

0005-75

Esp.



17 ABR. 1978

# Informe Anual 1975

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL INFORME ANUAL  
 año 1975  
 vols nueva cafe

**Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT**  
 Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia, S. A.  
 Cables CINATROP

# Junta Directiva

(al 31 de diciembre, 1975)

**Armando Samper** (*Presidente*)

Presidente, CONIF  
Apartado Aéreo 091676  
Bogotá, D.E., Colombia

**John A. Pino** (*Vicepresidente*)

Director of Agriculture  
The Rockefeller Foundation  
1133 Ave. of the Americas  
New York, N.Y. 10036, USA

**Paulo de T. Alvim**

Director  
Centro de Pesquisa do Cacau - CEPLAC  
Caixa Postal 7  
Itabuna, B.A., Brasil

**Almiro Blumenschein**

Director Ejecutivo  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA)  
Palacio do Desenvolvimento  
9o. Andar - Sala 908  
70.000 Brasilia, D.F., Brasil

**Norman Collins**

Program Adviser in Agriculture  
The Ford Foundation  
320 East 43rd St.  
New York, N.Y. 10017, USA

**Luis B. Crouch**

Apartado 77-2  
Santo Domingo, República Dominicana

**Mathew Dagg**

Institute for Agricultural Research  
Ahmadu Bello University  
Zaria, Nigeria

**Luis Marcano 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

**Luis E. Mesa Velásquez**

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

**John L. Nickel**

Director General  
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
Apartado Aéreo 6713  
Cali, Valle, Colombia

**Victor Oyenuga**

Head, Department of Animal Science  
Faculty of Agriculture  
University of Ibadan  
Ibadan, Nigeria

**Rafael Pardo Buelvas**

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

**Luis Paz Silva**

Luis F. Villarán 383, San Isidro  
Lima, Perú

**Howard A. Stepler**

Agronomy Department  
MacDonald College  
Quebec, Canadá

**Werner Treitz**

Federal Ministry of Economic Cooperation  
Friedrich-Ebert-Allee 114-116  
53 Boon 12, Den, West Germany.

# Personal

(al 31 de diciembre, 1975)

## Directores del CIAT

John L. Nickel, Ph.D., Director General  
Eduardo Alvarez-Luna, Ph.D., Director General  
Asociado. Cooperación Internacional  
Kenneth O. Rachie, Ph.D., Director General  
Asociado. Investigaciones  
Cecilia Acosta, Asistente Administrativa

## Administración

### Oficina de la División Administrativa

Jesus Antonio Cuéllar, MBA,  
Administrador Ejecutivo  
Carlos R. Viana, BS, Jefe de la  
Oficina de Recursos Humanos  
Edgar Castillo, BS, Jefe de  
la Sección de Suministros  
Fernando Posada, BS,  
Administrador Asociado  
Alessandro Ferrari, Superintendente.  
Servicios de Mantenimiento General  
Edgar Echeverry, Abogado,  
Oficina de Personal  
Daniel Camacho, BS, Ingeniero en  
Instrumentación, Jefe de Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio  
Néstor Carreño, Asistente Administrativo  
Ricardo Castañeda, Asistente Administrativo  
Percy de Castro, Asistente Administrativo  
Oswaldo Chávez, Alimentos y Vivienda  
\*Néstor Guzmán, BS, Jefe de la  
Sección de Alimentos y Vivienda  
Marvin Heenan, Asistente,  
Servicios de Mantenimiento General  
Marino López, Asistente Administrativo  
Rubén Trujillo, Asistente Administrativo  
\*Augusto Villegas, Asistente Administrativo

### Oficina del Contralor

Andrew V. Urquhart, FCA, Contralor  
Joffre A. Guerrero, Asistente del Contralor  
Mauricio Lozano, MBA, Administrador  
Asociado

\* Se retiró en 1975

## Sistemas de Producción de Ganado de Carne

### Director

Ned S. Raun, Ph.D., Zootecnista ✓

### Investigadores principales

\*Eduardo Aycardi, Ph.D., DMV, Microbiólogo ✓  
Donald Corrier, Ph.D., DMV, Patólogo ✓  
Jerry Doll, Ph.D., Especialista, Control de Malezas ✓  
John E. Ferguson, Ph.D., Especialista, Producción de Semillas ✓  
Bela Grof, Ph.D., Agrostólogo ✓  
C. Patrick Moore, Ph.D., Zootecnista ✓  
\*\*Gustavo Morales, Ph.D., DMV, Patólogo ✓  
Oswaldo Paladines, Ph.D., Zootecnista ✓  
\*\*\*James M. Spain, Ph.D., Edafólogo ✓  
\*Howard H. Stonaker, Ph.D., Zootecnista ✓  
Kenneth C. Thompson, Ph.D., DMV, Acarólogo ✓  
Radmilo Todorovic, Ph.D., DMV, Hemoparasitólogo ✓  
Alberto Valdés, Ph.D., Economista Agrícola ✓  
Eric Wells, Ph.D., Epidemiólogo ✓

### Científicos visitantes

\*Guido Delgadillo, MS, Agrostólogo  
Luis Alfredo León, Ph.D., Edafólogo  
\*Gerrit Zimmelink, MS, Nutricionista de Rumiantes

### Investigadores asociados

Rubén Dario Estrada, MS  
Orlando Forero, DMV, MS en Producción Animal  
Eduardo Federico González, DMV, MS  
Néstor Gutiérrez, MS en Economía  
Víctor Hugo Guzmán, DMV, MS  
Libardo Rivas, BS en Economía

### Investigadores asociados visitantes

David Harris, MS en Suelos  
\*David Hopps, DMV  
\*Carl T. Kyzar, DMV  
Eugenia M. de Rubinstein, MS en Economía  
Rupprecht Schellenberg, MS en Zootecnia  
Rainer Schultze-Kraft, MS en Agronomía

### Investigadores asistencias

Amparo V. de Alvarez, Ing. Agr.  
\*Pedro Argel, Ing. Agr

\* Se retiró en 1975

\*\* Asignado a dos programas

\*\*\* En licencia de estudio

Miguel Ayarza, Ing. Agr.  
 Francisco Bonilla, Ing. Agr.  
 Fabio Alberto Calvo, Ing. Agr.  
 José Misael Cortés, DMV  
 \*Joseph Cortés, Ing. Agrícola  
 Jorge Leal, Zootecnista  
 Víctor O. Lozano, Zootecnista  
 Hemerson Moncada, DMV  
 \*Martín Moreno, Ing. Agr.  
 Martha Stella Peña, Química  
 \*Jairo Salazar, Zootecnista  
 Manuel Salazar, Zootecnista  
 Manuel Sánchez, Ing. Agr.

*Investigador asistente visitante*

\*Hernán Rivadeneira, MS en Zootecnia

## Sistemas de Producción de Yuca

*Lider*

James H. Cock, Ph.D., Fisiólogo ✓

*Investigadores principales*

\*\*Per Pinstруп-Andersen, Ph.D., Economista Agrícola ✓

\*\*Reinhardt Howeler, Ph.D., Edafólogo ✓

Kazuo Kawano, Ph.D., Fitomejorador ✓

J. Carlos Lozano, Ph.D., Fitopatólogo (Bacteriólogo) ✓

Anthony C. Bellotti, Ph.D., Entomólogo ✓

Julio César Toro, Ph.D., Agrónomo ✓

*Científico visitante*

Yokio Irikura, Ph.D., Fitomejorador ✓

*Investigadores asociados*

Rafael Orlando Díaz, MS

Jairo Castaño, MS

*Investigadores asistentes*

Alvaro Amaya, Ing. Agr.

Luis Fernando Cadavid, Ing. Agr.

Humberto Calderón, Ing. Agr.

Ernesto Celis, Ing. Agr.

\*Oscar Gutiérrez, Ing. Agr.

Gustavo Jaramillo, Ing. Agr.

Jorge E. Peña, Ing. Agr.

Guillermo Sandoval, Ing. Agr.

Uldarico Varón, Ing. Agr.

\*Rubén Darío Zárate, Ing. Agr.

## Sistemas de Producción de Frijol

*Lider*

Peter H. Graham, Ph.D., Microbiólogo ✓

*Investigadores principales*

\*\*Per Pinstруп-Andersen, Ph.D., Economista Agrícola ✓

\* Se retiró en 1975

† Asignado a dos programas

Robert Burns, MS, Encargado del Banco de Germoplasmas

Charles A. Francis, Ph.D., Agrónomo ✓

Guillermo Gálvez, Ph.D., Fitopatólogo ✓

Guillermo Hernández-Bravo, Ph.D., Fitomejorador ✓

\*\*Reinhardt Howeler, Ph.D., Edafólogo ✓

Douglas Laing, Ph.D., Fisiólogo ✓

Aart van Schoonhoven, Ph.D., Entomólogo ✓

\*\*Steven Ray Temple, Ph.D., Fitomejorador ✓

*Investigadores asociados*

Camilo Álvarez, MS

Carlos Flor, MS

\*Mario A. Infante, MS

Luis A. Rojas, MS

*Posdoctorales*

Fred Eskafi, Ph.D. ✓

Yoshihiko Hayakawa, Ph.D. ✓

Kazuhiro Joshii, Ph.D. ✓

*Investigadores asistentes*

Germán Álvarez, Ing. Agr.

Ricardo Campos, Ing. Agr.

Mauricio Castaño, Ing. Agr.

José J. Galindo, Ing. Agr.

James García, Ing. Agr.

Luis A. Gómez, Ing. Agr.

Carlos González, Ing. Agr.

Fabio Gutiérrez, Ing. Agr.

Carlos Gutiérrez, Ing. Agr.

Roberto Hernández, Ing. Agr.

\*Rigoberto Hidalgo, Ing. Agr.

Norha Ruiz de Londoño, Ing. Agr.

\*Darío Martínez, Ing. Agr.

Carlos J. Medina, Ing. Agr.

Jorge E. Parra, Ing. Agr.

\*Jaime Piedrahita, Ing. Agr.

Martín Prager, Ing. Agr.

\*Alvaro Ramírez, Ing. Agr.

José Restrepo, Ing. Agr.

Hember Rubiano, Ing. Agr.

Juan C. Rosas, Ing. Agr.

\*Carlos I. Sierra, Ing. Agr.

Fernando Takegami, Ing. Agr.

\*Carlos H. Tamayo, Ing. Agr.

Guillermo Valencia, Ing. Agr.

Silvio Zuluaga, Ing. Agr.

## Sistemas de Producción Porcina

*Lider*

\*Jerome H. Maner, Ph.D., Zootecnista

\* Se retiró en 1975

\*\* Asignado a dos programas

### *Investigadores principales*

- \*\*Eduardo Aycardi, Ph.D., Veterinario|Microbiólogo
- Julián Buitrago, Ph.D., Nutricionista
- Guillermo Gómez, Ph.D., Bioquímico|Nutricionista
- \*\*Gustavo Morales, Ph.D., Patólogo

### *Especialista visitante*

Eduardo Hervas, M.V., M.S.

### *Investigador asociado visitante*

Dale Fisher, B.S.

### *Investigador asociado*

Jorge Santos, B.S.

### *Investigadores asistentes*

Luis Enrique Beltrán, M.V.  
Jesús Chamorro, B.S.

## Sistemas de Producción de Maíz

### *Líder*

- \*\*Steven Ray Temple, Ph.D., Fitomejorador ✓

### *Investigador asociado*

- \*Nora Elssy D'Croz, M.S.

### *Investigadores asistentes*

- \*Luz Elena Betancourt, Ing. Agr.
- Edgar Castro, Ing. Agr.
- \*Octavio Vargas, Ing. Agr.

## Sistemas de Producción de Arroz

### *Líder*

- \*Peter R. Jennings, Ph.D., Fitomejorador<sup>(1)</sup> ✓

### *Investigadores principales*

Robert L. Cheaney, M.S., Especialista en Producción de Arroz ✓  
Lloyd Johnson, M.S., Ingeniero Agrícola<sup>(2)</sup> ✓  
Grant M. Scobie, Ph.D., Economista Agrícola ✓

### *Investigadores asociados*

Rodrigo López, Ing. Agr.  
Rafael Posada, M.S.

### *Investigadores asistentes*

- Marino Caicedo, Ing. Agr.
- \*Uriel Gutiérrez, B.S.
- Alicia Pineda, Especialista en enfermedades de arroz.

## Adiestramiento y Conferencias

### *Director*

- ✓ \*Francis C. Byrnes, Ph.D., Científico en Comunicación, Líder del Programa de Adiestramiento y Conferencias<sup>(3)</sup>

### *Investigadores principales*

- ✓ Fernando Fernández, Ph.D., Edafólogo; Coordinador de Adiestramiento en Ciencias Agrícolas<sup>(4)</sup>
- ✓ C. Patrick Moore, Ph.D., Zootecnista; Coordinador de Adiestramiento en Ciencias Pecuarias

### *Programa de Conferencias*

David Evans, Coordinador

### *Programa de Adiestramiento*

### ● *Investigador asociado*

Jairo Cano, MS

### ● *Asociados en adiestramiento*

Carlos Lascano, MS  
Marceliano López, MS  
Eugenio Tascón, Ing. Agr.

### ● *Asistentes de adiestramiento*

Alfredo Caldas, BS  
José Yesid Campos, MV  
Silvio Guzmán, MV  
Reyes Sierra, MV  
Mireya López, Economista  
Oscar Martínez, Ing. Agr.

## Biblioteca y

### Servicios de Información

### *Líder*

Fernando Monge, Ph.D., Científico ✓  
en Comunicación

### *Personal científico*

Charles E. Bower, B.S., Editor ✓  
Mario Gutiérrez, Ing. Agr., Editor ✓  
Neil B. Mac Lellan, Fotógrafo ✓

## Biblioteca y Documentación

### *Asociados*

Hernán Poveda, BA, Jefe, Centro Documentación  
María Cristina de Nieto, MS

\* Se retiró en 1975

\*\* Asignado a dos programas

✓ Hasta Octubre, 1975

↗ Líder del Programa a partir de Octubre, 1975

\* Se retiró en 1975

\*\* Asignado a dos programas

↗ Hasta Septiembre, 1975

↗ Líder del Programa a partir de Septiembre, 1975

*Asistentes*

Lucero Cárdenas, Ing. Agr.  
Stella Gómez, BA  
Sonia Laverde, BA, Jefe, Servicios al Público  
\*\*\*Angela Misas de Cock, MA  
Piedad Montaña, Jefe, Adquisiciones  
Julia Emma de Rodríguez, Ing. Agr.  
Himilce Serna, BA

Unidad de Servicios Gráficos y Editoriales

*Asociados*

Trudy B. de Martínez, MA  
Alvaro Rojas, Jefe de Producción

*Asistentes*

Amparo de Madrigal  
Carlos Rojas, Director Gráfico  
Stellia de Salcedo, Licenciatura en traducción

Oficina de Información al Público

*Asociado*

Fernando Mora, BS, A.H.A., Jefe

*Asistentes*

Marvin Andrade  
Juliana Garcés, Licensee en Lettres

Grupos de apoyo a la investigación

**Biometría**

*Investigador principal*

David Franklin, MS, Ingeniero  
de Sistemas | Biometrista

*Investigador asociado*

María Cristina de Quiñónez, MS

*Investigadores asistentes*

Patricia Juri de García, BS  
Gerardo I. Hurtado, Ing. Agr.  
Yamel López, Ing. Agr.  
Jorge A. Porras, BS

**Control de Malezas**

*Investigador principal*

Jerry Doll, Ph.D., Especialista  
en Control de Malezas

*Investigadores asistentes*

Pedro Argel, Ing. Agr.  
Wilson Piedrahita, Ing. Agr.  
Manuel Restrepo, Zootecnista

**Sociología Rural**

*Investigador principal*

Petrus Spijkers, MS, Sociólogo Rural

*Investigador asociado*

\*Henry F. Morales, BA

*Investigador asistente*

Manuel Lorenzo Villegas

**Operaciones de la Estación Experimental**

*Investigador principal*

Alfonso Díaz, MS, Superintendente  
de la Granja Experimental

*Investigadores asistentes*

Ramiro Narváez, Ing. Agr.  
Bernardo Salazar, Ing. Agr.

**Programas Internacionales**

Guatemala (Fundación Rockefeller)  
Instituto de Ciencia y Tecnología  
Agrícolas (ICTA)

Robert K. Waugh, Ph.D., Director Adjunto  
Eugenio Martínez, Ph.D., Director Técnico  
Roland E. Harwood, B.S., Operación  
de la Estación Experimental

\*\*\* En licencia de estudio

\* Se retiró en 1975



# Prefacio

El área tropical de América Latina, al igual que otras regiones en desarrollo del mundo, lucha contra los abrumadores problemas de pobreza, hambre, desnutrición e inflación que afectan a la humanidad; al estar relacionados entre sí, esos problemas se complican aún más por el inesperado crecimiento urbano, resultado de la combinación del acelerado aumento poblacional con la migración de las poblaciones rurales hacia las ciudades. El incremento de la productividad agrícola es factor esencial para aliviar estos problemas; aquellas personas que permanecen en las áreas rurales deben producir más, por dos razones: para mejorar el propio nivel de vida y de sus familias y también, para producir alimentos que consumirá el creciente porcentaje de la humanidad que no está involucrado en actividades agrícolas.

La combinación que produce el rápido crecimiento poblacional con el aumento del poder adquisitivo, dará como resultado un incremento en demanda de alimentos del 3 al 4 por ciento, durante los próximos 10 años. Si la producción de alimentos no se incrementa con la misma rapidez en que aumenta la tasa poblacional logrando un nivel equitativo, será inevitable una mayor presión del incremento inflacionario sobre los productos alimentarios. Esto generará privaciones en los segmentos poblacionales de bajos recursos económicos, los cuales deben invertir la mayor parte de su salario en la adquisición de alimentos, ya que necesitan, no sólo cantidad sino también calidad en el alimento que consumen a fin de superar un continuado proceso de desnutrición sufrido a lo largo de sus existencias.

Se han logrado significativos progresos en la producción agrícola; sin embargo, este progreso ha sido anulado por el incremento poblacional. En América Latina, área principal sobre la cual tiene responsabilidad el CIAT, se ha estimado una tasa de crecimiento poblacional de 2,9 por ciento al año. En todo el mundo, en términos generales, la producción agrícola ha avanzado escasamente un poco más rápido que el incremento de la población durante los pasados 20 años, pero, la distribución de estos incrementos, ha sido infortunadamente desigual. Los países tropicales en desarrollo presentan las tres cuartas partes del incremento poblacional pero solamente han alcanzado una cuarta parte del incremento en productividad agrícola. Una rápida mirada al mapa nos indicará que del mundo, la mayor parte de los países con hambre están localizados entre los 30 grados de latitudes sur y norte. Esta área, no obstante su cálida temperatura que permite el cultivo durante todo el año, está desarrollando la producción agrícola en menor proporción que el incremento poblacional. Lógicamente, en estas partes del mundo deben existir obstáculos tecnológicos de producción, a los cuales es necesario encontrar una rápida solución para el bien de la humanidad.

Sería inadmisible continuar con la tendencia que ha predominado en el pasado, como la de lograr aumentos en la producción agrícola basados esencialmente en la expansión de tierras aptas para el cultivo y a través del incremento en el uso de insumos adquiridos en el mercado. La escasez de tierras que estén en condiciones de producir sin necesidad de grandes inversiones, los costos siempre en aumento de fertilizantes y pesticidas, la necesidad de reducir los costos de producción para minimizar la tendencia inflacionaria, así como la gravedad de la situación que actualmente existe, hacen urgente la necesidad de introducir un cambio radical en los sistemas de producción agropecuaria en las zonas bajas tropicales, las cuales requieren el desarrollo de nuevas tecnologías que hagan

posible la obtención de aumentos significativos en la productividad y que puedan ser adoptados con facilidad por los agricultores.

El CIAT, como centro internacional de investigación y adiestramiento dedicado al mejoramiento del bienestar humano a través del incremento de la producción de alimentos en los trópicos, está en capacidad de contribuir con aportes positivos a esta urgente necesidad. Sin embargo, se debe enfatizar que el CIAT es solamente uno de los eslabones de la cadena básica de instituciones cuya misión es la de cumplir con esta importante labor. Las instituciones nacionales constituyen el factor clave en la adaptación y diseminación de la nueva tecnología desarrollada a nivel internacional, a la vez que sirven también como instrumento de retrocomunicación que transmite al CIAT los problemas y las necesidades locales. En esta forma, el CIAT trabaja estrechamente con las instituciones nacionales en el desarrollo y comprobación de nuevas tecnologías y en el adiestramiento de técnicos, con el objeto de estimular sus habilidades específicas.

El CIAT está procurando beneficiar a los segmentos pobres de las poblaciones tanto rurales como urbanas de las áreas bajas tropicales, desarrollando nuevas tecnologías que permitan aumentar la producción de alimentos sin incrementar los costos de producción, con base en un menor costo unitario y en un mínimo de insumos adquiridos en el mercado. Esta tecnología debe ser económicamente factible, socialmente aceptable y biológicamente adecuada en todos sus aspectos para los agricultores de pocos recursos.

El progreso sustancial logrado por cada programa del CIAT en 1975, estuvo orientado hacia el logro de las metas esbozadas en los párrafos anteriores y está descrito detalladamente en el presente informe.

### Avances logrados en investigación y adiestramiento

En pruebas regionales con variedades de yuca, hechas en nueve localidades ecológicamente diferentes, con alturas que variaban desde 10 hasta 1.450 metros sobre el nivel del mar, establecidas en terrenos de agricultores, sin aplicación de fertilizantes, insecticidas o fungicidas, las variedades del CIAT tuvieron un rendimiento promedio de 30 ton|ha contra un rendimiento promedio de 18 ton|ha de las variedades locales. Estos resultados muestran el gran potencial que se puede lograr incrementando los rendimientos de la yuca por mejoramiento varietal, sin necesidad de adquirir insumos de alto costo. Existen indicaciones muy significativas de que se puede incorporar a los nuevos híbridos de yuca el carácter de resistencia a varias plagas que son económicamente importantes. En evaluaciones hechas sobre infestaciones naturales del ácaro *Oligonychus* sp. en 1.884 líneas del banco de germoplasma de yuca, 427 mostraron resistencia. Además, evaluaciones de infestaciones artificiales con el ácaro *Mononychellus* sp., en 4 líneas, revelaron que varias de ellas presentaban resistencia intermedia muy aceptable. Este hecho señala la posibilidad de obtener resistencia a este ácaro, a través de hibridación, en años futuros.

También, es posible que se llegue a superar la barrera de fijación de nitrógeno en el frijol, la cual, hasta el presente, ha limitado el aprovechamiento de tal proceso en esta planta. Algunas combinaciones variedad-cultivo de *Rhizobium* han producido niveles de fijación considerablemente más altos que los previamente registrados para *Phaseolus vulgaris*. Otro adelanto que señala la posibilidad de obtener, en un futuro, rendimientos mucho mayores que los que se obtienen actualmente con híbridos de frijol, es el hallazgo de que los altos rendimientos de frijol y las altas tasas de fijación de nitrógeno están

altamente correlacionados con la duración del período de crecimiento antes de la floración.

En 1975, se lograron importantes progresos en el establecimiento de un banco de germoplasma de plantas leguminosas forrajeras tropicales que constituyan la base de las praderas a fin de incrementar la producción de ganado de carne en las vastas pero infértiles sabanas de suelos álicos que existen en los trópicos. Nuevos ecotipos provenientes de Brasil, Colombia, Guyana y Venezuela aumentaron a 570 el número de adquisiciones de *Stylosanthes* sp. Aún cuando el *Stylosanthes* todavía parece ofrecer un gran potencial como planta forrajera tropical, en algunos ensayos de pastoreo aparecieron severos daños causados por el barrenador del tallo y la antracnosis de la hoja. Afortunadamente, se han identificado fuentes de resistencia a estos dos factores en la colección de germoplasma.

Ensayos sobre alimentación porcina demostraron que el suministro de dietas sencillas, hechas a base de grano entero de sorgo, producen casi tan buenos resultados como las mejores dietas en que se utilizan granos molidos de cereales. Esto sería de especial utilidad para los pequeños agricultores que podrían alimentar sus cerdos con productos cultivados en su finca pero que no pueden hacerlo por falta de un molino, o de capital para comprarlo.

Recientemente, la unidad de ingeniería agrícola del CIAT, ha diseñado y probado un tipo de bomba sencilla, de expulsión continua, la cual puede ser accionada por el toma de fuerza de un tractor y libera aproximadamente un metro cúbico por segundo contra una altura o cabeza de hasta 1,8 metros. Esta bomba, de poca altura de elevación y gran volumen, puede ser acondicionada para succionar y expeler agua, lo cual podría ser la solución ideal para los problemas de irrigación y drenaje de muchas áreas de América del Sur que se inundan por épocas y en las cuales, si se ejerciera un moderado control de agua se reduciría en gran parte las pérdidas en los cultivos de arroz aumentando en forma apreciable el potencial de producción.

Se han logrado sustanciales progresos en cuanto a la integración de equipos de técnicos en los propios países para llevar adelante funciones de adiestramiento en aspectos específicos de producción e investigación. El primer experimento en el cual se combinó esta filosofía con la transferencia de la fase práctica del adiestramiento de los becarios al país de procedencia fue en los cursos para especialistas sobre ganado de carne y resultó altamente satisfactorio. Once becarios de Paraguay permanecieron durante siete meses en fincas ganaderas previamente seleccionadas, adquiriendo habilidades específicas bajo la supervisión de los especialistas del CIAT y de los técnicos de la Universidad Nacional de Asunción, en ese país.

### **Adelantos logrados a nivel de instituciones nacionales**

Además de los logros alcanzados en investigación y adiestramiento, se han podido establecer algunas modificaciones que involucran las instituciones nacionales, con la intención de estimular el desarrollo y la transferencia de tecnología. En seminarios de trabajo, se diseñaron procedimientos para realizar ensayos cooperativos con nuevas variedades de frijol y de yuca y establecer una red internacional de cooperación dirigida hacia el mejoramiento del frijol en América Latina. En este programa de colaboración internacional, el CIAT contribuirá con adiestramiento de personal técnico, germoplasma promisorio y servicios de asesoría bajo la supervisión general del Comité Asesor de Frijol.

En 1975, se estableció una red de especialistas en producción para la cooperación internacional, incorporados dentro del personal técnico de los programas básicos del CIAT. Además de los especialistas, se ha asignado a cada programa un economista de tiempo completo, estableciendo de esta manera un mecanismo que permita la validación de la nueva tecnología que desarrolla el CIAT bajo condiciones de campo.

