud Animal				1	1	2
Horticultura				1		1
Ganado de carne/Producción					2	2
Mantenimiento electrónico					1	1
Ganado de carne/Mejoramiento genético					1	1
Microscopio electrónico					1	1
Bibliotecología					1	1
Sistemas de producción agrícola					1	1
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>58</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>159</b>

Cuadro 3. Becarios adiestrados por el CIAT (clasificados por campo de especialización)  
(Período: 1 de Enero, 1973 a 31 de Diciembre, 1973)

Categoría del becario	Campo de especialización						Total
	Ciencias pecuarias	Ciencias agrícolas	Economía agrícola	Ingeniería agrícola	Comunicación Ciencias sociales	Otros campos	
Becarios en servicio	13	33	5	1	1		53
Especialistas en producción	32	26					58
Becarios para investigación	3	7		1	1		12
Becarios para estudio	5	4	4	2			15
Becarios especiales	8	5	1	3	1	3	21
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>75</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>159</b>

Cuadro 4. Becarios adiestrados por el CIAT (clasificados por país de origen)  
(Período: 1 de Enero, 1973 a 31 de Diciembre, 1973)

País	Categoría de adiestramiento					Total
	En servicio	Especialistas en Producción	Becarios para Investigación	Becarios para Estudio	Becarios Especiales	
Colombia	21	13	1	12	5	52
Ecuador	9	16	1	1	3	30
Guatemala	4	—	—	—	—	4
Honduras	3	1	—	—	—	4
Italia	1	—	—	—	—	1
Bolivia	3	3	—	—	—	6
México	2	3	—	—	—	5
Brasil	5	—	—	—	—	5
Paraguay	1	5	—	—	—	6
Perú	3	2	—	1	3	6
USA	1	—	—	—	3	4
Costa Rica	—	—	—	1	—	1
Australia	—	—	1	—	—	1
Reino Unido	—	—	3	—	—	3
Ghana	—	—	1	—	—	1
Nigeria	—	—	1	—	—	1
Alemania	—	—	4	—	—	4
República Dominicana	—	13	—	—	—	13
Salvador	—	2	—	—	—	2
Venezuela	—	—	—	—	1	1
Holanda	—	—	—	—	4	4
Francia	—	—	—	—	3	3
Canadá	—	—	—	—	1	1
Nepal	—	—	—	—	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>58</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>159</b>

Cuadro 5. Becarios que estuvieron en adiestramiento durante 1973 y que lo completaron en 1973, y becarios que continúan el adiestramiento en 1974

Clasificación	Completaron su adiestramiento en 1973	Continúan su adiestramiento en 1974	Total
	Becarios en servicio	37	
Especialistas en producción	22	36	58
Becarios para estudio	4	11	15
Becarios para investigación	3	9	12
Becarios especiales	19	2	21
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>74</b>	<b>159</b>

## BIBLIOTECA Y SERVICIOS DE DOCUMENTACION

En tres años de funcionamiento, la Biblioteca del CIAT ha acumulado un total aproximado de 23.000 volúmenes. La colección de las revistas que se reciben regularmente incluye 1.100 títulos. Los temas de todas estas publicaciones se han seleccionado de acuerdo con los campos de interés específico del CIAT.

Además de desempeñar las funciones regulares de una biblioteca especializada, la biblioteca del CIAT tiene a su cargo un centro de documentación inicialmente especializado en yuca pero que gradualmente ha cubierto otros campos. También tiene un servicio de actualización sobre el contenido de diversas revistas científicas.