El esquema administrativo del CIAT fue reorganizado en 1975, habiéndose replazado la posición de Subdirector General con dos posiciones de alto nivel: el Director General Asociado para Cooperación Internacional y el Director General Asociado para Investigación. Se espera que la asignación de un miembro del personal científico de tiempo completo a tan alto nivel, dedicado a promover la cooperación internacional, signifique un paso adelante en la transferencia de tecnología y en el fortalecimiento de los vínculos que unen al CIAT con las instituciones nacionales.

### **Cooperación internacional**

Tres miembros del personal científico del CIAT, financiados por la Fundación Rockefeller, han sido asignados al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala; también, algunos técnicos guatemaltecos, quienes completaron sus períodos de adiestramiento en el CIAT, continúan prestando su colaboración al desarrollo de esta nueva organización. La mayoría de los ensayos y de las prácticas de cultivo que lleva a cabo el ICTA se han hecho en fincas de agricultores. En 1975, se hicieron 229 experimentos y 562 ensayos de campo con agricultores en cinco diferentes regiones seleccionadas de Guatemala, los cuales forman parte de un plan quinquenal para extender este tipo de trabajo en dicho país.

En 1975, varios miembros del personal científico del CIAT viajaron extensamente por América Latina con el propósito de establecer programas cooperativos y brindar servicios de asesoría. Dichos viajes representaron 777 días/hombre, en los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana y Venezuela.

El Director General y el Director General Asociado para Cooperación Internacional visitaron la mayoría de estos países para intercambiar ideas con los representantes de las instituciones del sector agropecuario y ampliar el círculo que abarca la colaboración entre el CIAT y los diversos programas nacionales.

### **Funciones administrativas**

En 1975, la Junta Directiva del CIAT dio la bienvenida a dos nuevos miembros, los doctores Luis Paz Silva (Perú) y Víctor Oyenuga (Nigeria). También, en este año finalizaron los períodos de tres miembros de la Junta, los doctores Roberto Meirelles de Miranda (Brasil), Fabián Portilla (Ecuador) y Philip Sherlock (Jamaica). Además, el Dr. Moisés Behar Alcahe, de Guatemala, renunció como miembro de la Junta debido a sus nuevas responsabilidades como Jefe de la Unidad de Nutrición de la Organización Mundial de la Salud, en Ginebra (Suiza). En la reunión anual de 1975, los nuevos miembros elegidos fueron los doctores Paulo de T. Alvim (Brasil), Almiro Blumenschein (Brasil), Matthew Dagg (Reino Unido, asignado a Nigeria) y Werner Treitz (Alemania).

En este año, el CIAT se vio privado de la colaboración de varios miembros del personal científico quienes habían hecho valiosas contribuciones al desarrollo y establecimiento de los programas básicos del CIAT en sus años de iniciación; fueron ellos: el Dr. Francis C. Byrnes, quien se trasladó a la ciudad de Nueva York para ocupar la posición de Director de Investigación y Adiestramiento del nuevo Centro de Servicios Internacionales para el Desarrollo Agrícola (International Agricultural Development Service); el Dr. Peter Jennings, quien también se trasladó a Nueva York como Director Asociado de Ciencias Agrícolas de la Fundación Rockefeller, y el Dr. Jerome H. Maner, quien viajó a Brasil para encargarse de los aspectos agrícolas del Programa Cooperativo establecido entre la Fundación Rockefeller y la Universidade Federal da Bahia, Estado de Bahía.

El CIAT dio su bienvenida a dos nuevos miembros del personal científico: al Dr. Kenneth O. Rachie, nombrado Director Asociado de Investigación, quien hasta hace poco tiempo fue Director Asistente y líder del programa de plantas leguminosas de grano comestible, en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, IITA, de Nigeria y al Dr. Anthony Belloti, como entomólogo del Programa de Yuca, habiendo sido promovido a este cargo al finalizar su posdoctorado. El señor Jesús Antonio Cuéllar, anteriormente Jefe de la Oficina de Recursos Humanos, fue promovido a la posición de Administrador Ejecutivo. Finalmente, el señor Alfonso Díaz, Superintendente de la Estación Experimental del CIAT, fue ascendido a la categoría de miembro del personal científico de la Institución.

Consideramos que la producción de alimentos básicos particularmente en América Latina en donde el CIAT ha concentrado sus esfuerzos, es una situación urgente pero no irremediable. Creemos que los resultados de nuestros incipientes programas son estimulantes; se están estableciendo mecanismos para transferir estos resultados a los programas nacionales para que, a su vez, estas instituciones los adapten, los validen y los entreguen a los agricultores. El CIAT enfoca sus esfuerzos hacia aquellas áreas donde los centros internacionales tienen las mayores ventajas comparativas; se adhiere a los principios de cooperación y de complementación con los miembros de los programas nacionales, orienta sus actividades hacia lo importante y no hacia lo más interesante; realiza esfuerzos multidisciplinarios para contribuir a la solución de tantos y tan importantes problemas que tiene la producción; por tales razones el CIAT siente un genuino optimismo en lo que se refiere al logro de progresos significativos y espera que los adelantos obtenidos por la institución contribuyan sustancialmente a la solución de muchos de los problemas básicos de la humanidad, y generen un mayor bienestar y más sólido concepto de dignidad humana. Nuestro personal científico, integrado por relevantes especialistas provenientes de 13 naciones diferentes, está dedicado a esta tarea. Los resultados de las investigaciones que aparecen en las páginas siguientes nos hacen albergar fundadas esperanzas con respecto a lo que se puede lograr en el futuro.

**John L. Nickel**  
Director General del CIAT

## Información climatológica de cuatro localidades de Colombia

El personal científico del CIAT hace investigación fundamental en las siguientes localidades de Colombia: la sede de la instalación la cual está situada cerca a la ciudad de Palmira, las estaciones experimentales de Turipaná y de Carimagua, pertenecientes al Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y una granja experimental cercana a la ciudad de Popayán, la cual pertenece a la Secretaría de Agricultura del Departamento del Cauca. El CIAT también hace ensayos en varias localidades de América Latina. En las secciones del presente Informe Anual, correspondientes a los programas de Ganado de Carne, Frijol, Yuca y Maíz, aparece un cuadro estadístico que resume los datos climatológicos y características edafológicas de la mayoría de estas localidades.

En esta sección se presentan los promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial correspondientes a las cuatro localidades de Colombia. Los datos correspondientes a Turipaná fueron tomados en la propia estación; los de la sede del CIAT y de Popayán, en estaciones meteorológicas adyacentes y los de Carimagua, en una cercana. En la Estación

Experimental del ICA, en Palmira, se encuentra información disponible sobre otros factores climatológicos registrados durante un largo período. Mediante estos datos se puede precisar las condiciones bajo las cuales se hizo experimentación y pruebas de campo para seleccionar material en los distintos programas en que trabaja el CIAT.

### **Palmira**

El clima de Palmira, en el departamento del Valle, es representativo de un ambiente de altura media en la zona ecuatorial, con una distribución bimodal del patrón pluviométrico (Figura 1). La media anual, relativamente baja, es el resultado de la configuración orográfica de esta localidad que está situada entre dos estribaciones de los Andes: la cordillera Oriental y la Occidental. Las pocas variaciones en cuanto a las temperaturas medias contrastan con las acentuadas variaciones estacionales en cuanto a lluvias. Las dos épocas secas que se registran en el año son, en general, de corta duración. Los meses más secos son julio y agosto, con vientos predominantes del noreste.

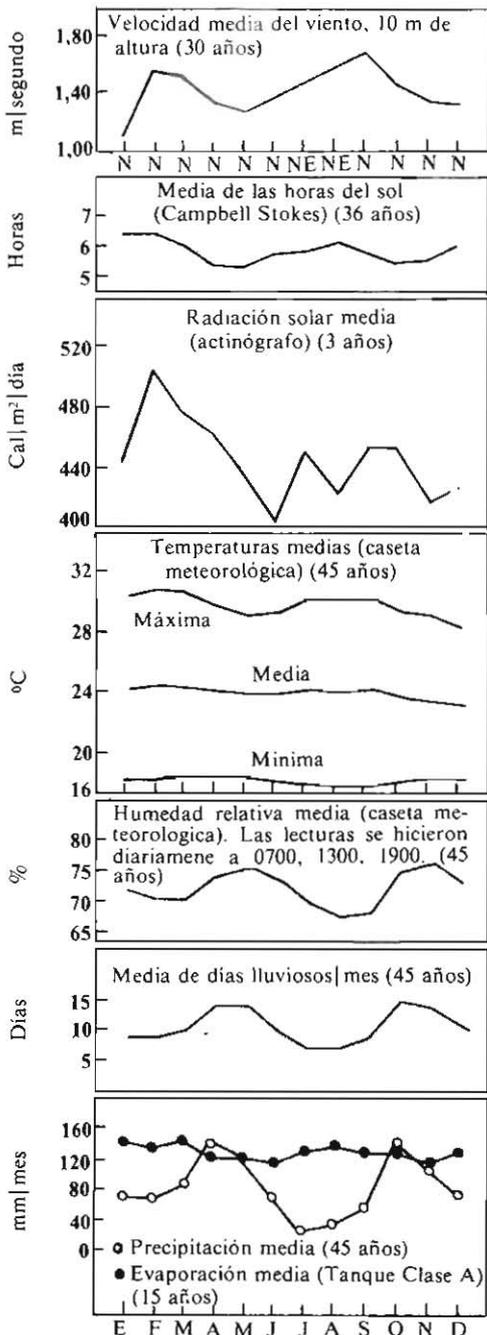


Figura 1. Medias mensuales de varios factores climatológicos aplicables a la sede del CIAT. Estos datos fueron obtenidos en la Estación Experimental del ICA, en Palmira, la cual tiene una latitud de 3°31'N, una longitud de 76°19'O y una altura sobre el nivel del mar de 1,001 metros.

## Popayán

El clima que caracteriza la región cercana a la ciudad de Popayán, en el departamento del Cauca, es también representativo de las áreas ecuatoriales de altura media (Figura 2). Por ser un área situada a mayor altura que la sede del CIAT, las temperaturas que se registran son más bajas que las de Palmira. La distribución bimodal de las lluvias es semejante al patrón pluviométrico de Palmira; sin embargo, en la segunda época lluviosa del año, la precipitación es mayor.

## Turipaná

El clima en la Estación Experimental de Turipaná, en el departamento de Córdoba,

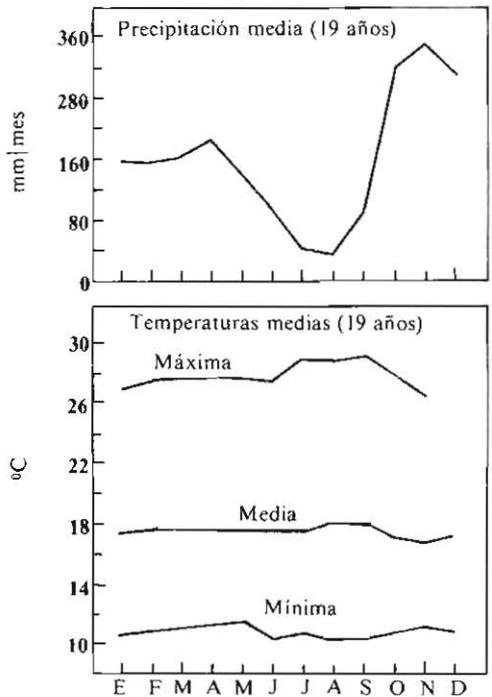


Figura 2. Medias mensuales de lluvia y temperaturas para la estación cercana a la ciudad de Popayán. Datos tomados en la Estación Experimental "José María Obando", operada por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, la cual tiene una latitud de 2°27'N, una longitud de 75°35'O y una altura sobre el nivel del mar de 1.850 metros.

es típico de otras áreas bajas tropicales que tienen un patrón unimodal de lluvia en latitudes subecuatoriales (Figura 3). La temperatura media más alta es una consecuencia directa de su menor altitud.

### Carimagua

El clima de la sabana tropical de la Estación Experimental de Carimagua, en el departamento del Meta, es típico de las áreas mediterráneas de América Latina

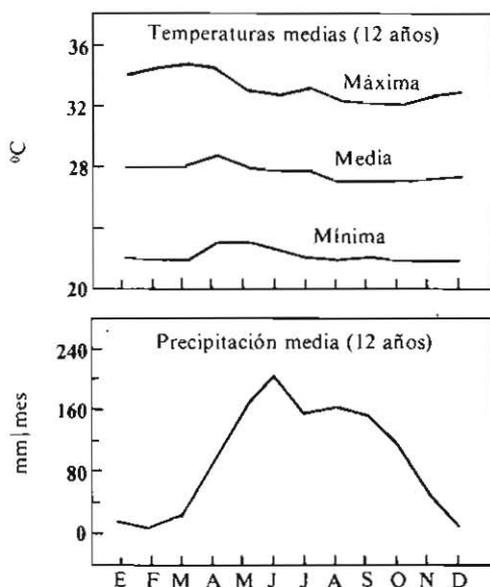


Figura 3. Medias mensuales de lluvia y temperaturas para la Estación Experimental de Turipaná, cercana a la ciudad de Montería. Datos tomados en la propia estación, la cual tiene una latitud de 8°N, una longitud de 76°O y una altura sobre el nivel del mar de 13 metros.

localizadas en zonas tropicales y subtropicales, con un patrón unimodal de lluvia; en estas áreas se presenta un marcado contraste entre las épocas seca y lluviosa; durante la época de lluvias intensas las temperaturas medias son más altas (Figura 4).

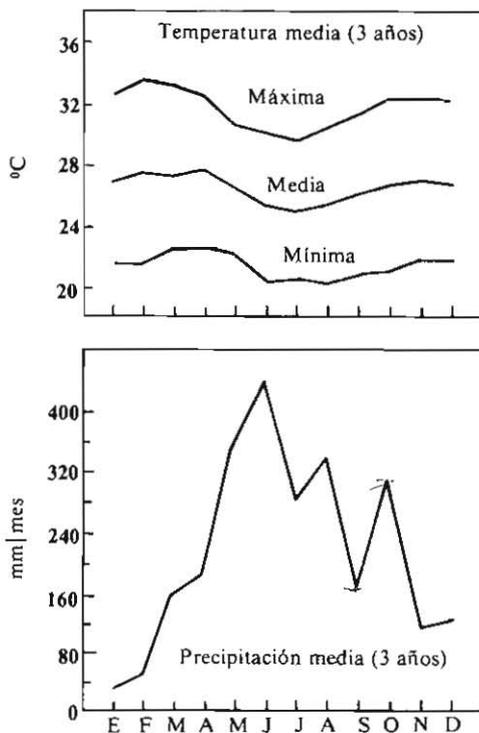


Figura 4. Medias mensuales de lluvia y temperaturas aplicables a la Estación Experimental de Carimagua. Estos datos fueron obtenidos en la Estación Meteorológica Las Gaviotas (Centro de Desarrollo Integrado), la cual tiene una latitud de 4°30'N, una longitud de 70°40'O, aproximadamente, y una altura sobre el nivel del mar de 150 metros.





# Sistemas de producción de ganado de carne

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

El objetivo global del Programa de Sistemas de Producción de Ganado de Carne del CIAT es el de desarrollar tecnología económicamente viable para incrementar la producción de ganado de carne en las tierras bajas tropicales de América. Se estudia con especial atención las tierras infértiles de las sabanas de suelos álicos, las cuales ocupan una superficie de aproximadamente 300 millones de hectáreas. Se estima que la mitad de la población de 150 millones de cabezas de ganado que habita en las tierras bajas tropicales de América, pastorean en estas regiones de suelos álicos.

El énfasis primordial de la investigación se concentra en mejorar la nutrición del ganado de carne a través del establecimiento de praderas con base en plantas leguminosas forrajeras. Se hace investigación de apoyo sobre manejo de ganado y salud animal con la finalidad de diseñar sistemas integrales de producción de ganado de carne.

Las investigaciones de campo de los principales estudios que lleva a cabo el programa se realizan en los Llanos Orientales de Colombia en la Estación Experimental de Carimagua, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y también, en haciendas privadas con la colaboración de la Caja Agraria. Se está haciendo investigación adicional en la Costa Norte de Colombia con la colaboración del ICA, de la Caja Agraria y de ganaderos privados. En las instalaciones del CIAT y en otras localidades del Valle del Cauca, se hacen investigaciones complementarias de campo y de laboratorio.

El entrenamiento de investigadores incluye internos posgraduados y la ejecución de trabajos de tesis para estudiantes de posgrado. Los especialistas en producción pecuaria reciben instrucción teórica y de laboratorio en la sede del CIAT y el adiestramiento de campo, en fincas ganaderas privadas. Además, se proporciona asistencia técnica a los programas universitarios de adiestramiento.

Los aspectos más sobresalientes de la investigación y el adiestramiento del programa son:

El banco de germoplasma de plantas forrajeras del CIAT es una colección que opera a escala internacional. El banco contiene alrededor de 1.200 introducciones que incluyen 570 de **Stylosanthes**, un género de planta leguminosa forrajera que predomina en las sabanas de suelos álicos y tiene un gran potencial económico.

El proyecto de selección y evaluación de **Stylosanthes** tiene como objetivo la identificación de cultivares persistentes en esos suelos, que tengan altos rendimientos y sean resistentes a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) y a los ataques del barrenador del tallo. En Brasil se iniciaron pruebas regionales para evaluar el germoplasma existente de stylo. En estos ensayos, las líneas del CIAT dieron los rendimientos más altos de materia seca y mayor grado de resistencia a la antracnosis.

Se ha logrado un avance apreciable en la producción de semilla de las introducciones de las especies de **Stylosanthes**, **Centrosema** y **Desmodium** que son potencialmente promisorias con respecto a la cantidad de semilla producida y distribuida; además, se han establecido nuevas áreas de producción.

Se establecieron con éxito praderas de *Centrosema pubescens* y de *Desmodium intortum* en mezcla con pasto pangola, aplicando glifosato en bandas para eliminar la gramínea y establecer posteriormente en ellas la leguminosa. Este sistema de siembra en bandas fue efectivo en el establecimiento de la pradera mixta.

No se observó ventaja alguna al quemar en secuencia las praderas nativas divididas en parcelas para estudiar el efecto de ocho épocas de quema durante el año, en comparación con la quema de la totalidad del área al comienzo de la estación seca.

El ganado que pastoreó en praderas de *Brachiaria decumbens* obtuvo aumentos de peso considerablemente más altos que el ganado que pastoreó en pradera combinada de *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora* y *Paspalum plicatulum*.

La utilización de forraje de yuca, como suplemento proteínico de dietas a base de pasto elefante, mejoró la tasa de crecimiento y la eficiencia metabólica del alimento en novillos sometidos a ensayos de nutrición con el mencionado forraje. ✓

Se hicieron estudios sobre la prevalencia de ectoparásitos, enfermedades de la reproducción y enfermedades producidas por hemoparásitos, en cuatro áreas tropicales de Colombia, tres de las cuales sirvieron como sede para ejercicios de adiestramiento.

Se inició la interpretación de los resultados de los estudios de prevalencia de las enfermedades en bovinos, en términos de su impacto económico en las empresas ganaderas. Se iniciaron estudios de costo|beneficio para determinar las pérdidas causadas por anaplasmosis y babesiosis y se diseñaron modelos de simulación para comparar diferentes medidas de control de la fiebre aftosa.

La simulación de unidades productoras de ganado bovino con extensiones que varían en su dimensión, indican la importancia de reducir la inversión total en el establecimiento de praderas mejoradas mediante la limitación del área a la superficie requerida durante las fases críticas del ciclo de producción pecuaria y mediante la reducción de los costos de establecimiento.

La suplementación con fósforo y con elementos menores del ganado que pastorea en praderas de pastos nativos, ha aumentado el porcentaje de nacimientos en un 44 por ciento. El destete precoz de los terneros, a los 80-90 días de edad, aumentó el porcentaje de nacimientos en un 43 por ciento y redujo el intervalo entre partos en 4,5 meses.

Este año se brindó adiestramiento a 8 internos posgraduados, 13 becarios especiales, 7 investigadores asociados visitantes que están preparando sus tesis de doctorado, 3 becarios de estudio y 20 becarios especialistas en producción pecuaria.

## ECONOMIA

### Variaciones en la producción y productividad del ganado vacuno en Colombia

Se estudió el comportamiento de la inversión en ganado en Colombia, lo cual permitiría medir la dinámica de respuesta del sacrificio de animales y la forma como afectaría las existencias de ganado ante los cambios de los precios de la carne, de la leche y de otros factores económicos como el volumen de crédito, etc. Además, es interesante conocer cuáles pueden ser las variaciones anuales en el porcentaje de sacrificio de hembras que, en una alta proporción, están preñadas. Para este estudio, fue necesario calcular nuevamente las series de tiempo de las existencias, por edad y sexo. Aunque en Colombia se dispone de algunos estimativos, éstos no parecían confiables.

El Cuadro 1 resume algunos resultados de las series que el CIAT ha generado para el período 1940-1970. Para la elaboración de este Cuadro se utilizaron parámetros

tecnológicos basados en opiniones de investigadores y en otros estudios hechos sobre la producción ganadera. Se observa que la tasa de mejoramiento de los parámetros citados es decreciente, lo que en parte se podría explicar por el desplazamiento paulatino de la ganadería hacia áreas más infértiles. La estabilidad de la tasa de extracción calculada, alrededor del 12 por ciento es un indicativo del estancamiento de la productividad del hato entre 1940 y 1974. Respecto a su nivel, es de interés destacar que, en 1970, la tasa de extracción en Argentina y en Brasil era de 25 y 15 por ciento, respectivamente\*.

La segunda etapa de este trabajo, todavía en proceso, consiste en explicar el comportamiento de las existencias y el sacrificio a través del tiempo (Cuadro 1).

### Economía en relación con salud animal

En 1975 se continuó el desarrollo de la metodología aplicable en Colombia para el

\* Para Colombia, la cifra para sacrificio no incluyó los animales que se sacrifican clandestinamente ni los que se exportaron ilegalmente del país.

Cuadro 1. Variación anual de las existencias, natalidad y mortalidad de vacunos en Colombia, y relación de sacrificios de machos a hembras.

| Década  | Tasa promedio anual de.            |   |                                    |       |   |                        |
|---------|------------------------------------|---|------------------------------------|-------|---|------------------------|
|         | Crecimiento de las existencias (%) | Crecimiento de la tasa de natalidad (%) | Disminución de tasas de mortalidad |       | Sacrificio hembras como % sacrificio machos | Tasa de extracción (%) |
|         | (%)                                | (%)                                     | (%)*                               | (%)** |   |                        |
| 1940-49 | 0,6                                | 2,2                                     | -0,9                               | -2,2  | 65,0  | 12,0                   |
| 1950-59 | 3,1                                | 0,5                                     | -0,2                               | -0,5  | 66,0  | 12,0                   |
| 1960-69 | 2,4                                | 0,3                                     | -0,3                               | -0,3  | 59,0  | 11,8                   |
| 1970-74 |                                    |   |                                    |       | 67,0  | 12,3***                |

\* Vacunos mayores de 1 año

\*\* Vacunos menores de 1 año

\*\*\* Cifra para 1970.

análisis costo| beneficio de diversos niveles de control de la fiebre aftosa.

La primera etapa de esta investigación, hecha en 1974, consistió en calcular las pérdidas por finca causadas por la fiebre aftosa en cerdos, presentadas en el Informe Anual del CIAT, 1974. Este estudio sirvió de base para desarrollar un modelo microeconómico de simulación que es también aplicable a bovinos y que permite estudiar las pérdidas a nivel de fincas.

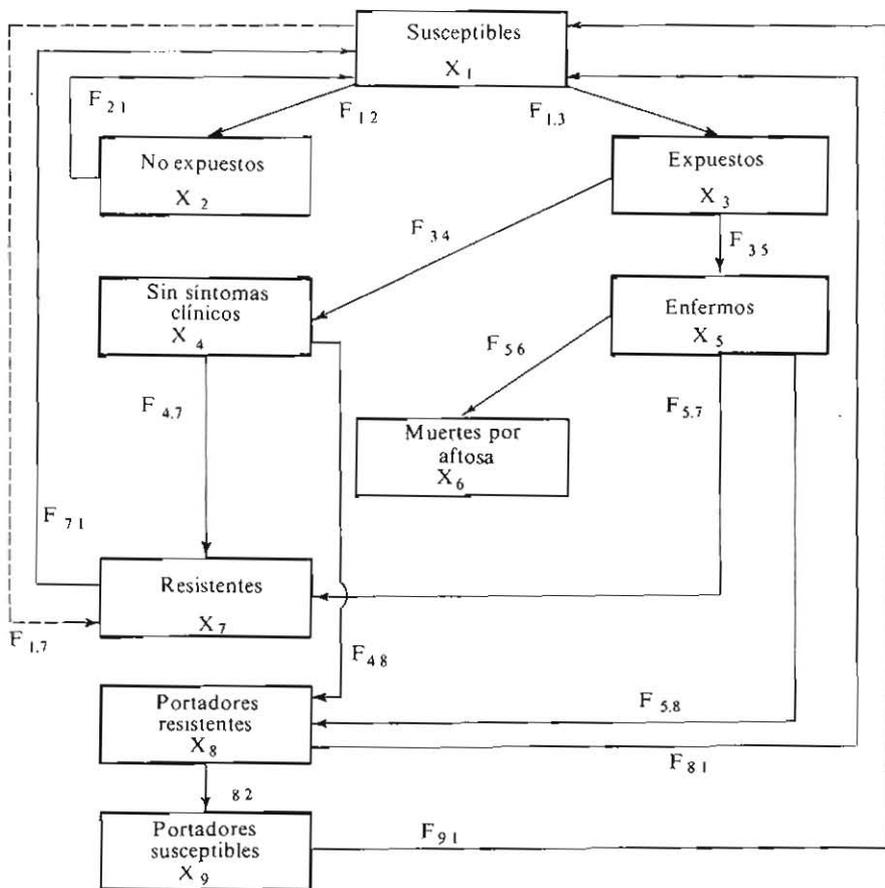
Como parte de la metodología, el grupo de salud animal del CIAT, diseñó un modelo epidemiológico de la fiebre aftosa para zonas endémicas, representado en la Figura 1. La unidad de observación es la población bovina de una región, la que se distribuye entre nueve categorías epidemiológicas ( $X_i$ ), interconectadas por una serie de relaciones que implican flujos de animales de una categoría a otra ( $F_{ij}$ ). Las líneas continuas indican el curso que puede seguir un animal con aftosa en una zona endémica en la cual periódicamente ocurren brotes de aftosa.

Este análisis fue expresado como un modelo matemático y diseñado para ser usado en computador por los economistas en salud animal, con la colaboración del grupo de biometría del CIAT. Se ha

expresado el modelo en términos estocásticos y dinámicos mediante la aplicación de la teoría de procesos estocásticos de Markov. Los flujos ( $F_{ij}$ ) se han representado por probabilidades de transición ( $P_{ij}$ ) que expresan, para cada etapa de la enfermedad, la fracción de animales que se transfieren de la clase  $i$  a la clase  $j$ , como proporción del total de animales que abandonan la clase  $i$ .

El modelo permite predecir el curso natural de la enfermedad a través del tiempo, en una región o país en que la enfermedad es endémica, así como también bajo diferentes estrategias de control. Esto hace posible evaluar los méritos relativos de cada estrategia, mediante la estimación de los flujos concomitantes de costos y beneficios.

Como una de las posibles estrategias, se considera la economía de vacunación profiláctica, masiva y periódica; se ha definido un conjunto de probabilidades de transición diferentes a las utilizadas para describir la evolución natural de la enfermedad sin este tipo de vacunación. En el desarrollo de esta estrategia aparece un flujo adicional entre animales susceptibles y resistentes (línea interrumpida en la Figura 1), cuya magnitud depende del porcentaje



--- Esta línea representa el flujo de animales que se vuelven resistentes mediante vacunación contra aftosa.

Figura 1. Diagrama de flujos entre las categorías epidemiológicas identificadas para fiebre aftosa, en una región endémica.

de la población vacunada contra aftosa y de la eficacia de la vacuna respecto a su grado de inmunidad. Se supone que el punto de partida para el modelo de vacunación es una situación endémica estable, de largo plazo, en la que no hay interferencias con el curso natural de la enfermedad. La unidad de tiempo escogida es de una semana, por ser el mínimo común denominador de la duración de cada etapa de la enfermedad. Mediante la aplicación de procesos de Markov, es posible simular la proporción de animales en cada categoría epidemiológica a través del tiempo hasta alcanzar el nuevo equilibrio

estable de largo plazo que se alcanza mediante una estrategia de vacunación masiva. El modelo predice el número de animales enfermos y muertes por semana. El mismo modelo es aplicable a estrategias alternativas.

Las pérdidas económicas asociadas con cada alternativa serán derivadas del modelo microeconómico de simulación. Es decir, el modelo epidemiológico permitirá calcular las pérdidas a nivel regional (o nacional), utilizando las pérdidas por animal calculadas mediante el análisis de simulación a nivel de finca.

**Cuadro 2. Número estimado a largo plazo de animales susceptibles y enfermos en relación con la eficacia de la vacuna contra la fiebre aftosa.**

| Eficacia de la vacuna (%)    | 65           | 70    | 75    | 80    | 85    |
|------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|                              | (Por 10.000) |       |       |       |       |
| No. de animales susceptibles | 2.354        | 2.233 | 2.125 | 2.026 | 1.936 |
| Morbilidad anual             | 240          | 204   | 170   | 139   | 108   |

Supuestos: 90% vacunados, 3 ciclos anuales de vacunación, una tasa de ataque de 50% y un brote cada 4 años (0,25 de probabilidad anual de brote de aftosa).

Los Cuadros 2, 3 y 4 muestran algunos resultados preliminares que se obtuvieron mediante la simulación de una campaña hipotética de vacunación en la Costa Norte de Colombia, utilizando el modelo epidemiológico con procesos de Markov. Con el análisis se puede examinar la sensibilidad y los intervalos de confianza de los parámetros.

### **Economía de sistemas de producción de ganado de carne**

Continuando con el proyecto descrito en los Informes Anuales del CIAT, 1973 y 1974, se incorporaron durante 1975, algunos elementos metodológicos y se

aplicó el modelo a un prototipo de fincas familiares y a fincas de mayor escala que operan bajo condiciones similares a las representadas por la zona de Carimagua.

Metodológicamente, durante 1975, se dio especial énfasis a la incorporación del factor riesgo. Los elementos de riesgo considerados son la variabilidad de la tasa de natalidad, de los precios del ganado y el riesgo respecto al establecimiento y duración de la pradera. Los resultados que se presentan a continuación sólo incorporan un tratamiento probabilístico de la natalidad. La incorporación de los otros elementos de riesgo está actualmente en procesamiento.

**Cuadro 3. Número estimado a largo plazo de animales susceptibles, enfermos y portadores en relación con el porcentaje de población vacunada contra la fiebre aftosa.**

| Población vacunada (%)       | 50           | 60    | 70    | 80    | 90    |
|------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|                              | (Por 10.000) |       |       |       |       |
| No. de animales susceptibles | 2.912        | 2.586 | 2.325 | 2.113 | 1.936 |
| Morbilidad anual             | 412          | 312   | 232   | 156   | 108   |
| No. de animales portadores   | 191          | 147   | 111   | 83    | 58    |

Supuestos: 85% inmunidad de la vacuna, 3 ciclos anuales de vacunación, una tasa de ataque de 50% y un brote cada 4 años.

**Cuadro 4. Número estimado a largo plazo de animales susceptibles y enfermos con relación a la frecuencia de brotes de aftosa.**

|                              | Un brote cada: |        |        |        |
|------------------------------|----------------|--------|--------|--------|
|                              | 3 años         | 4 años | 5 años | 6 años |
|                              | (Por 10,000)   |        |        |        |
| No. de animales susceptibles | 1.930          | 1.936  | 1.890  | 1.943  |
| Morbilidad anual             | 138            | 108    | 88     | 78     |
| No. de animales portadores   | 71             | 58     | 39     | 44     |

Supuestos: 90% vacunados, 85% inmunidad con la vacuna, 3 ciclos anuales de vacunación y tasa de ataque de 50%.

### Unidad familiar prototipo "El Tomo"

Con base en información recolectada en El Tomo\*, se procedió a simular sistemas alternativos de producción.

La principal restricción, es la de prefijar un tamaño máximo del hato, de 36 vacas, que se estimó podría generar un ingreso familiar por sobre un mínimo anual de US\$ 400. El Cuadro 5 presenta un resumen de algunos sistemas analizados.

Se comparan sistemas con y sin pradera mejorada con base en leguminosa y gramínea. Dentro de los sistemas sin pradera mejorada, lo que se está intensificando es el manejo, a través de prácticas tales como destete precoz, uso de sales mineralizadas, asistencia técnica, sobre todo, en salud animal, inversión en abrevaderos, etc.

Con el objeto de determinar los niveles y variación de los coeficientes técnicos de los sistemas prevalecientes en la actualidad, se está iniciando un reconocimiento en la zona. Sin embargo, con base en visitas a fincas y en información secundaria, se puede afirmar que los sistemas prevalecientes varían en sus coeficientes de

\* En el Informe Anual del CIAT, 1974, se presenta una descripción física de esta finca.

productividad y que es posible encontrar fincas que estén representadas en cada uno de los sistemas 1 al 3, en el Cuadro 5. Técnicamente, con base en resultados experimentales, el caso 4 también es factible. Las mejoras en el manejo para difundir el sistema, el cual está representado por el caso 3, parecieran tener una alta probabilidad de adopción.

En los casos con pradera mejorada se cambia el manejo de la pradera para variar el porcentaje del área total de la finca en praderas mejoradas. Los casos 5 y 6 incluyen fincas que tienen 50 hectáreas de pradera mejorada, se proporcionan 25 kilogramos de sales mineralizadas por U.A. | año y se practica la vacunación, estas prácticas garantizan una alta natalidad (70 por ciento) y permiten vender los machos con un peso de 370 kilogramos a los 45 meses en el caso 5 y a los 33 meses en el caso 6. Si en la finca se va a incluir la actividad de cría, el caso 6 es el más rentable, con 50 en vez de 20 hectáreas de pradera mejorada.

Pareciera que el resultado más interesante es la posibilidad de comprar el novillo flaco y destinar la finca solamente a la ceba, lo cual está representado por el caso 9. El verdadero potencial de la pradera mejorada, con base en los resultados

Cuadro 5. Simulación de sistemas alternativos de producción para una finca familiar en Carimagua<sup>1</sup>.

| Sistema              | Area       |                      | Natalidad (%) | Mortalidad (%) | Inversión total inicial US\$(miles) <sup>2</sup> | Ingreso neto anual US\$(miles) <sup>3</sup> |       | Tasa de retorno (%) <sup>4</sup> |
|----------------------|------------|----------------------|---------------|----------------|--|---|-------|----------------------------------|
|                      | Total (ha) | Pradera mejorada (%) |               |                |  | Año 2                                       | Año 7 |                                  |
| Sin pradera mejorada |            |                      |               |                |  |   |       |                                  |
| 1. Cría-levante      | 500        | 0                    | 40            | 7-5            | 9,7  | 0,55  | 0,84  | 6,2                              |
| 2. Cría-levante      | 500        | 0                    | 50            | 7-5            | 9,7  | 0,55  | 1,20  | 8,0                              |
| 3. Cría-levante      | 500        | 0                    | 50            | 5-3            | 9,7  | 0,63  | 1,38  | 10,0                             |
| 4. Cría-levante      | 500        | 0                    | 60            | 5-3            | 10,4   | 0,46  | 1,21  | 7,4                              |
| Con pradera mejorada |            |                      |               |                |  |   |       |                                  |
| 5. Cría-levante      | 250        | 20                   | 70            | 5-3            | 11,9   | 0,63  | 1,92  | 8,7                              |
| 6. Cría-ceba         | 250        | 20                   | 70            | 5-3            | 11,9   | 0,69  | 1,76  | 9,5                              |
| 7. Cría-levante      | 250        | 8                    | 70            | 5-3            | 10,8   | 0,32  | 1,48  | 6,9                              |
| 8. Cría-ceba         | 500        | 4                    | 70            | 5-3            | 11,8   | 0,25  | 1,51  | 6,1                              |
| 9. Ceba              | 50         | 100                  |               | 4              | 11,5   | 2,70  | 2,70  | 24,0 <sup>5</sup>                |
| 10. Ceba             | 50         | 100                  |               | 4              | 13,0   | 2,40  | 2,40  | 18,0 <sup>6</sup>                |

<sup>1</sup> A precios (US\$) primer trimestre 1975. Hato inicial de 36 vacas más hato correspondiente, excepto casos 9 y 10.

<sup>2</sup> Incluye valor del ganado.

<sup>3</sup> Excluye valor cultivos producidos y consumidos en la finca.

<sup>4</sup> A la inversión total.

<sup>5</sup> Considerando riesgo en la pradera.

<sup>6</sup> Considerando riesgo en la pradera y el doble de costo en la implantación.

obtenidos en la primera etapa, está en la ceba y no en elevar la productividad en la reproducción o cría. En otras palabras, no parece rentable hacer las inversiones y gastos necesarios para lograr el alto nivel de productividad en la cría, estableciendo praderas mejoradas. A través de manejo solamente, sin praderas mejoradas, se puede lograr un nivel intermedio de natalidad y mortalidad que genera una rentabilidad relativamente más atractiva. Pero, si las condiciones de oferta de ganado flaco se mantienen en el nivel actual, el uso de la pradera en base a leguminosa, es extraordinariamente atractivo si se le destina a ceba solamente, como lo indica el caso 9.

La factibilidad de estas tecnologías, en el contexto de ranchos pequeños, debe ser examinada teniendo en consideración que:

1. Los requerimientos iniciales de capital total, necesarios para generar el ingreso mínimo predeterminado, son del orden de US\$ 10.000-12.000.
2. Un interrogante difícil de cuantificar, a nivel ex-ante, es conocer en qué grado el ingreso familiar neto resultante es suficiente para cubrir no solamente un retorno competitivo al capital propio sino, que además, cubra el costo alternativo de la mano de obra familiar, incluyendo la gestión empresarial.
3. La tasa interna de retorno resultante es bastante sensible al precio del ganado. Para los sistemas examinados en el Cuadro 5, si el precio del ganado sube de \$ 10|kilo, constante, a \$ 13|kilo\*

\* En 1975, el peso colombiano fluctuó entre 30 a 32 pesos por dólar.

más un aumento de 1 por ciento real anual, la tasa de retorno sube en 76, 53, 84, 56, 63, 104 y 103 por ciento, para los casos 1, 3, 4, 5, 7, 8 y 9, respectivamente. Esto es, la variación de precio afecta tanto el nivel como el ordenamiento de los sistemas, de acuerdo con su rentabilidad.

4. Además de la tasa de retorno, el flujo de caja se puede utilizar como medida de éxito del sistema en estudio. Con fines de simple ilustración, mencionaremos que, en este caso se presentó la situación durante dos años, un periodo inicial y otro de posdesarrollo, pero también existen los datos para cada uno de los 25 años de cada corrida\*.
5. Se presenta solamente la tasa de retorno a la inversión total y no al capital propio (o tasa financiera), aunque la segunda está disponible; conviene señalar que, si bien la segunda es mayor que la primera, no lo es por virtud de la tecnología en sí, sino que solamente es mayor como consecuencia del subsidio en la tasa de interés.
6. Se dispone de resultados para medir la sensibilidad de la rentabilidad y de la producción a variaciones en tasas de natalidad, mortalidad, remplazo, duración de la pradera, etc.
7. Una tasa de natalidad del 70 por ciento, en un sistema con pradera mejorada con base en la utilización de leguminosa, pudiera subestimar la natalidad efectiva. El nivel máximo potencial ha sido estimado en 75 a 80 por ciento, aproximadamente.
8. El tamaño del hato para un sistema de ceba sin cría se determinó con base a que la inversión inicial total requerida, incluyendo animales, fuera equivalente a un caso con pradera mejorada que involucre cría. Esto exige una pradera

que garantice un aumento mínimo de 500 g|día, de tal modo que se compren animales de 300 kilogramos y se vendan dentro de un año pesando en promedio, 450 kilogramos. El caso analizado fue el de una finca de 50 hectáreas, en su totalidad con pradera mejorada, con 75 animales y un 4 por ciento de mortalidad.

### **Ranchos comerciales a gran escala**

Mediante un modelo, se simuló el probable impacto de sistemas alternativos de producción de carne sobre la productividad y la economía en fincas comerciales con un área aproximada de 5.000 hectáreas, en la región de los Llanos Orientales de Colombia. Los sistemas estudiados fueron:

#### **Sistema tradicional**

Se basa en: alimentación en sabana nativa sin suplemento mineral, cría y levante solamente y venta de los novillos entre tres y cuatro años, como ganado flaco. A los tres años, las novillas entran al hato de reproducción y se obtienen tasas de natalidad entre 42 y 50 por ciento.

#### **Sistema tradicional con suplemento mineral completo**

Alimentación igual al sistema anterior, con suplemento mineral de 14 o 27 kg|U.A.|año que se refleja en una evolución de la natalidad de 45-57-50 y 45-57-60 por ciento, respectivamente. Las novillas entran a los tres años al hato de reproducción y los novillos se venden pesando 30 kilos más que en el sistema anterior. Además del costo adicional de las sales, este sistema requiere más inversión que el anterior en administración, canoas para el suministro de minerales y abrevaderos.

\* Término usado por los biometristas que significa "recorrer nuevamente un proceso experimental"

## Sistema mejorado

La pradera de leguminosa se combina con la sabana nativa y se proporcionan 27 kg|U.A.|año de minerales. Aumenta la tasa de natalidad de 50 a 70 por ciento; el 80 por ciento de los novillos se vende como ganado gordo, de dos a tres años y el resto, de tres a cuatro años. En el estado estacionario, se asigna 1,3 hectáreas por vaca y su hato correspondiente en pradera mejorada, lo cual equivale a un 20 por ciento del área.

La pradera se estableció con un costo de \$ 1.600|ha y la infraestructura excede en \$ 25.000 el costo estimado para el sistema con suplemento mineral (estas cifras corresponden a los precios de los insumos en 1974).

Cada sistema se inició con 100, y alternativamente, 300 vacas y su hato correspondiente, y el número final de U.A. estaba limitado por la capacidad de carga de la finca. Se examinaron tres alternativas de precio de carne. Cada una de las alternativas se estudia con y sin un préstamo equivalente al 50 por ciento del valor inicial de la inversión a intereses reales de cero y cinco por ciento, respectivamente, pagaderos a 12 años, con cuatro de gracia. Se examinaron, además, los préstamos de los fondos ganaderos.

## Resultados

Los resultados que se presentan no incorporan el análisis de riesgo descrito en la introducción. Todos los sistemas que se examinan incluyen cría y levante, y el cálculo se ha hecho para un período de 25 años. Solamente se agrega ceba cuando se tiene pradera con leguminosa. Estos resultados son válidos únicamente a los precios relativos considerados. Si se mejora la infraestructura reduciendo el costo del transporte, los sistemas tradicionales tienden a ser menos competitivos.

En el Cuadro 6 se presentan las tasas de retorno a la inversión total (TIR)\* y las tasas de retorno al capital propio (TIRF)\*\*. La primera refleja la bondad del sistema; la segunda, el subsidio al ganadero a través del crédito. Con base en las tasas de interés consideradas y la proporción de crédito a capital propio (máximo 50 por ciento), la rentabilidad financiera para el capital propio es considerablemente mayor que la económica, lo que puede ser fuente de distorsión en la selección de la tecnología. El crédito subsidiado favorece el establecimiento del sistema mejorado cuando se exige al ganadero la adopción de una determinada tecnología, como se desprende al comparar la tasa económica y la financiera.

Si efectivamente la natalidad del sistema en base a pradera nativa es de 42 por ciento, los sistemas mejorados simulados presentan ventaja sobre los tradicionales, en lo económico y en lo financiero. Si, alternativamente, la natalidad en los sistemas sin pradera mejorada es aproximadamente del 50 por ciento, el establecimiento de pradera mejorada no se refleja en un aumento significativo de la rentabilidad. Los sistemas sin pradera mejorada que utilizan minerales no presentan ventaja sobre el tradicional en términos de rentabilidad.

En el sistema mejorado, la rentabilidad resultó bastante sensible a cambios en los precios de insumos; por lo tanto, la elasticidad de oferta de insumos (fertilizantes, uso de tractor, semilla) influirá en la rapidez de difusión de la nueva tecnología. En los sistemas estudiados, hay economías de escala respecto al tamaño inicial del hato, que se traducen en que es más rentable iniciar el negocio cerca del

\* TIR = Tasa Interna de Retorno.

\*\* TIRF = Tasa Interna de Retorno Financiero

Cuadro 6. Rentabilidad obtenida a través de simulación de sistemas alternativos en ranchos ganaderos en los Llanos Orientales de Colombia (ranchos de 5.000 ha).

| Sistema                              | Tamaño hato inicial (no. vacas) | A la inversión total (%) | Tasa interna de retorno*   |                 | Con Fondo Ganadero (%) |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------|
|                                      |                                 |                          | Al capital propio ganadero |                 |                        |
|                                      |                                 |                          | Interés real 0%            | Interés real 5% |                        |
| Praderas mejoradas <sup>1</sup>      | 300                             | 19,2                     | 26,5                       | 24,6            | 21,7                   |
| Tradicional (I-B) <sup>2</sup>       | 300                             | 17,8                     | 27,2                       | 24,1            | 25,8                   |
| Praderas mejoradas                   | 100                             | 16,4                     | 21,0                       | 19,2            | 15,0                   |
| Tradicional (I-A) <sup>3</sup>       | 300                             | 15,0                     | 24,0                       | 20,3            | 23,4                   |
| Suplemento mineral (II) <sup>4</sup> | 300                             | 14,7                     | 20,7                       | 18,2            | 20,4                   |
| Tradicional (I-B)                    | 100                             | 14,7                     | 20,1                       | 17,9            | 18,7                   |
| Suplemento mineral (I) <sup>5</sup>  | 300                             | 14,4                     | 20,3                       | 17,9            | 14,4                   |
| Suplemento mineral (I)               | 100                             | 13,2                     | 16,1                       | 14,9            | 14,5                   |
| Suplemento mineral (II)              | 100                             | 12,1                     | 15,6                       | 13,8            | 14,1                   |
| Tradicional (I-A)                    | 100                             | 12,0                     | 17,7                       | 13,7            | 15,4                   |

<sup>1</sup> Natalidad de 50-65-70% (3 años)

<sup>2</sup> Natalidad de 50%

<sup>3</sup> Natalidad de 40%

<sup>4</sup> Natalidad de 45-57-60% (3 años) con 27 kg|U.A.|año de suplemento mineral

<sup>5</sup> Natalidad de 45-57-50% (3 años) con 14 kg|U.A.|año de suplemento mineral

nivel y composición correspondiente al estado estacionario del hato.

El nivel de inversión requerido en pradera mejorada parece alto, con relación al tradicional, si se considera el bajo valor del terreno. De aquí surge la importancia de reducir, a través de la investigación, la proporción de pradera mejorada, variando la estrategia de manejo de la pradera y reduciendo el costo de establecimiento por hectárea. Esto último, a través de un menor requerimiento de insumos y de labranza mínima.

En el sistema mejorado no se contempló la actividad de engorde solamente; en el caso de fincas más pequeñas, dicho sistema probablemente puede presentar su mayor ventaja comparativa con base en el uso de leguminosa como se observa, por ejemplo, en el análisis de ranchos familiares, mencionado en el subcapítulo anterior.

## PASTOS Y FORRAJES

### Introducción de Plantas

La recolección sistemática de germoplasma de leguminosas forrajeras se inició en 1975 con financiación especial del International Plant Genetic Resources Board. En un intenso esfuerzo de recolección se obtuvieron genotipos de leguminosas forrajeras provenientes de las sabanas de suelos álicos en las regiones tropicales de Sur América. Las regiones exploradas fueron: la Meseta Central y la región del "Planalto" de Mato Grosso en Brasil, Guyana, Colombia y el Oriente de Venezuela.

La mayor parte de la recolección se hizo en las sabanas de suelos álicos en las regiones tropicales de Sur América (Figura 2). La precipitación en estas sabanas oscila

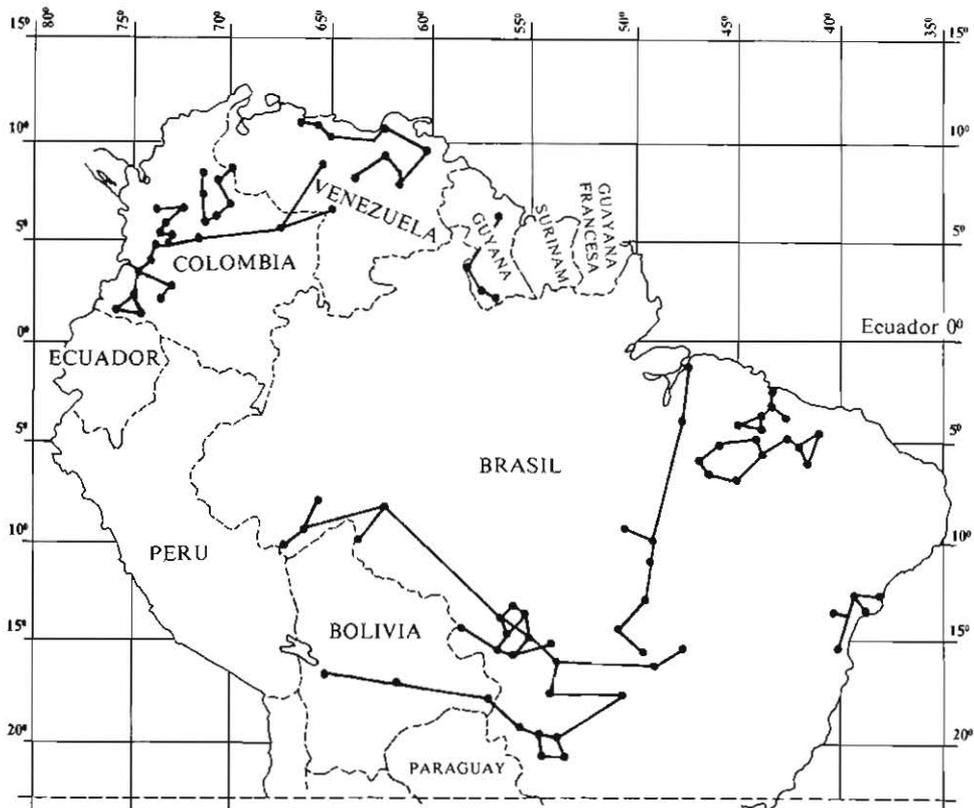


Figura 2. Itinerarios seguidos en varias giras de exploración para coleccionar material de plantas forrajeras, en el área tropical de Sur América, 1974-1975.

entre los 1.500 y 2.000 milímetros. El pH del suelo es generalmente menor de 5,0 y algunas veces puede ser tan bajo como 3,8. El catión intercambiable predominante es el Al el cual, con frecuencia representa el 60 por ciento de los cationes intercambiables. La toxicidad del Al restringe severamente el crecimiento de las plantas.

La región de Campo Cerrado en Brasil es particularmente una fuente rica en germoplasma de leguminosas forrajeras. Esta extensa región se recorrió de este a oeste y de norte a sur, desde Porto Velho hasta Brasilia y Belem. Se exploraron las regiones del noroeste y subcostaneras centrales en Bahía y en el triángulo cuyos vértices son San Luis, Fortaleza y Porto Nacional. Hacia el norte, los límites de exploración de la región de suelos álicos

fueron la Gran Sabana en Venezuela y las Sabanas de Rupununi en Guyana.

Se están observando 55 introducciones de leguminosas provenientes del trópico de Ecuador, en semilleros establecidos en la sede del CIAT (Palmira). Este material fue recolectado por investigadores científicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y de la Universidad de Florida.

Con las introducciones establecidas en este año, el banco de germoplasma de plantas forrajeras del CIAT se ha convertido en una colección que opera a escala internacional. Contiene alrededor de 1.200 introducciones, incluyendo 570 *Stylosanthes*, género de leguminosas de importancia económica que predomina en

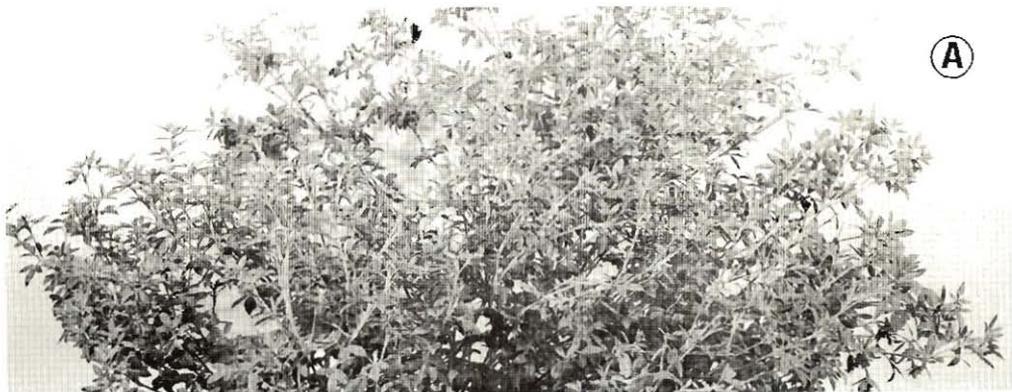


Figura 3. Las introducciones de *Stylosanthes* del banco de germoplasma de especies forrajeras del CIAT representan zonas ecológicas muy diferentes y poseen características morfológicas y agronómicas definidas. A= *S. scabra*, procedente de Brasil; B= *S. viscosa*, de Belice y C= *S. sympodiales*, de Ecuador.

las sabanas de suelos álicos. La mayoría de las nuevas introducciones son variedades y ecotipos de *S. guyanensis*, *S. scabra*, *S. viscosa*, *S. capitata*, *S. hamata*, *S. humilis* (Figura 3) y especies de **Centrosema**, **Calopogonium**, **Zornia**, **Demodium** y **Phaseolus**.