### Centro de documentación

En general, la mayoría de las bibliotecas considera al libro como una "unidad de información" y, por consiguiente, la identificación y catalogación descriptiva están restringidas al título del mismo, al autor y a una clasificación dentro de un tema general. Por otra parte, un centro de documentación se ocupa de analizar el contenido de las publicaciones con el fin de producir un sustituto del documento (generalmente en forma de compendio o de resumen analítico) junto con el mecanismo adecuado para la recuperación de información, en un nivel de descrip-

ción más específico. Normalmente esto se efectúa mediante el empleo de palabras clave o de descriptores. Con esta descripción se puede resumir el funcionamiento del Centro de Información de Yuca en el CIAT. De los 4.000 documentos sobre yuca, que se calcula que existen en todo el mundo, el CIAT ha identificado y obtenido aproximadamente 3.500, de los cuales más de 3.000 ya están disponibles en la Biblioteca. El Centro produce tarjetas con resúmenes analíticos impresos sobre estos documentos y emplea un sistema mecanizado de tarjetas perforadas para efectos de recuperación. Hasta fines del año 1973 se han procesado unos 1.500 documentos sobre yuca. Estas tarjetas se distribuyen a unos 100 especialistas en yuca en todo el mundo, quienes, a su vez, pueden comprar al CIAT las xerocopias de los documentos originales, a precio de costo. También por solicitud de los interesados, se hacen búsquedas retrospectivas de literatura sobre temas específicos. Mediante un arreglo especial, el Centro Internacional de Investigación y Desarrollo, CIID\*, de Canadá, financia parte de este servicio que está restringido sólo a yuca. Sin embargo, mediante arreglo especial con algunos científicos del CIAT, este servicio se está extendiendo a otras áreas, tales como frijol y sanidad animal. La Biblioteca

\* (CIID) nombre oficial en español. En inglés: International Development Research Centre (IDRC) N. del Ed.

aprovecha la experiencia de los científicos del CIAT para determinar las palabras clave para la redacción de documentos; varios programas del CIAT le prestan a la Biblioteca su apoyo mediante la participación del personal subordinado de los mismos en actividades rutinarias de la Biblioteca.

El Director de la Biblioteca presentó un trabajo que describe detalladamente este servicio en el Tercer Simposio Internacional sobre Raíces Tropicales, celebrado en Ibadán, Nigeria del 2 al 9 de diciembre de 1973. En este documento se anunció la posibilidad de obtener una suscripción anual a este servicio a un valor nominal.

### **Contenido de revistas**

Es muy frecuente que los científicos dediquen sólo una mínima parte de su tiempo a la consulta de publicaciones en la biblioteca de sus respectivas instituciones. Desde el punto de vista del comportamiento humano, este hecho no es sorprendente pues la llamada "explosión de información" hace que la búsqueda de literatura sea una experiencia tediosa y frustrante para el científico. Los especialistas en información, por consiguiente, están en plena capacidad de ayudar al especialista en el problema de mantenerse al día en cuanto a conocimientos sobre su especialidad y, en esta forma, satisfacer la necesidad de información de aquellos científicos que carecen de tiempo.

Con base en una selección personal de las revistas especializadas, que un científico revisa periódicamente, la Biblioteca y el Servicio de Documentación del CIAT, envían copias del contenido de revistas especializadas a cada técnico de la institución para que ellos puedan hacer una selección individual de material existente. En las copias recibidas, los científicos marcan los títulos de aquellos artículos que desean recibir y la Biblioteca, a su vez, les envía mensualmente xerocopias de los mismos. Este servicio brinda la oportunidad a

cada científico de tener una colección de copias que él, su personal y los estudiantes a su cargo pueden utilizar constantemente.

En 1973, aproximadamente 150 científicos del CIAT, de la Estación Experimental del ICA en Palmira y de los laboratorios de Medicina Veterinaria del ICA en Bogotá y en Turipaná (LIMV y LIVET), recibieron los beneficios de este servicio. Como consecuencia, en 1973 estos científicos adquirieron más de 5.000 artículos con un total de 52.973 páginas de literatura técnica. La Biblioteca, por otra parte, distribuyó 19.172 copias de contenidos de revistas, lo cual da un total de 72.145 páginas de xerocopias, en el año 1973, en conexión con este servicio.