Estas nuevas introducciones están siendo propagadas (por semilla o vegetativamente), evaluadas y seleccionadas por caracteres forrajeros deseables y resistencia a plagas y a enfermedades. En el futuro, la recolección de las plantas se hará con base en estos criterios de evaluación. Las regiones ecológicas en las cuales se han recolectado las plantas más promisorias, serán visitadas nuevamente para buscar otros genotipos deseables.

### Estudios sobre propagación de *Stylosanthes*

Ante la escasez de semilla de las nuevas introducciones de stylo para aumentar la disponibilidad de material de reproducción de esta planta forrajera se desarrolló un método de propagación con el fin de hacer una selección preliminar de *S. guyanensis*. El medio de enraizamiento está conformado por una capa de arena fina lavada, sobre la cual se coloca otra de arena gruesa y como cobertura una capa de

perlita. Un dispositivo electrónico controla la caída permanente de una llovizna sobre el germinador.

Los extremos basales de los esquejes\* de 20 a 25 centímetros de longitud se sumergieron durante cinco segundos a una profundidad de 2 a 2,5 centímetros, en una solución de ácido indolbutírico (AIB), a una concentración de 1.000, 5.000 o 10.000 ppm. Posteriormente, los esquejes se sembraron en el medio de enraizamiento a una profundidad de 5 o 10 centímetros. Los esquejes que recibieron el tratamiento de AIB, a una concentración de 10.000 ppm y a 10 centímetros de profundidad, enraizaron significativamente mejor que los de los otros tratamientos (Cuadro 7, Figura 4). Se logró un enraizamiento promedio del 93 por ciento de los esquejes que recibieron el tratamiento mencionado y a los 16 días, estaban listos para el transplante.

### Evaluación de *Stylosanthes*

El proyecto de evaluación y selección de plantas de stylo tiene como objetivo identificar especies adaptables de altos rendimientos y biotipos que sean resistentes a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) y a

\* Tallo o cogollo que multiplica asexualmente la planta.

Cuadro 7. Efecto de tres concentraciones de ácido 3-indol butírico (AIB) sobre la producción de raíces de los esquejes de *S. guyanensis* sembrados a dos profundidades<sup>1</sup>.

| AIB (ppm) | Profundidad de siembra: 5 cm     |                                   | Profundidad de siembra: 10 cm    |                                   |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|           | No. promedio de raíces   esqueje | Longitud media de las raíces (cm) | No. promedio de raíces   esqueje | Longitud media de las raíces (cm) |
| 0         | 5,2                              | 2,5                               | 10,9                             | 3,5                               |
| 1.000     | 11,9                             | 4,8                               | 15,0                             | 4,7                               |
| 5.000     | 16,0                             | 4,5                               | 32,8                             | 6,7                               |
| 10.000    | 57,9** <sup>2</sup>              | 9,4*                              | 66,8**                           | 8,0*                              |

<sup>1</sup> 28 días después de la siembra

<sup>2</sup> Los valores en las columnas son significativamente diferentes a los niveles del 1% (\*\*\*) o del 5% (\*)

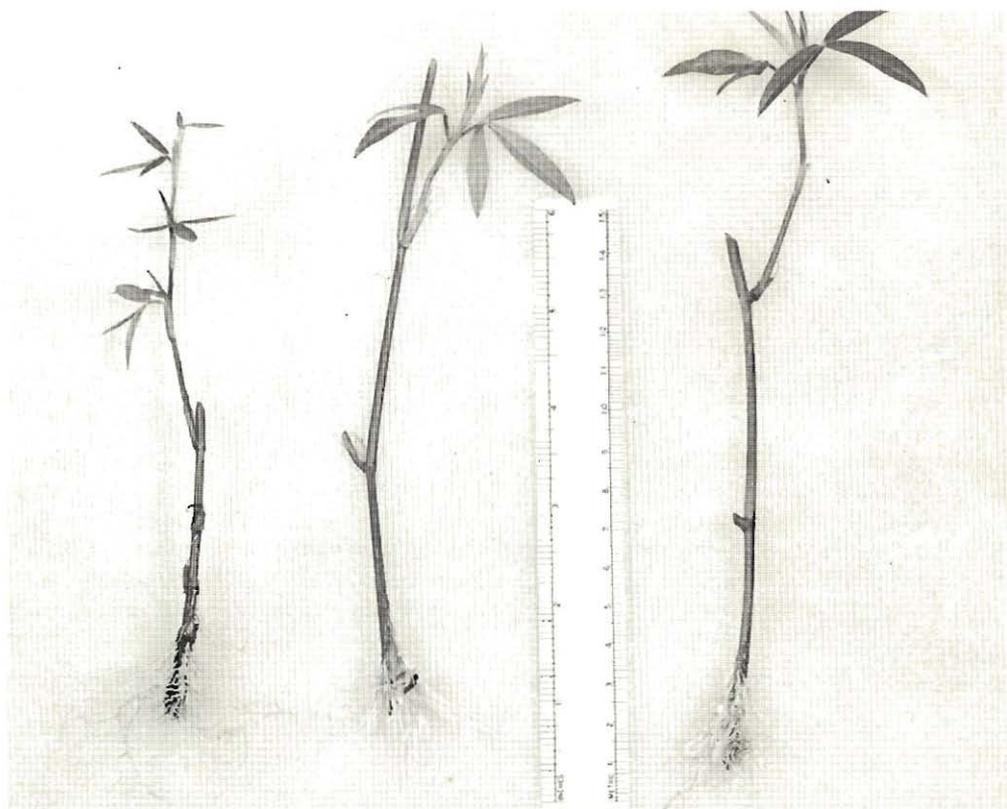


Figura 4. Esquejes de stylo enraizados, producidos en propagadores húmedos, en 16 días, utilizando ácido 3 indolebutírico con una concentración de 10.000 ppm.

los barrenadores del tallo. Un barrenador del tallo, identificado tentativamente como una especie del género *Zaratha* (Lepidóptera, Blastodacnidae) y que no había sido registrado anteriormente, está causando graves daños a los cultivos en Carimagua. De las 17 variedades de stylo que se establecieron en Carimagua, sólo una (CIAT 191) mostró resistencia a la antracnosis y al ataque del barrenador del tallo.

Bajo condiciones de invernadero, 29 de las 105 nuevas introducciones de stylo mostraron ser altamente resistentes cuando se inocularon con una suspensión acuosa de conidias y se hizo la selección por resistencia a la antracnosis. Los datos preliminares indican que existe un mayor grado de resistencia entre las variedades de *S. scabra*, *S. viscosa*, *S. hamata* y *S.*

*capitata* que en las de *S. guyanensis* (Cuadro 8). Las especies y variedades resistentes se han sembrado en tres localidades: Carimagua, Palmira y Santander de Quilichao (Cauca) para evaluar su resistencia a la antracnosis, bajo condiciones de campo.

Se establecieron pruebas regionales para estudiar la adaptación del germoplasma de stylo en Campo Grande (latitud 21°S) y en la Estación Experimental Federal en Planaltina (latitud 16°S), ambas en Brasil. En Colombia, se estableció otra prueba regional cerca de Santander de Quilichao, en un ultisol, rojopardo, ácido (pH 4,9) y con un alto contenido de Al (2,4 meq/100 g).

De 21 variedades de *S. guyanensis*, sembradas en Campo Grande, cinco de

Cuadro 8. Grados de resistencia a la antracnosis de 105 introducciones de *Stylosanthes* en los terrenos de la sede del CIAT.

|                         | No. de introducciones que son:    |  |                                  |                                      |
|-------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------------|
|                         | Muy resis-<br>tentes<br>(0-0,71)* | Moderada-<br>mente re-<br>sistentes<br>(0,71-0,88) | Suscepti-<br>bles<br>(0,88-1,05) | Muy sus-<br>ceptibles<br>(1,05-1,17) |
| <i>S. guyanensis</i>    | 7                                 | 44   | 14                               | 2                                    |
| <i>S. hamata</i>        | 4                                 | 0  | 0                                | 0                                    |
| <i>S. scabra</i>        | 8                                 | 4  | 0                                | 0                                    |
| <i>S. capitata</i>      | 1                                 | 0  | 0                                | 0                                    |
| <i>S. viscosa</i>       | 2                                 | 0  | 0                                | 0                                    |
| <i>Stylosanthes</i> sp. | 7                                 | 8  | 1                                | 3                                    |

\* Valores transformados con base en el arco seno de las medias ponderadas calculadas a partir del porcentaje de hojas afectadas y del grado de severidad de la infección (0 = no hay infección, 1 = manchas < 1 mm, 2 = 25% y 3 = 50% o más del área foliar afectada).

madurez tardía y tres de madurez precoz, mostraron alta resistencia a la antracnosis. Schofield, un cultivar comercial australiano utilizado como testigo, fue severamente afectado por el hongo. En mayo, al finalizar la época de cosecha las variedades CIAT 30, 63, 135 y 136 mostraron tener los rendimientos más altos de materia seca y el mayor grado de resistencia a la antracnosis.

En la Estación Experimental de Planaltina, la antracnosis no afectó a 18 variedades de stylo, mientras que en un cultivo cercano de la variedad comercial brasilera I.022, se constató una infección muy severa.

Se estudiaron las características de crecimiento de 14 variedades de *S. guyanensis*, después del corte, a 5 y 10 centímetros de altura. Pasados 28 días, el rebrote de todas las variedades fue significativamente mayor en el tratamiento a los 10 centímetros. Las diferencias de las variedades se observaron en el peso y en el área foliar que permanece en la planta después del corte, y estos parámetros se correlacionaron con la producción de brotes (Cuadro 9, Figura 5).

### Toxicidad del Al en *Stylosanthes*

La toxicidad del Al en los suelos álicos puede ser un factor limitante para las especies no tolerantes. Se hizo un experimento preliminar, en invernadero, con cultivos hidropónicos, para determinar si los cultivares de *Stylosanthes* difieren en tolerancia al Al. La Figura 6 muestra la respuesta a diferentes concentraciones de Al de una selección de *S. guyanensis* (CIAT 64A), proveniente de un suelo álico de los Llanos Orientales y de una selección de *S. hamata* (CIAT 118) recolectada en Venezuela de un suelo con reacción casi neutra. Las dos introducciones difieren claramente en su tolerancia al Al, de acuerdo con la acidez de su suelo de origen. Se continuará seleccionando, dentro de las especies, para obtener cultivares tolerantes al Al y que, a la vez, sean eficientes en la utilización de P.

También se estudiaron los efectos de las concentraciones de Ca y P sobre la toxicidad del Al. La Figura 7 muestra que un incremento de cinco veces la concentración de Ca, reduce notablemente los síntomas de toxicidad del Al en las raíces de *S. hamata* (CIAT 118). Sin embargo, la aplicación de cal o de enmiendas que

Cuadro 9. Producción de rebrotes de 14 variedades de *Stylosanthes guyanensis* después de 28 días del corte hecho a 10 centímetros de altura.

| No. de introducción del CIAT | Hoja del tocón                   |                          | Relación hoja   tallo | Rendimiento de materia seca |                            |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                              | Área (cm <sup>2</sup>   planta)* | Peso seco (mg   planta)* |                       | Hojas (g   planta)          | Hojas + tallo (g   planta) |
| 136                          | 269,55                           | 1.243,92                 | 3,85                  | 5,40                        | 6,89                       |
| 94A                          | 241,80                           | 1.017,42                 | 2,48                  | 5,36                        | 7,63                       |
| 135                          | 215,37                           | 934,60                   | 2,72                  | 5,63                        | 7,70                       |
| 69                           | 213,88                           | 824,42                   | 2,90                  | 5,09                        | 6,97                       |
| 46                           | 211,37                           | 1.018,17                 | 2,14                  | 4,91                        | 7,43                       |
| 191                          | 208,97                           | 1.023,35                 | 2,80                  | 4,86                        | 6,84                       |
| 133                          | 199,27                           | 1.045,90                 | 2,68                  | 4,79                        | 6,74                       |
| 92                           | 199,24                           | 1.008,26                 | 2,57                  | 4,53                        | 6,33                       |
| 130                          | 189,12                           | 901,88                   | 2,83                  | 5,20                        | 7,06                       |
| 50                           | 179,72                           | 745,32                   | 2,96                  | 5,29                        | 7,16                       |
| 73                           | 176,95                           | 880,37                   | 2,15                  | 4,39                        | 6,50                       |
| 126                          | 170,12                           | 691,56                   | 2,63                  | 5,40                        | 7,47                       |
| 151                          | 163,15                           | 771,98                   | 3,03                  | 5,50                        | 7,43                       |
| 77                           | 148,76                           | 788,72                   | 2,19                  | 4,64                        | 6,96                       |
| DMS (P = 0,05)               | 52,92                            | 241,23                   | 0,45                  | 0,52                        | 0,83                       |

\* Medida bajo la altura de corte del día 0

Coefficiente de correlación para el rendimiento de los rebrotes | área foliar del tocón  $r = 0,66$  (P = 0,01)

contengan Ca, en cantidades insuficientes para variar considerablemente el pH del suelo y la saturación de Al, puede tener un efecto fisiológico que reduce la toxicidad

del Al. La Figura 7 también muestra que un incremento de la concentración de P, en presencia de Al, estimula el crecimiento de la raíz y parte aérea pero no elimina el necrosamiento y deformación de las raíces, síntomas que son causados por este catión.

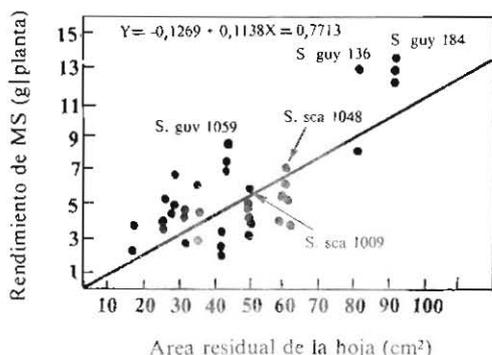


Figura 5. Relación existente entre área residual de la hoja bajo una altura de corte de 10 cm y el rendimiento de materia seca producida por diferentes introducciones de *S. guyanensis* y *S. scabra*, a las cuatro semanas.

Se observaron variaciones en la respuesta al pH y en el nivel de Al del suelo, entre y dentro de las introducciones de *Stylosanthes*, corroborando los hallazgos obtenidos en experimentos hechos en cultivos hidropónicos. En Santander de Quilichao, un ecotipo local de *S. guyanensis* (CIAT 184) y otra introducción de los Llanos Orientales (CIAT 64A) mostraron tolerancia al pH bajo y a los niveles altos de Al pero *S. hamata* (CIAT 118) y otra introducción de *S. guyanensis* (CIAT 136), crecieron y se desarrollaron pobremente, exhibiendo amarillamiento en la parte aérea de las plantas.

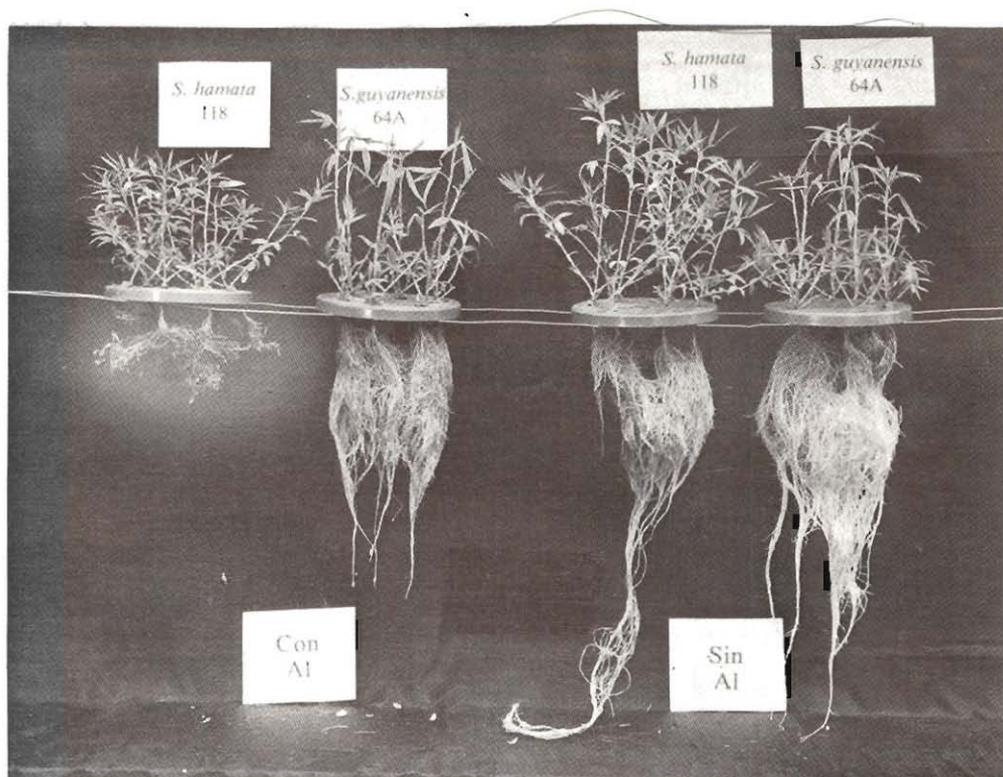


Figura 6. Cuatro grupos de plantas que se establecieron en soluciones nutritivas completas (pH4). De izquierda a derecha los dos grupos a la izquierda son: *S. hamata* 118 y *S. guyanensis* 64A, respectivamente que se establecieron en soluciones que contenían 2 ppm de Al durante las 6 primeras semanas de crecimiento y 4 ppm durante las 4,5 últimas semanas. Los dos grupos a la derecha son: *S. hamata* 118 y *S. guyanensis* 64A, respectivamente, sin Al, durante las 10,5 semanas que duró el ensayo. Las plantas de *S. hamata* 118 establecidas en la solución que contenía Al muestran un reducido crecimiento de las raíces y necrosamiento de las mismas, con muchas ramificaciones laterales, los cuales son síntomas típicos de toxicidad causada por Al.

El encalamiento de un suelo ácido para elevar su pH de 4,4 a 6,1, redujo el peso seco de la parte aérea y de las raíces de ecotipos de *S. capitata* y *S. guyanensis*, provenientes de regiones con suelos ácidos. *Centrosema* y la introducción de *S. guyanensis* (CIAT 182) provenientes de una región con un pH de 6,4, respondieron positivamente a la aplicación de cal (4 ton/ha de  $\text{CaCO}_3$ ) cuando se cultivaron en suelos ácidos. *S. capitata* no produjo nódulos radicales bajo el tratamiento con cal, pero noduló normalmente bajo un pH del suelo de 4,4 y a un nivel de Al de 3,0 meq/100 g.

### Mejoramiento genético de plantas forrajeras

El trabajo se concentró en probar y distribuir en el campo algunos materiales previamente seleccionados como el *Centrosema* híbrido CIAT 1733, *S. guyanensis* CIAT 136, *S. hamata* CIAT 118, *Desmodium* sp. CIAT 336, *Desmodium distortum* CIAT 335, *Macroptilium* spp. CIAT 635, 614 y 612. Estas leguminosas se establecieron también en ensayos de campo en Santander de Quilichao, en asociación con una de las siguientes gramíneas: *Brachiaria decumbens*, An-

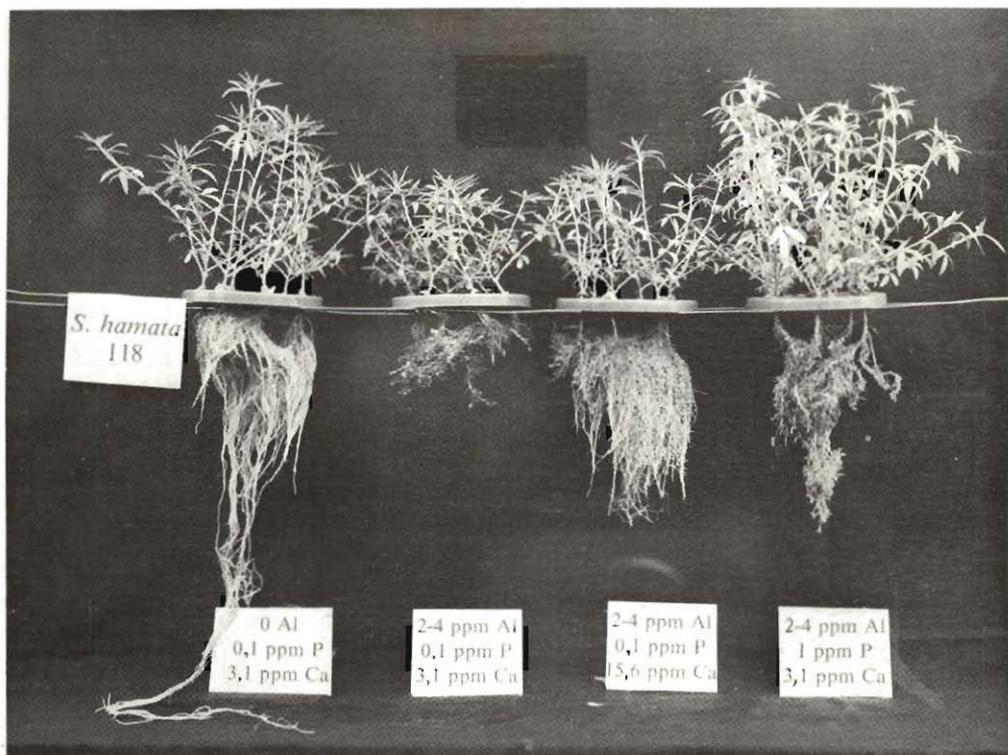


Figura 7. Interacciones entre Al, P y Ca y el crecimiento radical de *S. hamata* 118.

*dropogon gayanus*, *Urochloa mosambicensis*, *Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum*.

Con la colaboración de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en Brasil se inició la evaluación de algunas especies forrajeras y se hicieron arreglos para realizar otros ensayos semejantes en la República Dominicana y en El Salvador. Además se proporcionó semilla de especies promisorias a los investigadores que trabajan en mejoramiento de praderas en 12 países tropicales americanos.

### Producción de semilla

La labor de esta unidad se concentra en producir semilla de introducciones potencialmente útiles para hacer posible su posterior evaluación extensiva. En 1975, se establecieron nuevas áreas de producción

de leguminosas y en especial de *Stylosanthes* sp. y *Centrosema* sp. Se adquirió maquinaria para cosechar y procesar el material recogido en el campo lo cual aumenta notoriamente la capacidad y eficiencia de la producción de semilla.

### *Stylosanthes guyanensis*

En Palmira se cosechó manualmente un lote de 1,2 hectáreas de la variedad de stylo CIAT 18, que tenía dos años de haber sido establecido, el cual dio un rendimiento promedio de 60 kg|ha de semilla escarificada. El sistema de cosecha y procesamiento de la semilla, esencialmente manual, requirió aproximadamente 70 jornales|ha.

En Palmira, se cosechó un campo de 0,8 hectáreas, cultivado con CIAT 136 y una densidad de 5.500 transplantes|ha, el cual dio un rendimiento de 160 kg|ha de semilla

escarificada. La cosecha se hizo entre diciembre y febrero y se observaron los máximos rendimientos a comienzos de enero. El promedio de edad de las plantas en la madurez fue de ocho meses. Sólo el 10 por ciento de las plantas produjo rebrotes, de manera que el ensayo se eliminó. En abril, las parcelas con densidades de población similares a la anterior pero sembradas con CIAT 184 y CIAT 64A, dieron rendimientos de 48 y 11 kg|ha, respectivamente. La alta humedad del suelo y el crecimiento de las malezas afectaron los rendimientos de estas parcelas.

Los campos de un año de establecidos con varias introducciones de stylo en Carimagua, produjeron sólo 15 kg|ha de semilla escarificada. Los rendimientos fueron iguales tanto en la época normal de cosecha de enero como en la de marzo, pasada la estación de sequía, en la cual el riego fue limitado.

En Palmira y Carimagua se establecieron, sembrando semilla en surcos cada metro, alrededor de 20 hectáreas de la introducción CIAT 136. Estos campos casi han alcanzado la madurez y se cosecharán con una combinada a comienzos de 1976.

En Palmira, la competencia de las malezas es muy severa. Se aplicó el herbicida preemergente DNBP al momento de la siembra, pero también es necesario hacer varios pases de cultivadora y deshieras manuales. En cuanto a plagas insectiles, *Stegastra bosqueella* (Chambers), (Lepidoptera, Gelechiidae), cuya larva ataca los botones, es un problema grave, tanto en Palmira como en Carimagua por lo que es necesario aplicar medidas de control. En ambas localidades se requiere hacer estudios sobre los requerimientos de elementos menores. Como se demostró en Palmira, la base leñosa de la planta madura de CIAT 136 no se recupera rápidamente después del corte; por consiguiente, se reduce la vida produc-

tiva de las áreas que se dediquen a la obtención de semilla de esta planta. En Carimagua, la duración de la población de campos establecidos con esta planta también se reduce debido a la incidencia progresiva de la antracnosis y del barrenador del tallo que ataca las plantas de stylo.

#### *Stylosanthes hamata*

En Palmira, se establecieron 14 introducciones de *S. hamata* en pequeñas parcelas. En la primera cosecha manual, el rendimiento promedio fue de 135 kg|ha de vainas. Hasta el momento, se han producido 100 kilos de vainas.

#### *Centrosema* sp.

Se sembraron en Palmira dos líneas seleccionadas de la población F7 del híbrido interespecífico *C. brasilianum* x *C. virginianum*. Se construyó una espaldera de bambú y alambre en una superficie de 1,5 hectáreas. Se espera hacer la primera cosecha en febrero de 1976.

#### *Desmodium* spp.

Se cosechó con combinada un campo establecido con plantas de *Desmodium* sp. (CIAT 336) cuyo rendimiento fue de 35 kg|ha de semilla pura. Se cosechó manualmente un campo de *D. canum* (CIAT 353) en dos épocas (marzo y julio) siendo su rendimiento total de 40 kg|ha de semilla pura. Se ha dedicado una pequeña área en la sede del CIAT al cultivo de *D. heterophyllum* como fuente futura de material de propagación.

#### *Brachiaria decumbens* cv. **Basilisk**

Se sembraron vegetativamente áreas de producción de esta especie en Palmira (0,8 ha) y Carimagua (0,6 ha), con el fin de iniciar la producción de semilla de esta planta forrajera.

En Palmira, se aplicó atrazina en preemergencia para el control de malezas,

pero fue necesario también cultivar mecánicamente entre surcos. Las parcelas individuales se subdividieron para aplicar tres sistemas diferentes de manejo que incluían el corte mecánico de las plantas y la aplicación de nitrógeno. El riego se aplicó con base en los requerimientos de la plantación; se removieron las basuras que quedaron en el campo después del corte de las plantas y se procedió a cosechar la semilla con combinada. El material cosechado se secó alternativamente a la sombra y al sol y luego se hizo pasar por una cribadora-ventiladora y finalmente una separadora por gravedad específica. En el Cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos.

*Panicum maximum* cv. **Makueni**;  
*Urochloa mosambicensis* y *Andropogon gayanus*

Se sembró vegetativamente en Palmira y Carimagua una superficie total de 1,5 hectáreas con estas especies forrajeras tropicales. En Palmira, se utilizó un sistema único de manejo consistente en el corte mecánico, remoción de basuras, riego, una aplicación de 50 kilogramos de nitrógeno por ciclo de cosecha y cosecha de semilla mediante combinada. El producto cosechado se procesó en la forma anteriormente descrita. El cultivar Makueni del pasto guinea ha producido hasta el momento, un total de 17 kg|ha de semilla procesada mediante el sistema de gravedad y la especie *Urochloa mosambicensis*, un total de 70 kg|ha, como

producto de tres cosechas hechas entre julio y septiembre de 1975.

### Control de malezas en las praderas tropicales

En Palmira, se han continuado los ensayos sobre control de malezas en praderas establecidas con *Stylosanthes guyanensis*. El mejor control y mayor selectividad se logró con la aplicación de 0,4 kg|ha de trifluralin o 1,5 kg|ha de DNBP como herbicidas preemergentes y cuatro semanas después, la aplicación de posemergencia de 1,0 kg|ha de bentazon. La incorporación en el suelo de trifluralina, dinitramina y butralina en las dosis recomendadas, son fitotóxicos para el *Stylosanthes*. El vernolate mostró selectividad y se utiliza cuando las especies de *Cyperus* son las malezas predominantes.

Un ensayo similar en *Centrosema pubescens*, realizado en Palmira, mostró que las aplicaciones de 2,5 kg|ha de alaclor, en preemergencia o en combinación con linuron o fluorodifen, dieron un excelente control de malezas sin perjudicar el cultivo. La aplicación individual de alaclor no controló la especie *Cucumis melo* pero en las mezclas es efectivo.

La unidad de control de malezas desarrolló un método para prestar ayuda a los ganaderos que quieran establecer leguminosas forrajeras en praderas de

Cuadro 10 Rendimiento de semilla pura de *Brachiaria decumbens* bajo varios sistemas de manejo, CIAT, Palmira (1975).

| Sistema de manejo |               | Primera cosecha |              | Rendimiento semilla pura (kg ha) |
|-------------------|---------------|-----------------|--------------|----------------------------------|
| Nitrogeno (kg ha) | No. de cortes | Fecha           | Edad (meses) |                                  |
| 50                | 0             | Julio 25        | 4            | 40                               |
| 50                | 1             | Septiembre 11   | 6            | 100                              |
| 100               | 2             | Septiembre 15   | 6            | 55                               |

gramíneas. Se aplicó glifosato en bandas de 25 centímetros de ancho, espaciadas a un metro, en una proporción de 1,0 kg/ha del área realmente tratada. Una semana después, se diseminaron semillas de *Cen-trosema pubescens* y *Desmodium intortum* sobre la banda de pasto pangola que ya estaba en proceso de marchitamiento. El ganado no se pastoreó en esa área durante tres meses y de esta manera, se logró un excelente establecimiento de las leguminosas.

En virtud de que la mayoría de las malezas de pradera se propagan por semilla se han hecho pruebas de germinación, durante un período de dos años, con 12 de las especies más comunes. Cada dos meses se colocaron 300 semillas de cada especie en cajas de Petri, con una capa delgada de arena húmeda para observar su germinación. La Figura 8 muestra que la mayoría de las especies tienen un período de latencia y alcanzan su máximo nivel de germinación a los cuatro u ocho meses después de la cosecha. Para el caso descrito, se exceptúan *Steiractinia cornifolia* y *Vernonia patens*, las cuales pierden totalmente su viabilidad a los cuatro meses. Las especies *Paspalum fasciculatum*, *Pithecolobium lanceolatum*, *Cordia coloccoca* y *Cnidioscolus urens* no germinaron durante un período de 24 meses. Es posible que esto se deba a que tienen un período de latencia muy prolongado, o que requieren condiciones ambientales distintas para germinar, puesto que, bajo condiciones de campo, todas se reproducen por semilla.

En la región de la Costa Atlántica de Colombia se continuó estudiando el control de las malezas arbustivas. Se dio énfasis especial a las especies resistentes utilizando herbicidas de aplicación foliar. La maleza denominada *Cordia coloccoca* se eliminó mediante la aplicación al suelo, en la base de la planta, de 0,2 g/m<sup>2</sup> de DPX-3674 (equivalente a 2 kg/ha, del tratamiento total). La muerte de las plantas fue lenta debido a que el herbicida

debe ser absorbido por las raíces y translocado a los otros órganos de la planta. Sin embargo, este fue el tratamiento más efectivo y por haberse hecho la aplicación del herbicida a la base de la planta, se causó poco daño a las especies deseables en la pradera.

La aplicación al suelo de 0,2 g/m<sup>2</sup> de DPX-3674, 0,75 g/m<sup>2</sup> de karbutilate y 0,2 g/m<sup>2</sup> de tebutiuron dieron un buen control pero incompleto de *Piper marginatum*. Los tratamientos de los tocones con la aplicación de una solución al 1 por ciento hecha en combustible diesel de 2,4-D + 2,4,5-T o bien, picloram + 2,4-D + 2,4,5-T lograron un control completo. Otra maleza común, denominada *Bredemeyera floribunda*, se controló completamente mediante las aplicaciones basales de combustible diesel o de éste fortalecido con 2,4,5-T (2 por ciento), o con 2,4-D + 2,4,5-T + 2,4-DP (1 por ciento). *Sida* spp., una pequeña maleza arbustiva, es un problema frecuente en las praderas. Se controló más efectivamente mediante la aplicación de mezclas de 2,4-D + 2,4,5-T (2 por ciento v/v) o dicamba + 2,4-D (1 por ciento v/v). La aplicación de una solución al 0,5 por ciento de glifosato también controló la *Sida* pero causó mucho daño a las gramíneas de las praderas. Se recomienda este herbicida solamente en casos de infestación severa y en ausencia de gramíneas deseables.

Se preparó una "Guía para el Control de Malezas Arbustivas en Praderas", que es un manual de utilidad práctica y se está incorporando a un folleto que trata sobre diversos aspectos del control de malezas en praderas, el cual resume los resultados de la investigación en este campo durante los últimos cuatro años.

### Utilización de pastos y forrajes

Las actividades de la unidad de utilización de pastos y forrajes continuaron este año en Palmira y en Carimagua, las cuales se pueden resumir en la forma siguiente:

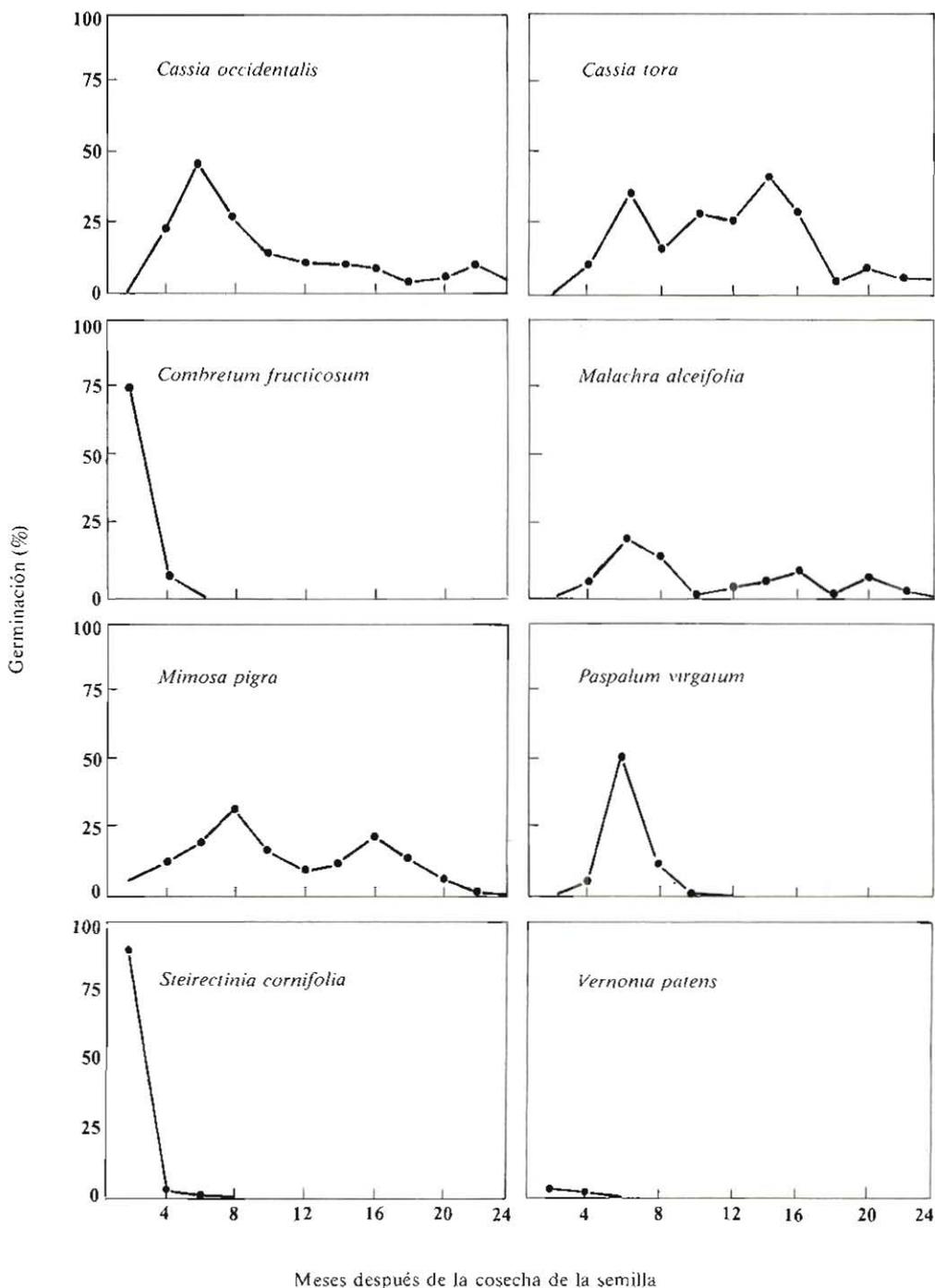


Figura 8. Patrones que presenta la germinación de ocho malezas que invaden las praderas, en un periodo de 24 meses después de haber cosechado la semilla.

Cuadro 11. Ganancias diarias de peso de novillos en praderas con pasto pangola con fertilización nitrogenada y riego\*.

| Nitrógeno<br>(kg   ha   año) | Carga animal (novillos   ha) |      |      |      |      |      |
|------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|
|                              | 4,17                         | 5,00 | 5,83 | 6,67 | 7,50 | 8,33 |
| 168                          | 468                          | 405  | 394  |      |      |      |
| 332                          |                              | 303  | 335  | 395  |      |      |
| 500                          |                              |      | 393  | 355  | 370  |      |
| 672                          |                              |      |      | 395  | 327  | 389  |

\* Últimos 294 días del experimento.

### Palmira

El experimento de pastoreo para medir el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de carne de una pradera de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) continuó sin cambio en el diseño experimental hasta octubre de 1975. Los resultados del último año se presentan en el Cuadro 11 y en la Figura 9.

Los aumentos de peso por novillo y por hectárea fueron menores que en los dos

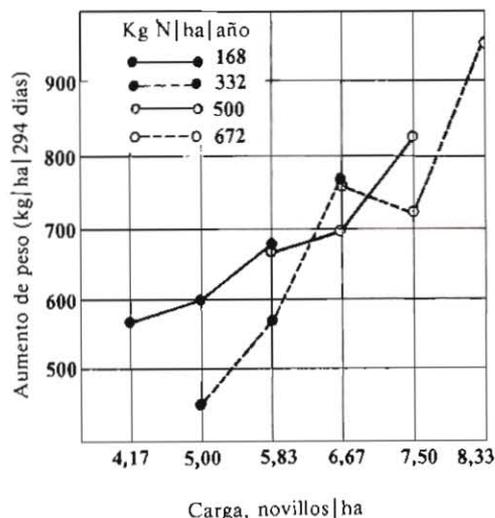


Figura 9. Aumento de peso por hectárea en los últimos 294 días del experimento de pastoreo en pradera con pasto pangola con fertilización nitrogenada y riego.

años anteriores, principalmente, debido a la falta de agua de riego por períodos prolongados. Sin embargo, se obtuvo la misma respuesta a la aplicación de nitrógeno y al aumento de la carga animal.

Como los precios del fertilizante y del ganado han permanecido sin alteración en el mercado local, la baja rentabilidad observada el año anterior (tasa interna ajustada por inflación de retorno del 5 por ciento al capital invertido), ha persistido en Colombia. Sin embargo, estas relaciones de precio de insumo a producto, no son tan desventajosas para el productor en otros países del trópico americano, como Venezuela y Brasil, países en los cuales parecería económicamente factible el empleo de nitrógeno para el engorde intensivo de novillos, en áreas cercanas a los grandes mercados de consumo.

Con la información obtenida hasta la fecha actual, después de tres años y medio de investigación, se considera que es clara la respuesta del pasto pangola a la fertilización y que se pueden hacer generalizaciones válidas. Esta fase del experimento concluyó en octubre de 1975. Sobre la misma área y con el mismo diseño, se inició de inmediato la última fase de este experimento en la cual se medirá la eficiencia neta de transformación de la energía y nitrógeno de las praderas en carne bovina.

Una leguminosa forrajera tropical poco conocida, que parecía tener buen potencial de producción, es el *Desmodium distortum*, especie anual de porte erecto y con buena aceptación por los animales.

El rendimiento de esta especie se midió cortándola cuando la planta alcanzó alturas de 0,6, 0,9, 1,2 y 1,5 metros. En la Figura 10 se presenta el rendimiento obtenido en cortes sucesivos. Las plantas cortadas a 0,6 metros recibieron siete cortes en tanto que a 1,5 metros, solamente cinco cortes. Se puede observar la disminución gradual en el rendimiento que es característica en las plantas anuales; la disminución es más marcada en las plantas de mayor edad. El rendimiento acumulado se presenta en el Cuadro 12. El rendimiento aumenta a medida que el corte se realiza cuando la planta es más madura. En forma práctica, parece más fácil cortar cuando la planta alcanza 0,9-1,0 metros de altura y así obtener un rendimiento aproximado de 10 toneladas de materia seca.

Zemmelink (Informe Anual del CIAT, 1974) encontró que los ovinos en corrales eran capaces de seleccionar las partes de la planta de *D. distortum* en este orden: hoja, peciolo, partes terminales del tallo y parte basal del tallo. La digestibilidad de esta especie obtuvo el primer lugar entre las especies tropicales que analizó *in vivo* y parecía que la digestibilidad de las partes terminales del tallo era tan elevada como la

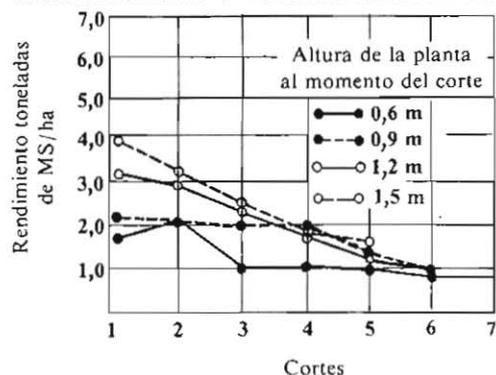


Figura 10. Rendimiento de *Desmodium Distortum* en diferentes cortes.

Cuadro 12. Rendimiento acumulado del *Desmodium distortum* cortado a varias alturas.

| No. de cortes | Altura de la planta al ser cortada (m) |       |       |       |
|---------------|--|-------|-------|-------|
|               | 0,6                                    | 0,9   | 1,2   | 1,5   |
| 5             | 7,53                                   | 9,76  | 11,54 | 13,13 |
| 6             | 8,37                                   | 10,96 | 12,52 | -     |
| 7             | 9,21                                   | -     | -     | -     |

de las hojas. En la Figura 11 se presenta el contenido porcentual de cada parte de la planta. Los cortes de plantas jóvenes muestran un alto contenido de hojas y tallos tiernos (entrenudos 1 a 11).

Se puede recomendar el *D. distortum* como una buena leguminosa de corte, para suplemento alimenticio de animales de producción superior.

### Carimagua

En la Estación Experimental del ICA, en Carimagua, se continuaron los trabajos de pastoreo sobre la sabana nativa y sobre las cuatro gramíneas de mayor adaptación a la zona. Además, se ha enfatizado en el estudio de las posibilidades de la suplementación con urea y melaza para la época seca.

En el Cuadro 13 se presentan los aumentos de peso de novillos que pastorearon la sabana nativa quemada simultáneamente al comienzo de la época seca, o en secuencia, dividiendo con cortafuegos el área en ocho sectores, los cuales se queman uno a la vez a través del año. Se observó que los animales pierden peso durante la época seca, en forma creciente, con la carga animal. En la época de lluvia, los animales aumentan peso recuperando la pérdida de verano y terminan el año, en las cargas bajas y medias (0,20 y 0,35 novillos/ha), con una ganancia de aproximadamente 60 kilogramos. La ventaja de la quema en

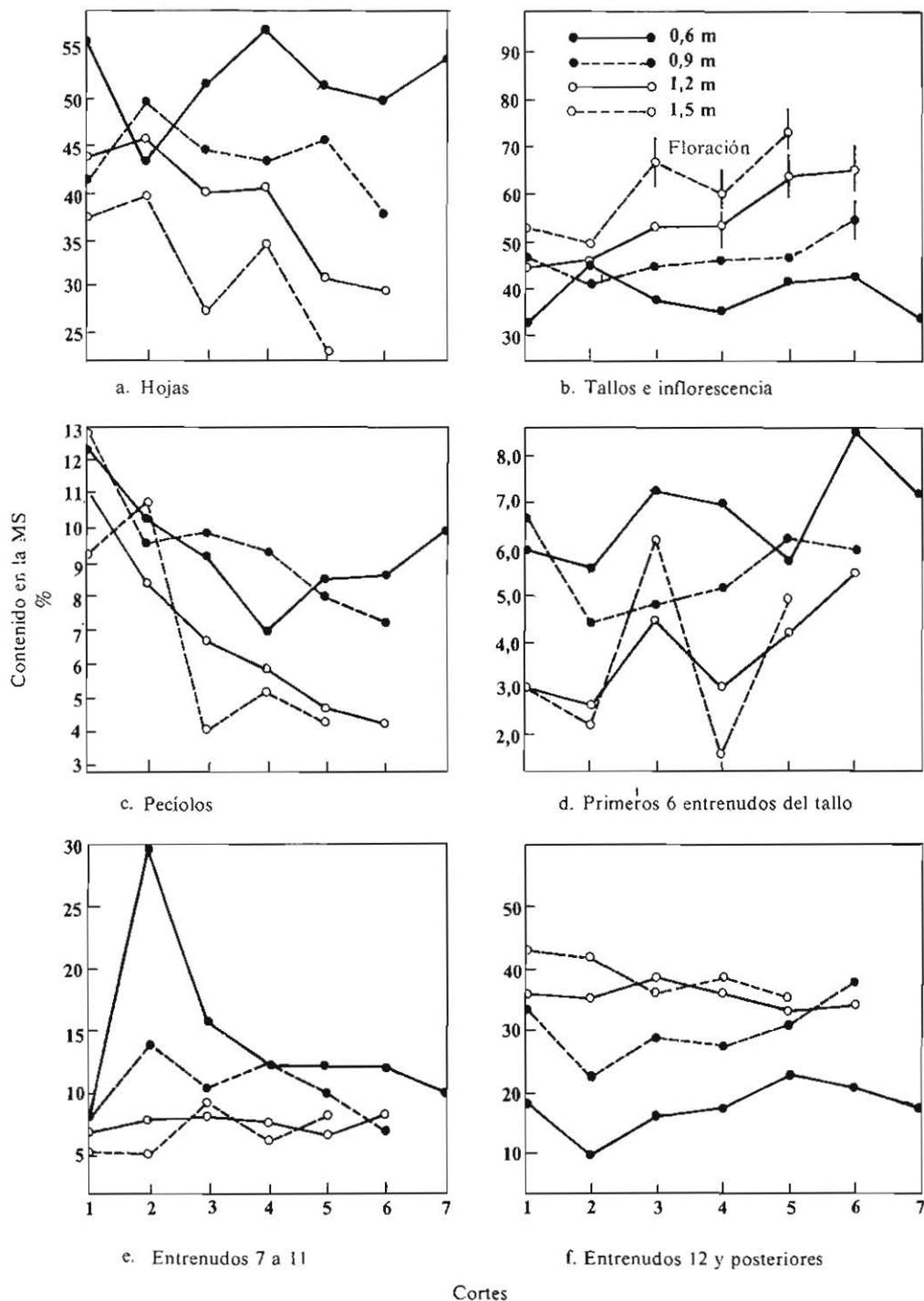


Figura 11. Porcentajes del total de la MS formados por diferentes fracciones de la planta de *Desmodium distortum* en diversos cortes.

Cuadro 13. Cambios de peso estacionales y anuales de novillos pastoreando la sabana tropical en Carimagua (noviembre 1974 a noviembre 1975).

| Manejo de praderas | Epoca seca |             | Epoca de lluvia |             | Año     |             |
|--------------------|------------|-------------|-----------------|-------------|---------|-------------|
|                    | (g día)    | (kg animal) | (g día)         | (kg animal) | (g día) | (kg animal) |
| Una quema total    |            |             |                 |             |         |             |
| 0,20 novillos ha   | 143        | 16          | 219             | 55          | 196     | 71          |
| 0,35 novillos ha   | -80        | -9          | 295             | 74          | 179     | 65          |
| 0,50 novillos ha   | -170       | -19         | 143             | 36          | 46      | 17          |
| Quema en secuencia |            |             |                 |             |         |             |
| 0,20 novillos ha   | -134       | -15         | 319             | 80          | 179     | 65          |
| 0,35 novillos ha   | -214       | -24         | 347             | 87          | 174     | 63          |
| 0,50 novillos ha   | -313       | -35         | 231             | 58          | 63      | 23          |

secuencia desapareció completamente este año. La Figura 12 muestra los cambios en la disponibilidad de forraje que operan con la quema de la sabana tropical y el crecimiento posterior afectado por la carga animal. Las diferencias iniciales van disminuyendo al transcurrir el año. La cantidad de forraje disponible permanece a un nivel muy bajo durante toda la época seca (noviembre a marzo), como se puede observar en la Figura 13. También, se observa que, en todas las cargas, la disponibilidad de forraje disminuye después de la primera quema, y en adelante se mantiene constante, excepto en la carga más alta, en la cual la disponibilidad disminuye considerablemente.

Este año se inició la medición de la productividad de las especies: *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa*, *Paspalum plicatulum*, la mezcla de *P. plicatulum* e *Indigofera hirsuta* y se incluyó, *Melinis minutiflora* con el propósito de hacer una comparación. Las cuatro gramíneas parecen ser las mejor adaptadas a la zona, siendo el *P. plicatulum* la única que es nativa. Se incluyó la leguminosa *I. hirsuta* por ser nativa de los Llanos de Venezuela y por tener muchas posibilidades de utilización en la zona de Barinas, en Venezuela. La semilla fue inicialmente obtenida de Barinas y multiplicada luego en Palmira.

En el Cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos. Las parcelas de *M. minutiflora* no se pastorearon en la época seca pues ya se sabe que esta práctica produce pérdidas de peso en el ganado (Cuadro 15). La pradera plantada con mezcla de *P. plicatulum* e *I. hirsuta* no estuvo suficientemente establecida para recibir animales en la época seca.