Un subproducto de este servicio son las bibliografías de los artículos seleccionados por el equipo de técnicos que trabajan en los programas básicos del CIAT y que se publican mensualmente para su distribución en el mundo. Estas bibliografías sobre productos básicos se publican con el título de "Carta Informativa de la Biblioteca del CIAT". Actualmente, se publican sobre cuatro materias específicas: frijón, ganado de carne, porcinos y maíz.

### **Desarrollo de otras actividades en Documentación**

Aunque inicialmente los servicios de Biblioteca y documentación del CIAT tenían como meta inicial la de servir al personal científico y a los estudiantes del CIAT, la ampliación e internacionalización de estas actividades ha sido una consecuencia casi inevitable. El volumen de la información que se produce actualmente en el mundo es de tal magnitud que sería prácticamente imposible para un solo centro el abarcar eficientemente todo el material existente. Ante esa situación, ha surgido una tendencia hacia la integración de redes informales entre los centros de información, con base en el intercambio de in-

formación y de servicios entre tales centros.

Recientemente, se ha intentado dar cuerpo a las llamadas "facultades invisibles" con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos y de ampliar el área cubierta por la literatura hacia aquellos campos profesionales actualmente olvidados, precisamente por falta de una organización formal de redes que integre la información impresa sobre temas específicos. El proyecto AGRIS, patrocinado por la FAO, en el cual el CIAT participa como centro de Nivel 2, representa un intento hecho en esta dirección.

La organización del AGRIS incluye un núcleo central de coordinación, con sede en Roma, y dos redes interconectadas de centros de Niveles 1 y 2. Los centros de Nivel 1 tratan de recolectar y de proporcionar una clasificación amplia y general de toda la literatura agrícola producida en el mundo, con el fin de hacerla disponible a los centros de Nivel 2, los cuales se ocuparán de hacer un análisis detallado por especialidad de esa literatura y adoptarán un sistema de recuperación que sea compatible con el de otros centros. Por lo tanto los centros de Nivel 1 están organizados desde un punto de vista geográfico, mientras que los centros de Nivel 2 se han seleccionado por su capacidad en el análisis de la literatura, bien sea por disciplina o por producto.

Además de participar en esta clase de proyectos internacionales, las actividades de documentación del CIAT se for-

talescen a través de proyectos especiales. Así, se ha presentado un proyecto a la Fundación Ford para el establecimiento de un Centro de Documentación Económica para la Agricultura Latinoamericana (CEDEAL), similar en filosofía, objetivos y funcionamiento, al Centro de Información de Yuca descrito anteriormente. CEDEAL comenzará a funcionar a principios del año 1974 si el proyecto es aprobado.

## **Publicaciones**

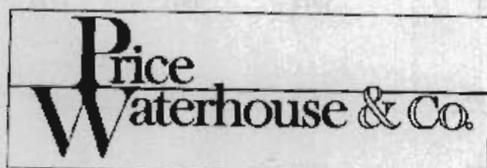
Además de la **Carta Informativa de la Biblioteca del CIAT**, mencionada anteriormente, se publican las siguientes series:

El **Catálogo de Publicaciones Periódicas de la Biblioteca del CIAT**. Es una publicación anual que describe el contenido de la colección de revistas del CIAT. Representa la base del servicio de distribución de contenidos de revistas y de cualquier servicio de copias que proporcione la Biblioteca.

La **Lista de Nuevas Adquisiciones**. Es un instrumento de referencia y de actualización para los científicos y un criterio de selección confiable para otras bibliotecas especializadas existentes en América Latina.

La **Serie Bibliográfica**. En 1974 se publicará, dentro de esta serie, una bibliografía completa sobre yuca que contiene todos los resúmenes analíticos que existen en el Centro de Información sobre este cultivo.