Se observa que las tres gramíneas *H. rufa*, *M. minutiflora* y *P. plicatulum* tienen una productividad similar, ofreciendo tres posibilidades de gramíneas de baja productividad adaptadas a los suelos álicos. El *P. plicatulum* ha demostrado ser muy susceptible a enfermedades y plagas; además del insecto barrenador del tallo y del ataque de *Helminthosporium* que se constató en el año anterior, en este año fue atacado por un insecto denominado "falso medidor" que consumió todo el forraje; por esta razón, fue necesario descansar la pradera por 46 días. El ataque del "falso medidor" se extendió al *M. minutiflora* pero no atacó a *H. rufa* o *B. decumbens*. El pasto *Brachiaria decumbens* produjo considerablemente más que los otros tres pastos. El aumento de peso en la época seca debe ser interpretado con cautela, ya que durante esa época había una población estimada en menos del 10 por ciento de *Stylosanthes guyanensis* sobrante de la siembra conjunta que se hiciera

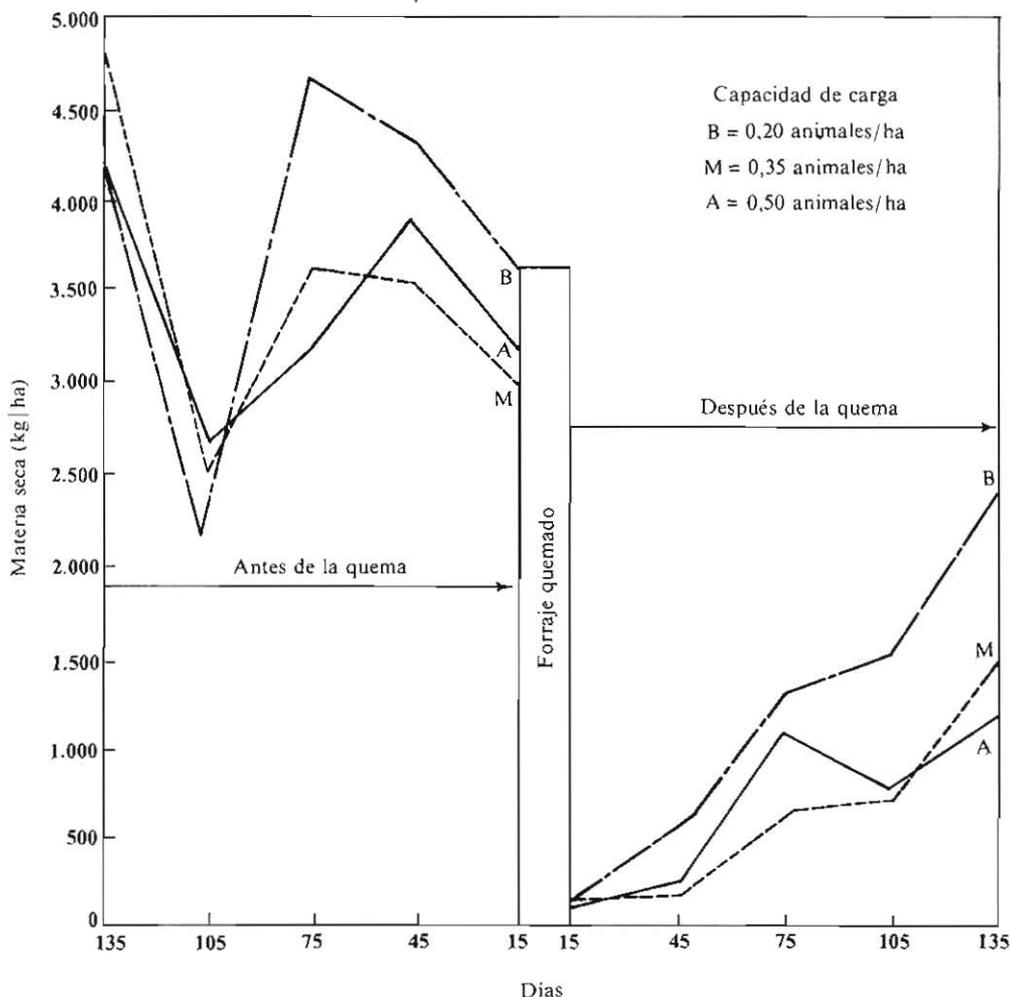


Figura 12. Disponibilidad de forraje en la sabana nativa antes y después de la quema.

anteriormente. El *S. guyanensis* desapareció totalmente hacia el fin de la época seca, por efecto del insecto barrenador del tallo y la excesiva agresividad de la gramínea.

El *Brachiaria decumbens* ofrece muchas posibilidades como productor de forraje de mejor calidad que las otras gramíneas. Se hicieron dos observaciones: la primera fue la muerte de 12 novillos durante los primeros días de pastoreo de *B. decumbens* en la época lluviosa. Los síntomas de intoxicación fueron hinchazón en las

orejas y en la base de los cuernos, la cual se extendió al resto del cuerpo, muriendo los animales dentro de las 24 horas siguientes a la aparición de los síntomas. Dentro del grupo, los animales más jóvenes, recién destetados, fueron los afectados. El problema desapareció al pastorear intensivamente la pradera con bastantes novillos. La segunda observación se relaciona con el amarillamiento del *B. decumbens* conforme adelanta la época de lluvia, dando la impresión de que se trataba de una deficiencia de nitrógeno. Sin embargo, no se obtuvo respuesta

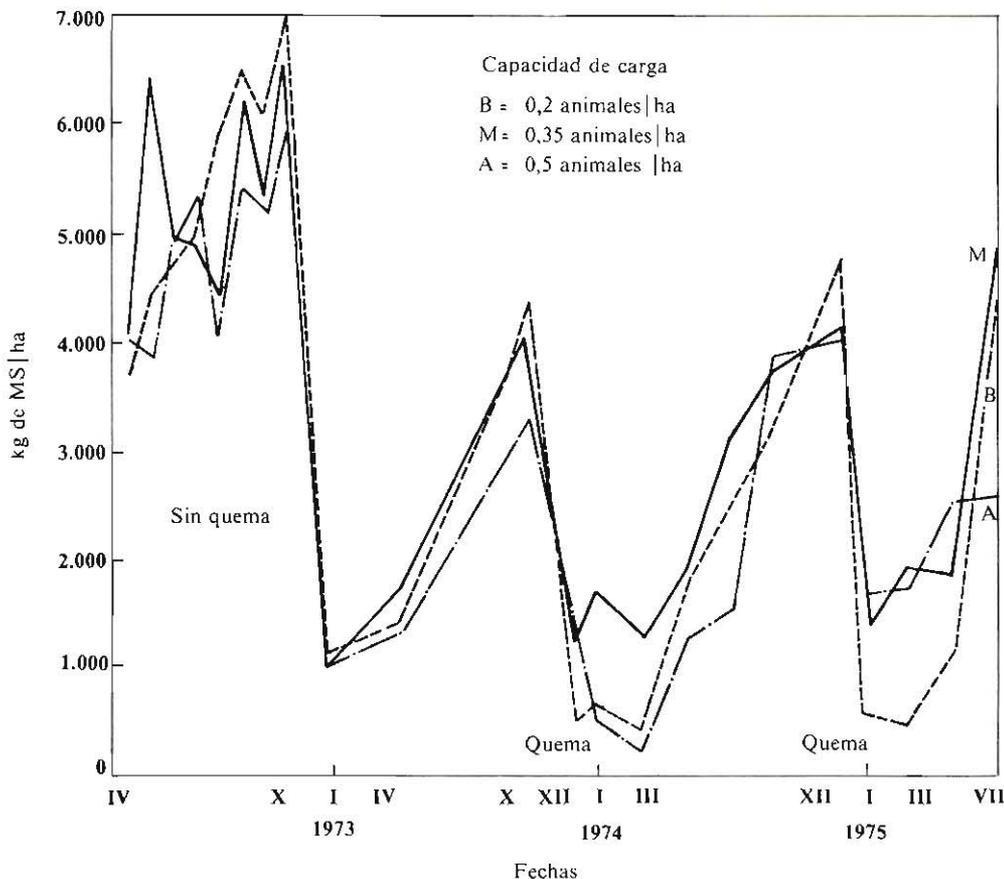


Figura 13. Disponibilidad de forraje en una sabana nativa sometida a pastoreo continuo con una quema anual de toda el área y bajo tres cargas animales.

aparente a la aplicación de urea. Además, se debe anotar que la carga animal utilizada este año en *B. decumbens* fue muy baja en la primera parte de la época de lluvia.

Procedentes de otras áreas de Venezuela, sin incluir al Estado de Barinas, se habían recibido informes indicando que los animales no consumen *I. hirsuta*. Los resultados obtenidos en Carimagua confirman esta información. Los animales consumieron totalmente las gramíneas (*P. plicatulum*) sin que haya indicación de consumo de la leguminosa.

El experimento sobre manejo de *M. minutiflora* se repitió este año en las

mismas praderas y con el mismo diseño. Durante todo el año las praderas se sometieron a tres tratamientos: a) pastoreo continuo, todo el año y sin suplementos; b) el mismo pastoreo pero los animales recibieron suplemento de urea + melaza en la época seca (80 g de urea + 400 g de melaza/día/animal); c) se pastoreó la pradera solamente en la época de lluvia dejando descansar la pradera en verano y los animales no recibieron suplemento. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 15. Se observó que las pérdidas de peso de los animales no suplementados en la época seca fueron menores en este año que en el año anterior: -500 contra -300 gramos. Posiblemente, por esta razón, en este año no se produjo la ganancia

Cuadro 14. Productividad animal con varias especies forrajeras adaptadas a suelos álicos en Carimagua (noviembre 1974 a noviembre 1975).

| Especies forrajeras<br>y carga animal             | Epoca seca |             | Epoca de lluvia |             |
|---|------------|-------------|-----------------|-------------|
|   | (g día)    | (kg animal) | (g día)         | (kg animal) |
| <i>Brachiria decumbens*</i>                       |            |             |                 |             |
| 0,5 novillos   ha                                 | 141        | 16          |                 |             |
| 0,9 novillos   ha                                 |            |             | 406             | 102         |
| 1,3 novillos   ha                                 |            |             | 473             | 119         |
| 1,7 novillos   ha                                 |            |             | 313             | 79          |
| <i>Hyparhenia rufa</i>                            |            |             |                 |             |
| 0,5 novillos   ha                                 | -383       | -43         |                 |             |
| 0,7 novillos   ha                                 |            |             | 172             | 43          |
| 1,0 novillos   ha                                 |            |             | 148             | 37          |
| 1,4 novillos   ha                                 |            |             | 77              | 19          |
| <i>Melinis minutiflora</i>                        |            |             |                 |             |
| 0,7 novillos   ha                                 |            |             | 287             | 72          |
| 1,0 novillos   ha                                 |            |             | 204             | 51          |
| 1,4 novillos   ha                                 |            |             | 160             | 40          |
| <i>Paspalum plicatum**</i>                        |            |             |                 |             |
| 0,5 novillos   ha                                 | -494       | -56         |                 |             |
| 0,7 novillos   ha                                 |            |             | 260             | 66          |
| 1,0 novillos   ha                                 |            |             | 133             | 34          |
| 1,4 novillos   ha                                 |            |             | 155             | 39          |
| <i>Indigofera hirsuta +<br/>Paspalum plicatum</i> |            |             |                 |             |
| 0,9 novillos   ha                                 |            |             | -164            | -41         |
| 1,3 novillos   ha                                 |            |             | 66              | 17          |
| 1,7 novillos   ha                                 |            |             | -138            | -35         |

\* Los aumentos de peso en la estación seca pueden ser positivamente afectados por las bajas poblaciones de *Stylosanthes* que permanecen en la pradera como residuos de siembras anteriores. Al iniciarse la época lluviosa estas pocas plantas de *Stylosanthes* habían desaparecido.

\*\* Durante la época de lluvia los animales fueron retirados de estas praderas por 46 días debido a un severo ataque del gusano "falso medidor" que agotó el forraje disponible.

compensatoria que se obtuvo en el año anterior.

Los aumentos de peso en todos los tratamientos y en todas las praderas fueron, en este año, menores que en años anteriores, posiblemente debido a la prolongación de la sequía hasta mayo, luego de unas lluvias tempranas en marzo.

Se ha establecido un experimento para determinar el efecto de la suplementación

con urea y harina de yuca en la época seca, en animales que pastorean la sabana nativa. Como observación preliminar para la realización de este experimento se compararon cuatro tratamientos durante la época seca: 400 g de melaza + 80 g de urea | animal | día; 400 g de melaza | animal | día; 30 g de urea | animal | día y ningún suplemento (testigo). Todos los animales recibieron sal y fosfato dicálcico a voluntad. Los resultados obtenidos se presentan en la

Cuadro 15. Cambios de peso de novillos pastoreando *Melinis minutiflora* sometido a tres sistemas de manejo.

|  | Época seca |             | Época de lluvia |             | Año<br>(kg animal) |
|--|------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|
|  | (g día)    | (kg animal) | (g día)         | (kg animal) |                    |
| Pastoreo todo el año                     |            |             |                 |             |                    |
| 0,44 novillos ha                         | -210       | -24         | 437             | 110         | 86                 |
| 0,88 novillos ha                         | -358       | -40         | 372             | 93          | 53                 |
| Pastoreo todo el año<br>+ urea + melaza  |            |             |                 |             |                    |
| 0,44 novillos ha                         | - 10       | - 1         | 457             | 115         | 114                |
| 0,88 novillos ha                         | 27         | 3           | 416             | 104         | 107                |
| Pastoreo solamente en<br>época de lluvia |            |             |                 |             |                    |
| 0,44 novillos ha                         | -          | -           | 529             | 104         | -                  |
| 0,88 novillos ha                         | -          | -           | 377             | 74          | -                  |
| 1,30 novillos ha                         | -          | -           | 243             | 48          | -                  |

Figura 14. La suplementación se prolongó hasta mayo; sin embargo, se observa que después de marzo se obtuvieron aumentos de peso, posiblemente porque las dos o tres lluvias de marzo fueron suficientes para estimular el crecimiento del pasto. Se observó que la ganancia de peso fue igual de marzo a mayo en todos los tratamientos excepto en el de urea sola. De noviembre a marzo todos los animales perdieron peso siendo las pérdidas en los animales no suplementados significativamente mayores que en los animales suplementados con urea + melaza. Los animales alimentados con melaza sola y urea sola tuvieron una pérdida intermedia. El efecto obtenido con melaza sola es interesante ya que parece confirmar la hipótesis de que una pequeña cantidad de carbohidratos fácilmente metabolizables facilita la utilización del nitrógeno no proteínico que contiene la saliva normal de los animales. Hasta agosto, los animales no suplementados habían logrado recuperar el 50 por ciento de la diferencia de peso registrada al finalizar la época seca. La respuesta del grupo de urea sola, posterior a marzo, no es fácilmente explicable y requiere verificación.

seca, animales que pastorean la sabana nativa con torta de soya suministrada diariamente o en su totalidad un día a la semana. El Cuadro 16 presenta los resultados obtenidos.

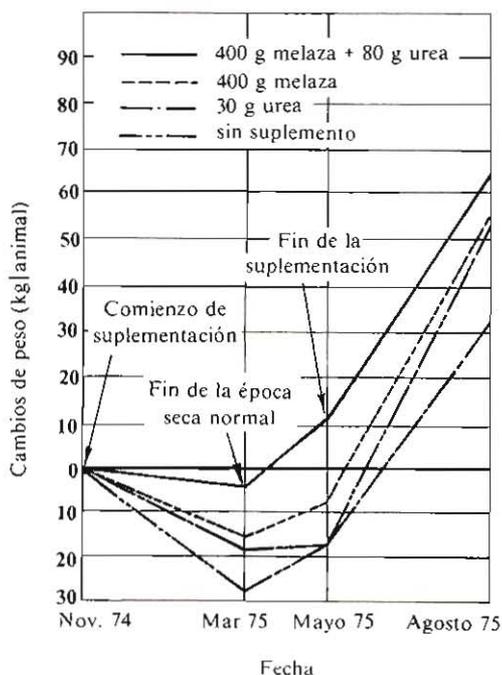


Figura 14. Cambios de peso de novillos suplementados y no suplementados en la época seca en la sabana nativa de Carimagua.

En un ensayo preliminar se estudió el efecto de suplementar, durante la época

Cuadro 16. Aumento de peso en novillos suplementados con torta de soya pastoreando la sabana nativa de Carimagua durante la época seca\*.

|                           | Peso inicial (kg) | Aumento de peso (g día animal) | Significativo al nivel del 5% |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Suplemento: torta de soya |                   |                                |                               |
| 70 g diarios animal       | 131               | 119                            | a                             |
| 490 g cada 7 días animal  | 131               | 93                             | a                             |
| 280 g diarios animal      | 131               | 200                            | b                             |
| 1960 g cada 7 días animal | 126               | 262                            | b                             |

\* La suplementación comenzó en febrero y terminó en mayo de 1975. El aumento de peso se refiere a este periodo

La práctica de suplementar con proteína cada día resulta muy inconveniente en el manejo del hato. La posibilidad de ofrecer el suplemento, una vez por semana, con igual resultado, significa un ahorro considerable de esfuerzo para el ganadero, además de que evita el consumo preferencial por parte de los animales dominantes, lo cual es inevitable y muy perjudicial en la suplementación diaria. La ventaja de los

grupos suplementados con el nivel superior de torta de soya no es sorprendente en praderas que, como éstas, contienen de 2 a 3 por ciento de proteína en la época seca.

### Consumo y digestibilidad de los forrajes

Como parte del esfuerzo para determinar el valor nutritivo de especies forrajeras tropicales se hizo una serie de

Cuadro 17. Digestibilidad y consumo de algunas especies forrajeras tropicales.

|                                | Cantidad de forraje ofrecido (g MS kg PM*) | Materia seca      |                          | Digestibilidad de la MS (%) |
|--------------------------------|--|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                                |  | Consumo (g kg PM) | Digestibilidad (g kg PM) |                             |
| <i>Stylosanthes guyanensis</i> |  |                   |                          |                             |
| Rebrote de 3 meses             | 100  | 63                | 41                       | 65                          |
| Rebrote de 5 meses             | 100  | 69                | 43                       | 62                          |
| Rebrote de 6 meses             | 100  | 67                | 43                       | 64                          |
| Rebrote de 8 meses             | 100  | 60                | 35                       | 58                          |
| Centrosema (maduro)            | 100  | 79                | 36                       | 46                          |
| Elefift (floración temprana)   | 120  | 57                | 35                       | 61                          |
| <i>Hemarthria</i>              |  |                   |                          |                             |
| (6 meses de crecimiento)       | 96   | 57                | 38                       | 66                          |
|                                | 144  | 62                | 41                       | 67                          |
| Pasto gordura                  |  |                   |                          |                             |
| (en la época seca)             | 100  | 38                | 16                       | 41                          |
| Pradera natural (época seca) + |  |                   |                          |                             |
| minerales                      | 89   | 46                | 15                       | 32                          |
| minerales + melaza + urea      | 89   | 61                | 26                       | 39                          |
| minerales + torta de algodón   | 89   | 56                | 30                       | 44                          |

\* PM = Peso metabólico.

pruebas con algunas de las especies más importantes empleando ovinos machos de raza africana. En el Cuadro 17 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Muy importante para los objetivos del programa es el hecho de que el valor nutritivo de la especie *Stylosanthes guyanensis* es alto, tanto en lo que se refiere a la digestibilidad como al consumo, incluso, en plantas tan maduras como las que tenían ocho meses de crecimiento. El valor nutritivo de la pradera natural es extremadamente bajo en la época seca y aumenta considerablemente con la suplementación de nitrógeno, tanto en forma de urea como de torta de algodón.

Estos resultados explican la respuesta obtenida en el experimento de suplementación de novillos en la pradera natural con melaza y urea como un incremento en el consumo y la digestibilidad del forraje. El incremento en digestibilidad y consumo del forraje, cuando el pasto gordura se suplementa con *Stylosanthes*, indica una vez más, la importancia potencial que tiene *Stylosanthes* para mejorar la alimentación de los animales en la época seca.

## SALUD ANIMAL

Desde el comienzo de sus actividades el objetivo del equipo de salud animal del CIAT ha sido el de contribuir al desarrollo de programas de medicina preventiva que tengan un costo reducido. Tales programas han de ser aplicables a la producción de ganado de carne en las tierras bajas tropicales de América Latina. En términos más específicos los objetivos se pueden expresar como la definición de la gama de las enfermedades y determinación de su prevalencia en áreas específicas, el impacto económico que causan estas enfermedades, la medición de la relación costo|beneficio de las medidas de control y la identificación de las enfermedades de mayor prevalencia en las cuales se requiere más investigación para lograr su control.

El equipo de trabajo incluye varias unidades: microbiología, patología animal, hemoparasitología, ectoparasitología y estudios sobre la fauna silvestre. El personal para la ejecución de los programas se provee por intermedio del presupuesto básico del CIAT y de dos proyectos especiales: a) para hemoparasitología, de la Universidad de Texas A&M en cooperación con la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID), y b) para acarología, del Ministry of Overseas Development (ODM) del Reino Unido.

En Colombia, los principales colaboradores han sido el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Caja de Crédito Agrario Industrial y Minero (Caja Agraria) y el International Center for Medical Research (ICMR).

En los últimos tres años, la estrategia utilizada se basó en estudios efectuados en los mataderos para posteriormente, visitar las fincas de origen del ganado con problemas patológicos. Posteriormente, se planeó una encuesta en los Llanos Orientales de Colombia para determinar la prevalencia de las enfermedades consideradas como de importancia y ahora relacionarlas con el manejo y ecología de las fincas visitadas. En Paraguay y también en las áreas colombianas de la Costa Atlántica, Valle del Cauca y Caquetá, se promovieron trabajos similares como parte de los esfuerzos del programa de adiestramiento del CIAT. También se atendió una solicitud de asistencia, de Campo Grande, Brasil, para la realización de una encuesta similar. Durante este año, se comenzó a hacer una relación entre los conocimientos acumulados sobre la prevalencia de enfermedades con el impacto económico que ellos pudieran tener sobre las fincas ganaderas y se inició el esbozo de metodología para el análisis de costo|beneficio de las medidas de control. Se continuó con las investigaciones de apoyo para mejorar la eficiencia de los

estudios de prevalencia, clarificar el cuadro epidemiológico y diseñar alternativas de control. El presente informe discutirá el progreso logrado en todas estas áreas.

Paralelamente con el avance logrado en estos enfoques dirigidos hacia el conocimiento del impacto económico en la patología animal, se aumentó el número de trabajos de investigación como material de tesis profesionales realizadas por becarios e internos posgraduados. En particular, se estableció un vínculo de cooperación con el programa de adiestramiento del Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO) en Buenos Aires. Se organizaron dos simposios internacionales: uno sobre hemoparásitos y otro sobre ectoparásitos, los cuales congregaron delegados de Australia, Africa, Europa y Norte América como también de 11 países de América Latina. Estos simposios ayudaron a clarificar los problemas comunes que existen en estos dos campos de estudio, dieron indicación de las necesidades de investigación y definieron cuál podría ser la contribución que el equipo de salud animal del CIAT podría dar a la solución de estos problemas.

## Estudios sobre la prevalencia de las enfermedades

### Caracterización de las granjas bajo estudio

Se diseñó un cuestionario preliminar con la ayuda de la unidad de economía agrícola del Programa de Ganado de Carne y con este documento se reunió información visitando 37 fincas en los Llanos Orientales de Colombia. Todas estas fincas habían recibido préstamos de la Caja Agraria. A pesar de las limitaciones obvias que impone una visita única, surgió un esquema más completo que se habrá de utilizar en futuras investigaciones.

Estas fincas ocupan una amplia franja de tierra que se extiende desde el Pie de Monte, en el oeste, hasta casi el límite con

Venezuela, en el este y por el norte hasta el río Meta. Inicialmente, las fincas se dividieron en cinco grupos: cuatro en el Departamento del Meta y uno que representa parte del Meta y algunas fincas al este de la Comisaría del Vichada. Aunque existen algunas diferencias en el manejo, particularmente entre las ganaderías de Pie de Monte y las de otras regiones, las 37 fincas se consideraron juntas para efectos de este estudio.

Las fincas tienen en promedio una superficie de 3.952 hectáreas (entre 173 y 28.000), con un promedio de 594 cabezas de ganado (entre 125 y 1.480). La densidad de carga animal global es de 1 animal por 6,4 hectáreas. Todas las fincas, excepto dos, tienen alguna extensión dedicada a gramíneas introducidas. Las gramíneas más comunes que se observaron son: pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*), en 23 ganaderías; pasto gordura (*Melinis minutiflora*), en 23 ganaderías; y *Brachiaria* spp., en 19 fincas. Se confirmó que en 31 de las ganaderías se suministraba minerales al ganado.

Sólo en 16 fincas se intenta la numeración de su ganado y solamente en 14 se trata de dividir los hatos por edad y sexo. La edad del destete más temprana fue de ocho meses (11 fincas).

La tasa de nacimientos promedió 50,7 por ciento (entre 29 y 75,7 por ciento) la mortalidad de terneros promedió 7,8 por ciento (entre 0 y 60 por ciento) y la mortalidad de adultos promedió 2,2 por ciento (entre 0 y 6 por ciento). Las enfermedades que los propietarios consideraron como las más importantes, se incluyen en el Cuadro 18. La enfermedad denominada "secadera" se evidencia como la más limitante, pero la definición de sus síntomas aún no está clara. Los ganaderos describen esta afección como la pérdida súbita de condición en los animales, aparentemente afectados por un conjunto de factores adversos producidos por la

**Cuadro 18. Problemas más importantes de salud del ganado, sobre los cuales dieron información 37 ganaderos en los Llanos Orientales de Colombia.**

| Enfermedad                      | No. de fincas | Porcentaje |
|---------------------------------|---------------|------------|
| Secadera (huequera)             | 13            | 35         |
| Pierna negra                    | 7             | 19         |
| Enfermedades de la reproducción | 7             | 19         |
| Diarrea en los terneros         | 4             | 10         |
| Fiebre aftosa                   | 3             | 8          |
| Colibacilosis                   | 1             | 3          |
| Dermatitis                      | 1             | 3          |
| Mastitis                        | 1             | 3          |
| <b>Total</b>                    | <b>37</b>     | <b>100</b> |

nutrición deficiente y por alguna enfermedad. Una condición similar que se presenta en algunas regiones de la Costa Atlántica de Colombia se denomina "huequera". La enfermedad denominada "pierna negra" también debe ser más claramente definida. Se pueden presentar dificultades para hacer una distinción entre pierna negra y septicemia hemorrágica (pasteurellosis bovina) y con la mordedura de serpientes venenosas. Aunque las garrapatas no fueron mencionadas específicamente como un problema, en 33 de las fincas se baña al ganado, en promedio, cada 29 días (varía entre 8 y 180 días).

Las prácticas de vacunación más frecuentes (por número de fincas) son: fiebre aftosa (32), pierna negra (31), salmonelosis (peste boba) (28) y brucelosis (9). El número promedio de vacunaciones[animal/año fue de 4,27 (entre 0 y 6). Los costos de las medidas de control promediaron Col.\$91,00 anuales por animal.

Se obtuvo una serie de conclusiones con base en las observaciones hechas: a) mediante un mejor manejo de los recursos existentes, en combinación con la aplicación de programas efectivos de medicina preventiva, se elevaría el nivel de la productividad; b) el alto porcentaje de ausentismo por parte de los propietarios de las fincas, debido quizás a la falta de esparcimiento y vida social que existen en el medio rural y la poca motivación que tienen tales propietarios por permanecer en sus fincas, son factores que limitan la productividad de las mismas.

#### **Enfermedades de la reproducción**

**Brucelosis.** El resumen de los resultados se presenta en el Cuadro 19; tales resultados son similares a los publicados en años recientes por el ICA en relación con las mismas áreas. El hecho de que la prevalencia de la brucelosis es baja en las fincas estudiadas hace que no constituya un peligro grave, por lo cual no se han proyectado nuevas investigaciones en este

**Cuadro 19. Prevalencia de la brucelosis bovina en algunas regiones de Colombia y Brasil (1974-1975).**

| Región            | Fincas muestreadas | Sueros examinados* | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Colombia</b>   |                    |                    |                   |                 |
| Llanos Orientales | 48                 | 4.844              | 100               | 2,1             |
| Caqueta           | 30                 | 487                | 6                 | 1,2             |
| Costa Atlántica   | 38                 | 5.233              | 344               | 6,6             |
| Valle del Cauca   | 24                 | 1.183              | 41                | 3,5             |
| <b>Brasil</b>     |                    |                    |                   |                 |
| Mato Grosso       | 62                 | 615                | 8                 | 1,3             |

\* Utilizando las pruebas de aglutinación (placa y tubo) y mercaptoetanol

Cuadro 20. Prevalencia de la rinotraqueitis bovina infecciosa | vaginitis pustular (RBI | VP) del ganado en algunas regiones de Colombia (1974-1975)

| Región            | Fincas muestreadas | Sueros examinados* | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Llanos Orientales | 48                 | 3.555              | 692               | 19,5            |
| Caqueta           | 30                 | 472                | 114               | 24,5            |
| Costa Atlántica   | 30                 | 1.640              | 231               | 14,1            |
| Valle del Cauca   | 25                 | 929                | 7                 | 0,75            |

\* Utilizando la prueba indirecta de hemoaglutinación

campo. En Mato Grosso, Brasil, se encontró una tasa de prevalencia similar.

**Rinotraqueitis bovina infecciosa | vaginitis pustular (RBI | VP).** Esta enfermedad viral que causa infecciones respiratorias o genitales, es reconocida en la actualidad como un problema ampliamente extendido en las ganaderías de Colombia dedicadas a la producción de carne. El resumen de los resultados obtenidos se presenta en el Cuadro 20; su importancia se está evaluando. No existe una explicación clara para su baja prevalencia en el norte del Valle del Cauca.

**Leptospirosis.** Los datos sobre la prevalencia de la leptospirosis se presentan en el Cuadro 21 y claramente muestran que este grupo de infecciones está muy extendido en el ganado de carne de las áreas tropicales de Colombia. El Cuadro 22 incluye datos sobre la prevalencia de los serotipos que, en otras partes del mundo producen casos clínicos de la enfermedad. Existen evidencias de Australia, Nueva

Zelandia, América del Norte e Italia, que indican la prevalencia creciente de *Leptospira hardjo*, la cual está reemplazando a *Leptospira pomona*, como el serotipo más común que afecta al ganado. Los informes de Australia indican una tasa de aborto de 5 a 10 por ciento y una alta prevalencia de casos leves de mastitis con esta enfermedad. Se están haciendo evaluaciones similares para las condiciones tropicales de América del Sur.

#### Enfermedades producidas por hemoparásitos

**Anaplasmosis.** Los resultados de los estudios de campo para determinar la prevalencia de la anaplasmosis, se presentan en el Cuadro 23. La conclusión sobresaliente es que solamente después de inmunizar el ganado susceptible, se puede intentar su introducción en cualquiera de las áreas estudiadas, en las tierras bajas tropicales de Colombia. Sin embargo, los niveles del número de animales de reacción positiva, en las fincas ganaderas de los Llanos Orientales, indicaron diferentes grados de condición endémica, es decir

Cuadro 21. Prevalencia de la leptospirosis en algunas regiones de Colombia (1974-1975)\*.

| Región            | Fincas muestreadas | Sueros examinados** | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| Llanos Orientales | 44                 | 1.307               | 830               | 63,5            |
| Costa Atlántica   | 8                  | 183                 | 163               | 89,1            |
| Valle del Cauca   | 7                  | 131                 | 106               | 80,9            |

\* Los análisis serológicos se hicieron con el Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO)

\*\* Utilizando la prueba de aglutinación en portaobjetos para 14 serotipos que se encuentran con frecuencia en el ganado

Cuadro 22. Prevalencia de los cinco serotipos de *Leptospira* más comunes que infectan el ganado en Colombia (1974-1975)\*.

| Región            | Animales muestreados | Serotipo (no. y porcentaje de reactivos)** |                |                |                |                |
|-------------------|----------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                   |                      | Hardjo                                     | Sejroe         | Wolfii         | Hebdomadis     | Tarassovi      |
| Llanos orientales | 1.307                | 575<br>(44,0%)                             | 644<br>(49,3%) | 497<br>(38,3%) | 269<br>(20,6%) | 289<br>(22,1%) |
| Costa Atlántica   | 183                  | 114<br>(62,6%)                             | 123<br>(67,2%) | 83<br>(45,4%)  | 82<br>(44,8%)  | 78<br>(42,6%)  |
| Valle del Cauca   | 131                  | 106<br>(80,9%)                             | 113<br>(86,3%) | 75<br>(57,3%)  | 75<br>(57,3%)  | 63<br>(48,1%)  |

\* Los análisis serológicos se realizaron en el Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO)

\*\* Utilizando la prueba de aglutinación en portaobjetos

distintos grados de peligro de contagio. El Valle del Cauca aparece como una región menos endémica que la Costa Atlántica o los Llanos Orientales, regiones en las cuales se presenta un factor que complica aún más la situación; es posible que un mismo ganadero pueda pastorear alternativamente su ganado en las partes endémicas, o sea, las más bajas en la época seca y luego en praderas montañosas, en la época húmeda donde no esté ocurriendo la transmisión de la enfermedad.

**Babesiosis.** Los resultados de los estudios de campo sobre la prevalencia de las dos especies de babesia que se conocen y que infectan al ganado, se presentan en los Cuadros 24 y 25. Igual que con la anaplasmosis, el ganado susceptible debe ser inmunizado antes de introducirlo a cualquiera de las áreas estudiadas en las tierras bajas tropicales de Colombia. Sin embargo las diferencias que existen en la prevalencia de babesiosis entre fincas de los Llanos Orientales indican que, en

algunos hatos, puede existir un número suficiente de animales adultos susceptibles que causarían alta mortalidad si se trasladaran a las áreas más endémicas.

### Ectoparásitos

**Garrapatas.** Se recolectaron e identificaron las garrapatas que infestan al ganado en 37 fincas en los Llanos Orientales de Colombia. En cada finca se identificaron y cuantificaron garrapatas de la especie *Boophilus microplus* y se encontró que su distribución es similar. En solo tres de las fincas se constató la presencia de las especies *Amblyomma cajennense*, *Amblyomma triste* y *Anocentor nitens*.

### Investigaciones de apoyo

#### Enfermedades de la reproducción

**Epidemiología de la leptospirosis.** La alta prevalencia de la leptospirosis que se

Cuadro 23. Prevalencia de la anaplasmosis bovina (*Anaplasma marginale*) en algunas regiones de Colombia (1974-1975).

| Región            | Fincas muestreadas | Sueros examinados* | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Llanos Orientales | 37                 | 3.034              | 2.262             | 75              |
| Costa Atlántica   | 4                  | 232                | 211               | 91              |
| Valle del Cauca   | 10                 | 873                | 538               | 62              |

\* Utilizando la prueba de fijación del complemento

Cuadro 24. Prevalencia de la babesiosis bovina (*Babesia argentina*) en algunas regiones de Colombia (1974-1975).

| Región            | Prueba* | Fincas muestreadas | Sueros examinados | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|---------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Llanos Orientales | IAF     | 37                 | 2.946             | 386               | 13              |
| Valle del Cauca   | FC      | 6                  | 403               | 247               | 61              |
|                   | IAF     | 3                  | 238               | 60                | 25              |

\* Utilizando la prueba de la fijación del complemento (FC) o la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (IAF)

registra en el ganado de carne, en todas las áreas tropicales que fueron muestreadas, requería de dos investigaciones iniciales. En primer lugar, es necesario confirmar los resultados serológicos mediante el cultivo de los organismos provenientes de ganado infectado; en segundo lugar, es necesario determinar si en las poblaciones de animales salvajes existen infecciones con el fin de estar en posición de sugerir medidas de control.

Se obtuvo permiso para sacrificar cuatro vacas, cuyos sueros sanguíneos presentaron reacción fuerte (1:800, 1:800, 1:1600, 1:1600) al serotipo de *Leptospira hardjo* y se intentó cultivar los organismos. Aunque no se logró obtener cultivos positivos de los órganos de ninguno de los animales sacrificados, los exámenes histopatológicos de todos los riñones mostraron nefritis crónica, compatible con la infección de leptospirosis.

Sin embargo, en esta misma finca, se hicieron tres aislamientos de *Leptospira* encontrados en *Proechymis* sp. (rata espinosa) y uno en *Caluromys philander*,

aislamientos que se están clasificando en la actualidad.

### Enfermedades producidas por hemoparásitos

**Desarrollo de técnicas de diagnóstico.** El simposio sobre hemoparásitos realizado en el CIAT en mayo confirmó la necesidad de diseñar pruebas simples para constatar, a nivel de finca, animales enfermos con anaplasmosis y babesiosis. Por lo tanto, se prestó atención especial a las pruebas de aglutinación en tarjeta, para diagnosticar las infecciones causadas por *Anaplasma marginale*, *Babesia argentina* y *Babesia bigemina* y a comparar todas las pruebas disponibles con respecto a su sensibilidad, especificidad, durabilidad de los anticuerpos, utilidad práctica y adaptabilidad para ser empleados en el campo y laboratorio.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA), proporcionó los materiales necesarios para comparar, bajo las condiciones de Colombia, sus pruebas de aglutinación en tarjeta (AT) que

Cuadro 25. Prevalencia de babesiosis bovina (*Babesia bigemina*) en algunas regiones de Colombia (1974-1975).

| Región            | Prueba* | Fincas muestreadas | Sueros examinados | Pruebas positivas | Prevalencia (%) |
|-------------------|---------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Llanos Orientales | IAF     | 37                 | 2.946             | 1.817             | 62              |
| Costa Atlántica   | FC      | 4                  | 227               | 175               | 77              |
| Valle del Cauca   | FC      | 7                  | 635               | 420               | 66              |
|                   | IAF     | 3                  | 238               | 137               | 58              |

\* Utilizando la prueba de la fijación del complemento (FC) o la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (IAF)

diagnostican *Anaplasma marginale*. Esta prueba se comparó con la FC que utilizan los investigadores de la Universidad de Texas A&M que trabajan en el CIAT. Se examinaron 342 muestras de suero, provenientes de nueve reses susceptibles, introducidas a la región de la Costa Atlántica de Colombia, lo cual permitió hacer una comparación de las pruebas antes y después de la infección natural. La AT mostró una reacción de aglutinación positiva varios días después de la reacción de la FC y la reacción positiva persistió. En contraste, la reacción de la FC fluctuó entre una titulación apenas perceptible (que normalmente se registra como negativa) y 1:80.

En el diagnóstico de rutina de la anaplasmosis, la AT fue superior en exactitud y simplicidad a la FC y además se puede utilizar en el campo. Probablemente, la FC es útil solamente en el diagnóstico de la anaplasmosis con base en un hato como unidad y en situaciones experimentales en las cuales es importante constatar un incremento inicial rápido en el título de fijación de complemento, después de la infección natural o artificial.

Un estudiante, en la investigación hecha en su trabajo de tesis, montó una prueba de aglutinación en tarjeta para constatar infecciones por *Babesia bigemina* (TB) y la comparó con la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (IAF) y la prueba de fijación de complemento (FC). Se dividió un antígeno de *Babesia bigemina* en 13 fracciones para comparar diferentes métodos de preservación. El mejor método de preservación se logró conservando el antígeno en ampollitas de vidrio selladas y a una temperatura de 40°C después de adicionarles penicilina y estreptomina, método que dio reacciones consistentes durante seis meses. Utilizando esta fracción del antígeno, se hizo la TB en el campo, en cuatro regiones de Colombia. Se dispone de datos sobre 300 muestras de plasma. En las muestras de las regiones endémicas conocidas, la IAF dio un 91 por

ciento de reacciones positivas, la TB 76 por ciento de positivas y la FC 57 por ciento de positivas. Todas las pruebas fueron negativas en las áreas en las cuales se tiene seguridad de que están libres de babesiosis. La TB tiene aplicación de campo para el diagnóstico rápido de infecciones de *B. bigemina* en un hato. Se está desarrollando una prueba similar para diagnosticar infecciones de *B. argentina*.

También, se compararon la IAF y la FC para diagnosticar infecciones en el ganado causadas por *B. argentina* y *B. bigemina*. Se tomaron 372 muestras de suero provenientes de nueve reses susceptibles, que fueron introducidas a la región de la Costa Atlántica de Colombia lo cual, nuevamente, permitió hacer una comparación de las pruebas antes y después de la infección natural. La IAF detectó anticuerpos de *B. argentina*, en promedio 4 semanas antes que la FC y de *B. bigemina* en promedio 2,5 semanas antes. Ambas pruebas pueden diferenciar las dos especies pero se encontraron algunas reacciones cruzadas. Las titulaciones de la IAF fueron relativamente más altas que las de FC las cuales ocasionalmente, dieron lecturas negativas. Aunque ambas son pruebas de laboratorio, la IAF tiene ventajas importantes sobre la FC por su simplicidad, economía y rapidez.

Un interno posgraduado estudió la posibilidad de mejorar la FC para constatar infecciones de *B. argentina* y *B. bigemina*. Demostró que en el plasma de terneros agudamente infectados y esplenectomizados, hay presencia de antígenos fijantes de complemento que se pueden utilizar satisfactoriamente en la FC. Su importancia radica en que el plasma se desecha en los procedimientos comunmente utilizados para preparar antígeno de *Babesia* spp.

**Desarrollo de procedimientos de inmunización contra la anaplasmosis y la babesiosis.** Con la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se está evaluando un método para inmunizar

al ganado contra anaplasmosis y babesiosis en el Valle del Cauca. El método usual de utilizar como vacuna el total de la sangre parasitada, sin medir las diluciones, da resultados que son demasiado variables para ser aplicadas en ganado valioso. En Australia, los métodos de medir las diluciones en el total de la sangre parasitada y de vacunar solamente contra *B. argentina* han tenido mucho éxito y aceptación. Sin embargo, en Australia, no se considera la anaplasmosis como un problema grave. En Colombia, *B. argentina* y *B. bigemina* son igualmente patogénicas bajo condiciones experimentales. El método desarrollado por la unidad de estudio de hemoparásitos del CIAT incluye el almacenamiento de los antígenos para *A. marginale* y ambas especies de *Babesia* spp., a bajas temperaturas y titulando los antígenos en grupos de bovinos; este procedimiento se sigue con el fin de calcular la dosis mínima infectiva que se requiere para inmunizar a los animales en el campo. Este año se corrigieron las técnicas de almacenamiento a bajas temperaturas; actualmente, todos los estabilizados se conservan en nitrógeno líquido. La vacuna utilizada contiene las diluciones apropiadas de cada uno de los tres organismos. En un ensayo de laboratorio se inocularon 14 terneros susceptibles sin presentarse la enfermedad y resistieron la infección por las cepas homólogas, hasta ocho semanas después.

Se están haciendo análisis económicos en las mismas fincas en las cuales se está evaluando la eficiencia de las técnicas de inmunización bajo condiciones comerciales. Con el tiempo, se deberá tomar una decisión acerca de si el sistema se puede emplear y extender a escala comercial.

**Tripanosomiasis (*Trypanosoma vivax*).** Se conoce la existencia en América Latina del tripanosoma africano, *Trypanosoma vivax*, por las referencias de tipo anecdótico originadas en todos los países que tienen costas en el Océano Atlántico, desde Panamá hasta Brasil. Se ha hecho poca investigación al respecto,

probablemente debido a la carencia de métodos adecuados de diagnóstico. Se desconoce el método de transmisión del tripanosoma. En 1972, un estudiante de la Universidad de Texas A&M, aspirante a la maestría, estableció en Colombia la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes y comprobó que la infección se presenta en los Llanos Orientales, Costa Atlántica y Valle del Cauca. Actualmente, un estudiante que aspira al doctorado, está ampliando los mencionados estudios epidemiológicos mediante el análisis de los brotes estacionales de la enfermedad, en cuatro fincas localizadas en el Valle del Cauca. Las pérdidas económicas incluyen una disminución severa en la producción de leche que se obtiene en una finca de ganado lechero y enflaquecimiento progresivo del ganado de carne, con mortalidad esporádica. Los síntomas son similares a los que se presentan en Africa en donde el ganado ha estado bajo la exposición ligera y ocasional del vector.

De no haberse realizado el trabajo de campo, no se habría podido comprobar la presencia de tres o cuatro brotes de la enfermedad. Todas estas consideraciones sugieren que la tripanosomiasis puede ser una enfermedad más prevalente de lo que se reconoce en la actualidad, en virtud de su confusión con otras enfermedades causadas por hemoparásitos.

#### **Enfermedades producidas por ectoparásitos**

Este fue el primer año del proyecto especial sobre ectoparásitos, financiado por el ODM del Reino Unido. Se hicieron estudios acerca de las garrapatas únicamente.

Este proyecto se estableció en virtud de los informes obtenidos sobre pérdidas ocurridas en la producción, debido a la infestación de garrapatas en el ganado que se presenta en otros países que tienen condiciones similares a las existentes en las regiones tropicales de América Latina. Las pérdidas son debidas a la reducción en las ganancias de peso por el efecto parasitario

directo de las garrapatas y también a que éstas son vectores importantes de organismos patógenos. Con base en cualquiera de estas dos causas de pérdidas en el ganado, se considera que existe razón económica suficiente para justificar su control.

Antes de que un gobierno nacional decida implementar una política de control de garrapatas, es necesario tener suficiente información sobre: a) las especies de garrapatas que actualmente existen y su distribución geográfica; b) su importancia en la transmisión de enfermedades; c) los ciclos de vida de las garrapatas, en diversos ambientes; d) la presencia o ausencia de garrapatas resistentes a los acaricidas. Los dos últimos factores son esenciales para decidir sobre las medidas de control más económicas.

Para llevar a cabo la labor de investigación se construyó un edificio totalmente aislado por fosos circundantes para hacer experimentos sobre transmisión de enfermedades por las garrapatas, y corrales con cerca doble y también con aislamiento para mantener en ellos a los animales bajo experimentación. Se mantuvieron colonias de líneas puras de garrapatas, de las especies más importantes que atacan al ganado bovino. Actualmente, la línea de *Boophilus microplus* se encuentra en su décima segunda generación y la de *Anocentor nitens* en su quinta generación. Se establecieron colonias de reproducción de *Didelphis marsupialis*\* y *Zygodontomys brevicauda* (rata de la caña), como dos de los hospederos en los cuales es posible cultivar los diferentes estados de desarrollo de las especies de garrapatas. Se amplió la lista de las especies de garrapatas y su distribución en Colombia (Informe Anual del CIAT, 1974). Con la colaboración del ICA, se ampliaron los estudios hechos en mamíferos domésticos y silvestres para incluir algunas aves. Un estudiante,

\* En Colombia: chucha común; en otros países de América Latina: zarigüeya, un mamífero didelfo o marsupial.

aspirante al doctorado, revisó la literatura y preparó un manual que incluye una lista de los hospederos conocidos y la distribución de 172 especies de garrapatas en América Latina.

La literatura científica no aclara en forma definitiva si *Boophilus microplus* tiene la capacidad de transmitir *Anaplasma marginale*; sin embargo hay evidencia de que la anaplasmosis es una de las enfermedades principales del ganado bovino en el trópico y de que la especie *Boophilus microplus* es común en las mismas regiones. Se establecieron ensayos de transmisión y actualmente está en proceso la tercera serie de pruebas.

Una tesis de doctorado titulada "La ecología en el huésped de especies de garrapatas de importancia económica en la industria ganadera de Colombia" incluyó los siguientes aspectos: el establecimiento de un grupo de reses en el campo para estudiar poblaciones de garrapatas; patrones de distribución de las garrapatas sobre el cuerpo del animal y la incidencia estacional de *Boophilus microplus*; la procreación de la misma especie de garrapata a los 3.000, 2.450, 1.800 y 1.000 metros de altitud con el fin de estudiar si hay oviposición y duración de la misma; productividad y longevidad de larvas; y la comparación de los datos meteorológicos y estudio de la actividad diurna de las larvas en la cubierta vegetal de las praderas para evaluar el efecto del microclima en la superficie del pasto.

Se continuaron los estudios sobre resistencia a los acaricidas con la colaboración de los Laboratorios Wellcome, Berkhamsted, Inglaterra. Se hicieron tres nuevos envíos de garrapatas a estos laboratorios.

En el simposio sobre ectoparásitos y su efecto económico sobre la industria ganadera en América Latina, realizado en agosto en el CIAT, se hizo evidente la necesidad de identificar los taxónomos de garrapatas que trabajan en América Latina y de estandarizar las claves taxonómicas.

Como consecuencia, en 1976, se llevará a cabo un simposio con asistencia limitada, en el cual se combinan aspectos de taxonomía y de metodología para determinar la distribución de las especies de garrapatas.

### Estudios con especies de fauna silvestre

Los Informes Anuales del CIAT de 1973 y 1974 incluyen listas de varias especies de mamíferos y sus parásitos, lo mismo que algunas de las infecciones que sufren estas especies, que se encuentran en la región de Carimagua en los Llanos Orientales de Colombia. El objetivo de esos estudios era determinar las condiciones en las cuales tales especies pueden ser patógenas al hombre o a los animales domésticos, particularmente al ganado bovino. Las condiciones más importantes encontradas fueron: infecciones causadas por *Trypanosoma cruzi* (enfermedad de Chagas, en el hombre), por *Trypanosoma evansi* y una especie desconocida de *Echinococcus* sp. A continuación se presenta un informe del progreso relacionado con este reconocimiento, con una variación en su orientación. El personal técnico fue asignado en mayor proporción a aquellas fincas seleccionadas para hacer en ellas un reconocimiento intensivo o bien para que desarrollara funciones relacionadas con la enseñanza. Por un período de un mes se prestó un técnico al proyecto del ICA-USDA que trabajaba en la erradicación de la fiebre aftosa, en el Departamento del Chocó, en Colombia.

**Echinococcus** sp. La infección se constató, por primera vez, en *Proechymis* sp., así como también en *Cuniculus paca* y *Dasyprocta fuliginosa*, dos especies de agouties. En el ICMR se continuaron los esfuerzos orientados hacia el establecimiento del ciclo completo de vida de este agente patógeno, a fin de lograr una identificación definitiva del mismo. Se enviaron a CEPANZO muestras de suero sanguíneo del personal radicado en

Carimagua no encontrándose reactores. Es necesario llegar a una conclusión definitiva en esta área de trabajo. Si se comprueba que esta especie es capaz de infectar al ganado, esto representaría una pérdida potencial importante en la producción ganadera. En Argentina por ejemplo, la infección causada por *Echinococcus* es una de las causas principales por la cual los mataderos rechazan animales.

**Infecciones producidas por *Trypanosoma cruzi*.** Se tomaron muestras de suero sanguíneo de personal que labora en Carimagua y se enviaron al Instituto Nacional de Diagnóstico de Investigación de la Enfermedad de Chagas, en Argentina. Las muestras de cinco empleados del ICA resultaron positivas. Estas personas fueron identificadas y sometidas a exámenes para determinar posibles irregularidades cardíacas y finalmente, se pusieron bajo tratamiento. El ICMR continúa verificando la presencia de mosquitos del tipo Reduviid que resulten infectados y que se encuentran en las cercanías de Carimagua. Este estudio puede resultar de gran utilidad para el mantenimiento de la salud humana en una comunidad aislada como en Carimagua.

**Infecciones producidas por *Trypanosoma evansi*.** Actualmente se mantienen almacenadas en Palmira, a bajas temperaturas, 13 cepas de esta especie proveniente de Carimagua. Dos provienen de caballos domésticos, tres de perros domésticos y ocho de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochoeris*). Un estudiante, en preparación de su tesis para obtener la maestría, está comparando la antigenicidad de las cepas provenientes de los tres hospederos para confirmar si se trata de tripanosomas de la misma especie.

### Impacto de las enfermedades a nivel de las fincas ganaderas

#### Enfermedades de la reproducción

Se escogieron 10 de las fincas estudiadas en los Llanos Orientales de Colombia para

hacer en ellas exámenes más detallados y continuos. El Cuadro 26 presenta las tasas de abortos durante un período de 12 meses. Estas son cifras mínimas puesto que se pueden presentar abortos al iniciarse la gestación, los cuales pueden pasar desapercibidos con facilidad.

Se siguieron estudiando las fincas A y B. La finca A presentó pocos reactores a la brucelosis (6|130), los cuales fueron sacrificados o trasladados a otro sitio. El número de reactores a la RBI también fue insignificante (4|110). Sin embargo, el número de reactores a la leptospirosis fue alto (29|66). Los toros presentaron reacciones negativas a la tricomoniasis y a la vibriosis. De manera similar, la finca B presentó bajo número de reactores a la brucelosis (2|93) y a la rinotraqueitis bovina infecciosa, RBI (3|74), pero un alto número de reactores a la leptospirosis (69|72). En la finca B tampoco se constataron animales infectados por los agentes causantes de la tricomoniasis o vibriosis. La prueba circunstancial es que la leptospirosis es el problema patológico principal de la reproducción en ambas fincas. Se continuarán haciendo obser-

vaciones y comparando datos a fin de avanzar en estos estudios.

Actualmente, los datos de campo obtenidos en el experimento sobre sistemas de hatos del ICA-CIAT en Carimagua, están suficientemente completos para determinar las tasas de natalidad y de aborto en cada uno de los hatos al haber eliminado la brucelosis del experimento, al no haber vibriosis y tricomoniasis, y con la baja prevalencia que existe de RBI y leptospirosis.

#### Enfermedades producidas por hemoparásitos (anaplasmosis, babesiosis)

Los datos sobre prevalencia de estas enfermedades indican que se presentaría alta mortalidad en el ganado susceptible al introducirlo en cualquiera de las áreas muestreadas.

Estudios hechos sobre infección en terneros de los cuatro hatos de ganado de carne muestreados en la región de la Costa Atlántica, mostraron que los 112 terneros estudiados fueron infectados con *A. marginale* y *B. bigemina*, por primera vez, en promedio, a las 11 semanas de edad. Los valores medios del nivel de hematocrito disminuyeron significativamente durante un período de dos semanas después de la infección, pero todos los terneros se recuperaron rápidamente. Las dos infecciones no implicaron impacto económico.