# Administración y Finanzas



APARTADO AEREO 186 - CALI, COLOMBIA

Abril 1, 1974

Señores Miembros de la Junta Directiva del  
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

En nuestra opinión, el balance general y el correspondiente estado de ingresos y egresos y fondos sin desembolsar que se acompañan presentan en forma fidedigna la situación financiera del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1973 y los resultados de sus operaciones por el año terminado en esa fecha, de conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados y aplicados sobre una base acorde con la del año anterior. Nuestro examen de estos estados financieros fue hecho de acuerdo con normas de auditoría generalmente aceptadas y por consiguiente incluyó las pruebas de los registros de contabilidad y los demás procedimientos de auditoría que consideramos necesarios en las circunstancias.

Nuestro examen también cubrió los estados de análisis de donaciones y los desembolsos correspondientes, ingresos devengados y comparación de presupuesto aprobado y los desembolsos reales por el año terminado en Diciembre 31, 1973, que se acompañan como información suplementaria y, en nuestra opinión, estos estados presentan fidedignamente la información mostrada en ellos.

En nuestros informes sobre los estados financieros para los años terminados en Diciembre 31, 1970 y 1971 mencionamos que el total de los gastos de programas básicos estaba subestimado en \$88,275 y sobrestimado en \$155,783 en 1970 y 1971 respectivamente.

*Price Waterhouse & Co.*

## CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

## BALANCE GENERAL

(Expresado en miles de dólares estadounidenses — Nota 2)

ACTIVO (NOTA 3)	Diciembre 31			
	1973	1972	1971	1970
<b>ACTIVO CORRIENTE:</b>				
Caja	139	272	450	959
Cuentas por recibir:				
Donantes (Nota 4)	497	499	471	446
Empleados	69	73	29	16
Otros	174	287	334	83
	740	859	834	549
Inventarios (Nota 1)	100	54	7	
Gastos pagados por anticipado	120	17		
Total del activo corriente	1,099	1,202	1,291	1,507
<b>ACTIVOS FIJOS (Nota 1):</b>				
Fondo rotatorio (Nota 5)	42	64	51	41
Equipo de operación	335	313	295	224
Equipo de investigación	332	329	255	171
Vehículos	305	314	257	249
Muebles, enseres y equipo de oficina	378	369	236	145
Edificios	3,950	2,359	1,276	474
Misceláneos	135	116	68	45
En tránsito	683			
Total de activos fijos	6,360	3,864	2,438	1,352
Total del activo	7,459	5,066	3,729	2,859
<b>PASIVO Y SALDOS DE FONDOS</b>				
<b>PASIVO CORRIENTE:</b>				
Sobregiros bancarios	137	7		
Cuentas por pagar	351	181	423	74
Por pagar a donantes	25	25	25	25
Otros	127	100		
Total del pasivo corriente	640	313	448	99
<b>DONACIONES RECIBIDAS POR ANTICIPADO</b>	117			
<b>SALDOS DE FONDOS:</b>				
Invertido en activos fijos	6,360	3,864	2,438	1,352
Fondos sin desembolsar (déficit):				
Programas básicos —				
Sin restricción	( 37)	( 12)	77	( 60)
Donación para fondo de trabajo	100			
Donaciones de capital	175	891	703	1,477
Proyectos especiales —				
Donantes	144	35	63	
Otros	( 40)	( 25)		
	342	889	843	1,408
Total saldos de fondos	6,702	4,753	3,281	2,760
Total del pasivo y saldos de fondos	7,459	5,066	3,729	2,859

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)  
ESTADO DE INGRESOS Y EGRESOS Y FONDOS SIN DESEMBOLSAR**

(Expresado en miles de dólares estadounidenses — Nota 2)

	Año terminado en			
	Diciembre 31			
	1973	1972	1971	1970
<b>Ingresos:</b>				
Programas básicos:				
Donaciones de operación —				
Sin restricción	2,672	2,286	2,144	924
Restringidos	790	433	352	165
Donación para fondo de trabajo	100			
Donaciones de capital	1,779	1,614	312	942
<b>Total programas básicos</b>	<b>5,341</b>	<b>4,333</b>	<b>2,808</b>	<b>2,031</b>
Proyectos especiales — donaciones	404	98	191	145
Ingresos devengados	168	96	8	34
<b>Total ingresos</b>	<b>5,913</b>	<b>4,529</b>	<b>3,007</b>	<b>2,210</b>
<b>Egresos:</b>				
Programas básicos:				
Investigación directa —				
Ganado de carne	661	417		
Porcinos	202	177		
Yuca	330	309		
Frijol	262	114	(1)	(1)
Arroz	135	240		
Maíz	121	150		
Sistemas para pequeños agricultores	36	110		
<b>Total investigación directa</b>	<b>1,747</b>	<b>1,517</b>	<b>1,338</b>	<b>754</b>
Adiestramiento y comunicaciones	518	371	300	143
<b>Total investigación directa</b>	<b>2,265</b>	<b>1,888</b>	<b>1,638</b>	<b>897</b>
Operaciones auxiliares:				
Biblioteca, documentación y servicios de información	139	77	88	62
Otros servicios	521	347	117	
Administración	340	314	230	238
<b>Total operaciones auxiliares</b>	<b>1,000</b>	<b>738</b>	<b>435</b>	<b>300</b>
Gastos generales	365	285	285	237
<b>Total programas básicos</b>	<b>3,630</b>	<b>2,891</b>	<b>2,358</b>	<b>1,434</b>
Proyectos especiales	305	166	128	145
Adquisición de activos fijos	2,496	1,426	1,086	709
Devuelto a donantes				106
<b>Total egresos</b>	<b>6,431</b>	<b>4,483</b>	<b>3,572</b>	<b>2,394</b>
Exceso de ingresos sobre egresos:				
Fondos sin restricción		( 89)	146	( 417)
Donación para fondo de trabajo	100			
Donaciones de capital	( 717)	188	( 774)	233
Proyectos especiales	99	( 53)	63	
<b>Total</b>	<b>( 518)</b>	<b>46</b>	<b>( 565)</b>	<b>( 184)</b>
Fondos sin desembolsar al principio del año	889	843	1,408	1,592
Donaciones por cobrar de años anteriores canceladas	( 29)			
Fondos sin desembolsar al fin del año (ver balance general)	342	889	843	1,408

(1) No se dispone de cifras comparativas para los años 1971 y 1970.

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)**  
**NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS**  
**DICIEMBRE 31, 1973**

**NOTA 1:**

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

Inventarios —

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

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

**NOTA 2:**

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

	P/\$1	
Saldos en pesos incluidos en activos corrientes y pasivos corrientes	24.79	Tasa aproximada de cambio a fin de año
Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos	23.63	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

**NOTA 3:**

El CIAT opera bajo un acuerdo firmado por el gobierno de Colombia, en el cual las condiciones más importantes son las siguientes:

1. La duración del acuerdo es de 10 años a partir de Octubre 1967, pero puede ser prorrogada si así lo deciden las partes contratantes.
2. El CIAT es una entidad de naturaleza permanente y, por lo tanto, la terminación del acuerdo no implicaría la cesación de su existencia.
3. En caso de que el CIAT deje de existir, todos sus activos netos serán transferidos a una institución colombiana, educacional o de otra naturaleza, que las partes contratantes consideren apropiada.
4. El CIAT está exenta de todo impuesto colombiano.
5. El CIAT tiene permiso para importar todos los equipos y materiales que requiera para sus programas, libres de gravámenes arancelarios o de cualquier otro impuesto al respecto.
6. El gobierno de Colombia proporciona al CIAT un terreno para sus operaciones, bajo un contrato de arrendamiento a 10 años, con un alquiler nominal, prorrogable de común acuerdo.

**NOTA 4:**

Las cuentas por recibir de donantes a Diciembre 31, 1973 fueron como sigue:

	<u>\$000</u>
Agency for International Development - saldo de donación de 1973 que fue recibido en 1974	<u>226</u>
The Rockefeller Foundation:	
Asignaciones para compras y gastos	121
Otros	26
	<u>147</u>
Banco Interamericano de Desarrollo - saldo de gastos de becarios de 1973	79
Otros	46
	<u>497</u>

**NOTA 5:**

La cuenta denominada fondo rotatorio se utiliza para registrar las operaciones de ganadería del CIAT. El movimiento del fondo durante el año terminado en Diciembre 31, 1973 fue como sigue:

	<u>\$000</u>
Inventario de ganado - Diciembre 31, 1972	64
Compras durante el año	37
Ventas durante el año	59
Inventario de ganado - Diciembre 31, 1973	<u>42</u>

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)**  
**INFORMACION SUPLEMENTARIA**  
**ANALISIS DE DONACIONES Y LOS DESEMBOLSOS CORRESPONDIENTES**  
**POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1973**  
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	Desembolsos					% de operaciones auxiliares y gastos generales a investigación directa	Saldos sin desembolsar
	Donaciones	Investigación directa	Operaciones auxiliares	Gastos generales	Activos fijos		
Programas básicos sin restricción	(1) 2,840	1,772	782	286		2,840	60
Programas básicos restringidos:							
Canadian International Development Agency	500	312	138	50		500	60
The W.K. Kellogg Foundation, Battle Creek	290	181	80	29		290	60
Total programas básicos restringidos	790	493	218	79		790	60
Donación para fondo de trabajo (Programas básicos):							
International Development Association, Washington, D.C.	100						100
Donaciones de capital:							
The Rockefeller Foundation, New York	1,779				2,496	2,496	(717)
Proyectos especiales:							
Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C.	161	147				147	14
The Rockefeller Foundation, New York	84	50				50	34
The W. K. Kellogg Foundation, Battle Creek	77	25				25	52
International Development Research Centre, Ottawa	30	38				38	( 8)
Otros	52	45				45	7
Total proyectos especiales	404	305				305	99
Total donaciones y gastos	5,913	2,570	1,000	365	2,496	6,431	(518)

(1) Incluye ingresos devengados de \$ 168,000.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

INFORMACION SUPLEMENTARIA

ESTADO DE INGRESOS DEVENGADOS

POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1973

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

Origen de ingresos:

Intereses sobre depósitos exigibles  
Venta de productos agrícolas  
Uso de las instalaciones del CIAT  
Asignado a programas básicos

59

106

3

168

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)**  
**INFORMACION SUPLEMENTARIA**  
**COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS**  
**REALES POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1973**  
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	Programas básicos sin restricción		Programas básicos restringidos		Proyectos especiales		Capital	
	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real
<b>Programas</b>								
Investigación:								
Ganado de carne	633	661						
Porcinos	3	22	180	180				
Yuca	6	10	320	320	40	32		
Frijol	268	262						
Arroz	140	135						
Maíz	121	121						
Sistemas para pequeños agricultores	72	36						
Adiestramiento y comunicaciones	305	228	290	290	355	223		
Operaciones auxiliares	807	1,000						
Gastos generales	322	365						
Otros					78	50		
<b>Total</b>	<b>2,677</b>	<b>2,840</b>	<b>790</b>	<b>790</b>	<b>473</b>	<b>305</b>		
<b>Capital</b>								
Activos fijos							2,394	2,496
<b>Total</b>							<b>2,394</b>	<b>2,496</b>
<b>Análisis de variaciones</b>								
Sobrantes presupuestales:								
Saldo sin desembolsar							99	
Donaciones no recibidas							69	
<b>Total</b>							<b>168</b>	
<b>Déficits:</b>								
Cubiertos por —								
Donaciones adicionales		65						
Aumento en ingresos devengados		98						
Saldos sin desembolsar al principio del año								102
<b>Total</b>		<b>163</b>						<b>102</b>