Sin embargo, la situación en el Valle del Cauca fue diferente. Los hatos se dedican a la producción de leche o de ganado de carne y en algunos casos, la operación es mixta. Los terneros se mantienen en sus primeros meses de vida en establos lo cual significa que su primera exposición a las praderas de la finca ocurre a los seis meses, o sea, en la edad en la que comienza a disminuir la inmunidad natural. Además algunos terneros pueden ser criados y levantados en lugares más altos en donde no ocurre la transmisión de la enfermedad. Ambas situaciones producen animales

Cuadro 26. Tasas de aborto observadas durante un período de 12 meses en hatos de ganado de carne en los Llanos Orientales de Colombia (Departamento del Meta).

| Finca | No. de hembras | No. de abortos | Porcentaje |
|-------|----------------|----------------|------------|
| A     | 180            | 14             | 7,7        |
| B     | 424            | 40             | 9,4        |
| C     | 350            | 25             | 7,1        |
| D     | 151            | 8              | 5,3        |
| E     | 126            | 4              | 3,1        |
| F     | 557            | 24             | 4,3        |
| G     | 305            | 12             | 4,0        |
| H     | 76             | 6              | 7,8        |
| I     | 160            | 15             | 9,3        |
| J     | 138            | 6              | 4,3        |
|       | 2.467          | 154            | 6,2        |

susceptibles los cuales, al adquirir la infección, no tienen defensas naturales y por lo tanto, la infección alcanza altos niveles de virulencia o bien, mueren. En el Cuadro 27 se presentan las pérdidas registradas en una de las fincas estudiadas. Se está realizando un trabajo epidemiológico detallado, en 12 fincas para recolectar información necesaria con el fin de medir el impacto económico causado por las enfermedades hemoparasitarias.

### “Secadera”

La posible importancia del complejo denominado secadera se hizo evidente en la sección de este informe que trata sobre los estudios de prevalencia de las enfermedades. Como consecuencia de tal estudio se hizo una visita posterior a una finca de propiedad de un veterinario, que mantuvo registros de producción y salud animal, durante el período de 1973-1975.

Se habían presentado 27 casos de secadera durante los últimos tres años: 9 en 1973, 11 en 1974, y 7 entre enero y octubre de 1975. Todos los casos se presentaron en vacas de 3 a 11 meses de edad (promedio 5,5) lo cual representa, para este grupo de ganado clasificado por edad y por sexo, una incidencia anual que oscila entre 4,0 y 6,5 por ciento. Cuando se observaron los síntomas, 23 de los casos se presentaron en vacas que habían destetado recientemente

un ternero o cuando estaban lactando. Ocho de los animales murieron, a pesar de que cada uno recibió por lo menos, de uno a cuatro tratamientos con antibióticos, terapia de restablecimiento y además se les asignó las praderas que tenían la mejor calidad disponible. Durante ese período, en esta finca, la secadera ha representado el 25 por ciento de la mortalidad entre las vacas de reproducción. Las vacas que se recuperaron de la secadera necesitaron de 4 a 6 meses para recobrar sus condiciones normales y durante este período, no volvieron a preñarse.

Una opinión que comparten varios de los veterinarios que trabajan en los Llanos, es que el estrés causado por deficiencias nutricionales, en los animales portadores de anaplasmosis, causa una infección clínica que recrudece o aumenta en intensidad. Esta teoría debe ser comprobada con base en investigaciones clínicas y serológicas.

### Análisis de costo | beneficio de las medidas de control

Los investigadores sobre estudios de prevalencia de las enfermedades e impacto económico de las mismas ya ha progresado lo suficiente como para iniciar la etapa de análisis de costo | beneficio con respecto a medidas de control.

Cuadro 27. Pérdida económica directa causada por anaplasmosis y babesiosis en una finca de ganado de leche en el Valle del Cauca, Colombia (enero 1o. de 1970 a junio 30 de 1975).

| Año  | No. de animales | Mortalidad total | Pérdidas por mortalidad (Col \$) | Costo de las drogas (Col.\$) | Costo de la mano de obra (Col.\$) | Pérdida total (Col \$) | Promedio de pérdida   cabeza (Col.\$) |
|------|-----------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1970 | 205             | 3                | 16.000                           | 10.379                       | 3.513                             | 29.982                 | 146                                   |
| 1971 | 224             | 5                | 23.250                           | 15.398                       | 4.801                             | 43.449                 | 194                                   |
| 1972 | 236             | 11               | 60.000                           | 22.417                       | 5.745                             | 88.162                 | 373                                   |
| 1973 | 218             | 5                | 27.750                           | 22.301                       | 7.167                             | 57.219                 | 262                                   |
| 1974 | 245             | 8                | 52.000                           | 29.580                       | 9.124                             | 90.704                 | 369                                   |
| 1975 | 240             | 3                | 23.500                           | 21.441                       | 5.431                             | 50.372                 | 211                                   |

## **Fiebre aftosa**

Personal de las unidades de economía agrícola y de salud animal está utilizando la fiebre aftosa para hacer estos estudios pilotos por las siguientes razones: a) su interés e importancia internacional; b) en Colombia se presentan brotes de fiebre aftosa lo cual brinda amplias oportunidades de estudio; c) la relativa ausencia de factores que pudieran complicar el estudio como lo son el difícil manejo de los hatos y la presencia de otras enfermedades que pudieran interferir en la apreciación del efecto causado por la aftosa; d) la existencia de grandes campañas establecidas tanto para erradicar como para controlar la aftosa; todas estas circunstancias facilitan la comparación de estrategias de control en lo referente a costos|beneficios.

La eficiente metodología que se ha desarrollado para actuar al presentarse brotes de fiebre aftosa en las fincas porcinas en el Valle del Cauca, permite una mejor comprensión de los requerimientos necesarios cuando la enfermedad se presenta en ganado de carne. Se diseñó un modelo epidemiológico de la enfermedad para ayudar a los economistas en la preparación de su correspondiente modelo económico. En la sección sobre economía, en el informe del Programa de Producción de Ganado de Carne, se ofrece una descripción complementaria y más detallada acerca de este modelo.

## **Enfermedades producidas por hemoparásitos (anaplasmosis, babesiosis)**

De las 12 fincas que en el Valle del Cauca se encuentran bajo estudio económico, se seleccionaron algunas para analizar los beneficios que trae la inmunización del ganado contra anaplasmosis y babesiosis. En cada finca, se están comparando dos grupos de terneros cada uno con igual número de animales: uno, con terneros bajo manejo

normal y el otro, con terneros inmunizados. Hasta el momento en que se escribió este informe, los terneros de dos fincas habían sido ya inmunizados. Este estudio se está llevando a cabo con la colaboración del ICA.

## **SISTEMAS DE PRODUCCION PECUARIA**

### **Producción de cultivos alimenticios**

#### **Incorporación de abonos verdes para suelos álicos**

En el Informe Anual del CIAT de 1974, se hizo mención de los efectos del encañamiento sobre la producción de materia seca y la fijación de nitrógeno (kg N|ha) que se logró con la incorporación de algunas plantas cultivadas en Carimagua utilizadas como abono verde. Los mejores resultados, en términos de N fijado, se lograron con indigófera, seguidos por caupí, frijol terciopelo y crotalaria. Después de incorporar al suelo los abonos verdes, se sembraron dos variedades de maíz (H-207 y Carimagua 2) y dos de sorgo (BR-64 y E-57). Además se aplicó adicionalmente una mezcla de 50 kg|ha de  $P_2O_5$ , 50 kg|ha de  $K_2O$  y 50 kg|ha de urea, a los 10 y 57 días después de la siembra.

El maíz y sorgo son plantas muy sensibles a la acidez del suelo y los rendimientos de ambos cultivos, con la aplicación de 0,0 y de 0,5 ton|ha de cal, fueron prácticamente nulos. Los resultados obtenidos presentan solamente los que corresponden a los promedios de los tratamientos con 2 y con 6 ton|ha de cal. El sorgo se cosechó como forraje verde debido al daño causado por pájaros a los granos. La respuesta de las variedades de maíz y de sorgo a la incorporación de abonos verdes se presenta en la Figura 15.

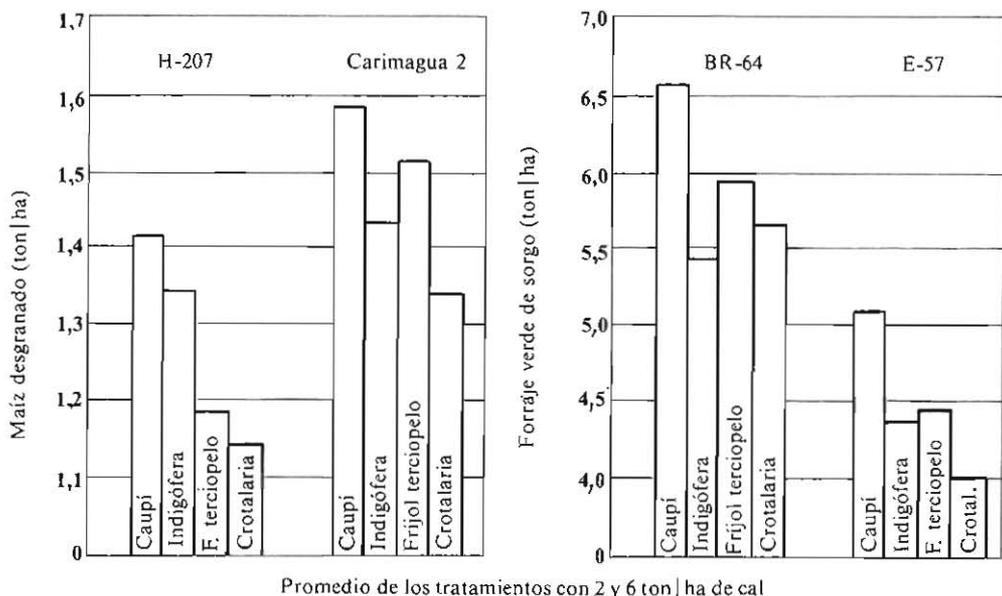


Figura 15. Respuesta de dos variedades de maíz y dos de sorgo a la incorporación de abonos verdes antes de la siembra en Carimagua.

Aunque los rendimientos fueron bajos, ambos cultivos respondieron mejor a la incorporación de caupí, seguida por la de frijol terciopelo o indigófera, y la respuesta más baja fue la de crotalaria. La baja respuesta de crotalaria se puede deber a su menor contenido de N (1,5 por ciento) en comparación con las otras dos plantas utilizadas como abono verde (2,4 y 2,8 por ciento, respectivamente). Sin embargo, la incorporación de caupí produjo consistentemente los rendimientos más altos de maíz y sorgo, a pesar de su mejor fijación de N, en comparación con indigófera.

### Sistemas de labranza

Puede decirse que en todo el mundo, los precios de la maquinaria agrícola y del combustible van en aumento constante; la disponibilidad de mejores herbicidas es cada día mayor; por estas razones, se ha aumentado el interés por el establecimiento de sistemas de labranza mínima en los diferentes esquemas de producción agrícola. Bajo las condiciones existentes en los Llanos Orientales de Colombia, la

labranza mínima para la producción de cultivos alimenticios parece factible, si se aplica e incorpora suficiente cal. En 1974, se estableció un ensayo para comparar los efectos de cuatro sistemas de labranza sobre los rendimientos de maíz después de la aplicación inicial de 2 ton | ha de cal y la producción de un cultivo de maíz bajo el sistema tradicional. Aunque los rendimientos fueron bajos, debido posiblemente a la toxicidad de Al, los rendimientos más altos de maíz se obtuvieron sin hacer labranza del suelo; solamente se colocaron en el surco los residuos del cultivo anterior de maíz como cobertura del suelo.

En 1975 se hizo otra aplicación de 2,6 ton | ha de cal, aumentando el nivel de ésta a 4,6 ton | ha. Luego se hizo un cultivo tradicional de arroz de secano (variedad CICA 6) el cual produjo un rendimiento de 4,7 ton | ha considerado como excelente. Se sembró posteriormente un cultivo de frijol negro (Porrillo Sintético) utilizando de nuevo cuatro sistemas de labranza mínima. Aunque este ensayo todavía no ha sido cosechado, el peso de las plantas

y el de las vainas verdes, indica que el mejor crecimiento de las plantas se logra con el sistema de labranza mínima que consiste en una rastrillada con discos sin surcar. Pareciera que este sistema es superior al sistema tradicional de arar, rastrillar y surcar.

### Fertilización del plátano

El plátano es una fuente importante de alimento para la gente que habita en los Llanos Orientales. Se produce en pequeños cultivos, alrededor de las viviendas, en campos en los cuales se ha apacentado ganado o en bosques desmontados de "galería", en los cuales esta planta crece bien, aparentemente, sin problemas de fertilidad del suelo. Sin embargo, cuando se cultiva en las sabanas naturales, aradas y sin fertilizar, las plantas se desarrollan pobremente y apenas logran formar frutos, quizás debido a la baja fertilidad del suelo. Para determinar los principales requerimientos nutricionales de las plantas en estos suelos de sabana, en 1972 se hizo

un experimento mediante la aplicación de varios niveles de N, P, K, cal y estiércol, utilizando un diseño experimental tipo San Cristóbal. Después de analizar la cosecha de 1974, se establecieron, en forma aproximada, los niveles de fertilización. El Cuadro 28 presenta los rendimientos totales para 1972 hasta mediados de 1974 y para mediados de 1974 hasta 1975, como promedio para cada tratamiento, sobre todas las otras combinaciones de tratamientos.

En el primer período, la mayor respuesta se logró con la aplicación de 200 kg|ha de  $K_2O$ , 100 kg|ha de  $P_2O_5$  y 10 ton|ha de estiércol. La respuesta al encalamiento y nitrógeno fue baja. En 1975, nuevamente se obtuvo la mayor respuesta con el nivel más alto de K, seguido por las aplicaciones de P, N y estiércol. Se observó una alta respuesta a la aplicación reciente de 1 ton|ha de cal en comparación con el efecto residual de los otros encalamientos hechos en 1972. Inicialmente, en 1972, se observó también un efecto benéfico de la aplicación

Cuadro 28. Respuesta del rendimiento del plátano fresco al encalamiento y fertilización en Carimagua.

| Desde 1972 hasta mediados de 1974 |        |                      | Desde mediados de 1974 hasta 1975 |       |                      |      |
|-----------------------------------|--------|----------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|------|
| Tratamiento (kg ha)               |        | Rendimiento (ton ha) | Tratamiento (kg ha)               |       | Rendimiento (ton ha) |      |
| Estiércol                         | 0      | 1,84                 | Estiércol                         | 3.000 | 1,28                 |      |
|                                   | 10.000 | 4,75                 |                                   |       | 9.000                | 1,51 |
| N                                 | 0      | 3,36                 | N                                 | 0     | 1,10                 |      |
|                                   | 100    | 3,23                 |                                   |       | 50                   | 1,68 |
| $P_2O_5$                          | 0      | 1,86                 | $P_2O_5$                          | 30    | 0,81                 |      |
|                                   | 100    | 4,73                 |                                   |       | 90                   | 1,97 |
| $K_2O$                            | 0      | 0,35                 | $K_2O$                            | 50    | 0,73                 |      |
|                                   | 200    | 6,24                 |                                   |       | 150                  | 2,05 |
| Cal                               | 0      | 7,07                 | Cal                               | 500*  | 0,80                 |      |
|                                   | 500*   | 5,85                 |                                   |       | 1.000**              | 2,09 |
|                                   | 2.000* | 8,48                 |                                   |       | 2.000*               | 0,24 |
|                                   | 6.000* | 8,63                 |                                   |       | 6.000*               | 1,34 |

\* Aplicación de cal en 1972

\*\* Aplicación de cal en 1975

de cal pero, posteriormente, la producción se redujo a causa de problemas fitopatológicos y/o micronutricionales aparentes.

### **Sistemas de producción de carne**

El establecimiento de sistemas de hatos y los experimentos relacionados con el destete precoz tuvieron como objetivo proporcionar información para desarrollar sistemas de producción de acuerdo con el ciclo de vida del bovino. Estos sistemas posiblemente aumentarán la productividad y las ganancias, utilizando el ganado, praderas, tecnología y habilidades administrativas existentes. Además, estos experimentos ayudarán a identificar y a caracterizar los obstáculos tecnológicos para lograr aumentos posteriores en la producción. La consideración implícita es determinar cómo alimentar y manejar la vaca de manera que se preñe de nuevo, puesto que la mayoría de las vacas que pastorean en áreas de suelos álicos no logran concebir otra vez hasta que se desteten los terneros lactantes, lo cual significa que se obtiene un ternero cada dos años.

#### **Experimento ICA-CIAT sobre Sistemas de Hatos en Carimagua**

Este experimento, establecido en cooperación con el ICA en Carimagua, se ha diseñado para determinar los efectos de varias prácticas de manejo y utilización de insumos para la producción sobre el ciclo de vida del ganado bovino. Las variables que constituyen los tratamientos bajo estudio para comparar los hatos son: sistemas de praderas, suplementación mineral y suplementación proteínica durante la estación seca. Los tratamientos dentro de los hatos incluyen destete precoz versus normal y uso alternativo de toros Cebú y San Martinero, en cada hato.

#### **Tratamientos establecidos en las praderas**

Los tratamientos son tres: 1) pastoreo en praderas sembradas con pastos naturales

durante todo el año (hatos 4 y 5); 2) pastoreo con pasto gordura (*Melinis minutiflora*) durante la estación lluviosa y pasto natural durante la estación seca (hatos 6 y 7) y 3) pastoreo con pasto gordura durante todo el año (hatos 8 y 9). Aunque se observaron diferencias estacionales, el comportamiento de los animales durante todo el año, medido con base en el crecimiento y reproducción, ha sido similar bajo los tres tratamientos, en los cuales se proporcionó suplementación mineral. Las novillas de primer parto, pesaron aproximadamente 330 kilogramos (Informe anual del CIAT, 1974) poco antes del primer parto y los porcentajes de natalidad fueron similares (86 a 91 por ciento) durante el primer año de nacimientos (Cuadro 29). Durante los primeros seis meses de 1975, correspondientes al segundo año de nacimientos, el porcentaje de natalidad osciló entre 54 y 83 por ciento, correspondiente los mayores porcentajes (65 a 83 por ciento) al pastoreo en praderas establecidas con pasto gordura durante la estación lluviosa y en pasto natural durante la estación seca (Cuadro 30). Los porcentajes de natalidad fueron similares (55 a 61 por ciento) entre las vacas que pastorearon en pasto natural y en pasto gordura, todo el año.

El análisis del comportamiento reproductivo desde el comienzo de la época de apareamiento (mayo de 1973) hasta junio de 1975, muestra que el número promedio de nacimientos|vaca fue ligeramente superior para el pastoreo con el tratamiento combinado de pasto gordura y pasto natural (1,62), en comparación con el pastoreo en pasto natural solo (1,47) y en pasto gordura solo (1,45). Los intervalos entre partos también fueron favorecidos por el tratamiento combinado de pasto gordura y pasto natural (14,9 meses), en comparación con el pastoreo en pasto natural (15,4 meses) y en pasto gordura exclusivamente (15,8 meses) (Cuadro 31).

Estos resultados indican que son pocas las ventajas de las praderas mejoradas con

Cuadro 29. Comportamiento de la reproducción durante la primera época de nacimientos (terneros nacidos entre febrero y diciembre de 1974). Proyecto "Sistemas de Hatos I", ICA-CIAT, establecido en Carimagua.

| Tratamiento                                       | Hato | No. de vacas | No. de nacimientos | No. de abortos | Natalidad (%) | Abortos (%) | Tiempo entre el comienzo de la época de monta y la concepción (meses) |
|---|------|--------------|--------------------|----------------|---------------|-------------|---|
| Testigo   | 1    | 28           | 14                 | 11             | 50,0          | 39,0        | 5,24  |
| Pradera nativa                                    | 2    | 33           | 17                 | 13             | 51,5          | 39,3        | 7,74  |
| y sal   | 3    | 29           | 15                 | 7              | 51,7          | 24,1        | 9,78  |
| Pradera nativa + suplemento completo de minerales | 4    | 31           | 27                 | 2              | 87,1          | 6,5         | 4,27  |
|   | 5    | 33           | 30                 | 1              | 90,9          | 3,0         | 4,74  |
| Pradera nativa + pasto                            |      |              |                    |                |               |             |   |
| gordura + suplemento                              | 6    | 35           | 30                 | 3              | 85,7          | 8,6         | 4,20  |
| completo de minerales                             | 7    | 34           | 31                 | 0              | 91,2          | 0,0         | 5,15  |
| Pasto gordura + suplemento completo de minerales  | 8    | 34           | 31                 | 0              | 91,2          | 0,0         | 4,55  |
|   | 9    | 32           | 28                 | 3              | 87,5          | 9,4         | 3,85  |

pasto gordura; pero en aquellos casos en los cuales el área de pradera sea limitante, la producción de carne se puede aumentar estableciendo praderas mejoradas, las cuales en la estación lluviosa, generalmente soportan una mayor carga animal que las praderas de pastos naturales. Además, las praderas mejoradas frecuentemente proporcionan un nivel nutricional más alto durante la estación lluviosa, lo cual se refleja en un mejor desarrollo de los animales en las fases del ciclo de producción de mayor demanda nutricional, como por ejemplo, los toros reproductores, terneros recién destetados, vacas preñadas y novillos en período de ceba. Sin embargo, las praderas con pastos mejorados pueden o no ser ventajosas sobre las praderas establecidas con pastos nativos durante la estación seca. En realidad, *Melinis minutiflora* ha demostrado ser inferior (Informe Anual del CIAT, 1974).

Estos resultados también indican que las áreas más bajas, con niveles freáticos altos, se pueden utilizar ventajosamente durante

la estación seca debido a que la humedad del suelo es adecuada para mantener el crecimiento vegetal de las praderas. El sistema de pastoreo más común, es el de utilizar las sabanas más altas, con buen drenaje, durante la estación lluviosa y en la estación seca, las áreas más bajas. Una excepción podría ser el caso de las praderas establecidas con base en leguminosas forrajeras tropicales las cuales generalmente, tienen un sistema radicular más profundo que las gramíneas y pueden obtener humedad del subsuelo. Generalmente, estas plantas pueden establecer buenas praderas durante la estación seca, en las áreas más altas que tienen buen drenaje.

### Suplementación mineral

Las vacas en praderas nativas que recibieron suplementación mineral (hatos 4 y 5) alcanzaron porcentajes de natalidad (89,1) significativamente más altos ( $P < 0,01$ ), en el primer parto, que las vacas sin suplemente mineral (hatos 2 y 3), cuyo porcentaje promedio de natalidad fue de

Cuadro 30. Comportamiento de la reproducción durante la segunda época de nacimientos (terneros nacidos o por nacer, en 1975) y número total de nacimientos y abortos hasta la fecha. Proyecto "Sistemas de Hatos I", ICA-CIAT, Carimagua.

| Tratamiento   | Hato | No. de vacas | No. de nacimientos | No. de abortos | Natalidad % | Abortos % | Tiempo entre partos (meses) | Total de nacimientos | Total de abortos |
|---|------|--------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| Testigo   | 1    | 28           | 15                 | 1              | 55,4        | 3,6       | 21,5                        | 29                   | 12               |
| Pradera nativa  | 2    | 33           | 12                 | 0              | 65,5        | 0,0       | 20,4                        | 29                   | 13               |
| y sal   | 3    | 29           | 19                 | 0              | 65,5        | 0,0       | 20,9                        | 34                   | 7                |
| Pradera nativa + suplemento completo de minerales                 | 4    | 31           | 19                 | 0              | 61,3        | 0,0       | 15,6                        | 46                   | 2                |
|   | 5    | 33           | 18                 | 0              | 54,5        | 0,0       | 15,2                        | 48                   | 1                |
| Pradera nativa + pasto gordura + suplemento completo de minerales | 6    | 35           | 29                 | 0              | 82,9        | 0,0       | 15,2                        | 59                   | 3                |
|   | 7    | 34           | 22                 | 0              | 64,7        | 0,0       | 14,7                        | 53                   | 0                |
| Pasto gordura + suplemento completo de minerales                  | 8    | 34           | 19                 | 0              | 55,9        | 0,0       | 15,2                        | 50                   | 0                |
|   | 9    | 32           | 18                 | 2              | 56,3        | 6,3       | 16,3                        | 46                   | 4                |

51.6: presentaron intervalos más cortos ( $P < 0.01$ ) entre el comienzo de la época de monta y la concepción (4,5 vs 8,7 meses), mayor número de terneros|vaca ( $P < 0.001$ ) hasta mediados de 1975 (1,47 vs 1,02) e intervalos más cortos ( $P < 0.001$ ) entre partos (15,4 vs 20,7 meses) (Cuadros 29, 30 y 31). Las tasas de aborto estimadas fueron significativamente menores ( $P < 0.001$ ) en los hatos con suplemento mineral (0,5 vs 0,32 abortos|vaca). La suplementación mineral es una práctica de producción que se puede aplicar fácilmente y que, en la mayoría de los casos, aumentará la productividad y las ganancias del ganadero (Figura 16).

### **Suplementación de proteína y de carbohidratos**

El suministro de un suplemento proteínico (torta de algodón) y otro de carbohidratos (úrea-azúcar) durante los primeros meses de la época de apareamiento del primer año (1973), no aumentó el porcentaje de natalidad ni redujo el intervalo entre la iniciación de la época de monta y la concepción en novillas de primer parto.

Los tratamientos mencionados se discontinuaron durante la estación seca (diciembre a marzo); a partir de diciembre de 1973, se inició el suministro de una suplementación de melaza, urea y azufre (500-80-4 g|cabeza|día) en uno de los dos hatos bajo cada sistema de pastoreo con minerales (hatos 4, 7, 9) y sin minerales (hato 2). Hasta mediados de 1975, la suplementación de melaza y urea no ha producido un efecto notable sobre el porcentaje de nacimientos o sobre el intervalo entre nacimientos (Cuadro 31).

### **Niveles de fósforo en el suero sanguíneo**

Desde que las primeras novillas se llevaron a Carimagua en febrero de 1972 se han tomado muestras de sangre, una vez

en cada época lluviosa (abril a noviembre) y en cada estación seca (diciembre a marzo). Los sueros sanguíneos se analizaron para determinar el nivel de fósforo inorgánico e inicialmente, para observar también el contenido de algunos minerales.

Los datos que se presentan en el Cuadro 32 y en la Figura 17 corresponden solamente a las novillas que no habían parido y que no recibieron un suplemento de proteína y azúcar antes de tomar las muestras de sangre.

Hasta julio de 1972, todas las novillas pastorearon en praderas nativas, sin suplementación mineral. Los niveles de P en el suero fueron similares en todos los hatos, durante este período; tales niveles fueron menores en la estación lluviosa en comparación con la seca ( $P < 0,01$ ).

Después de tomadas las muestras en julio de 1972, las novillas se dividieron en nueve hatos y sobre éstos se iniciaron los tratamientos del experimento. Las novillas que permanecieron en praderas nativas continuaron presentando los mayores niveles de P en el suero durante la estación seca, en comparación con la estación lluviosa. Las diferencias entre los niveles de P en el suero para la estación de lluvia y de sequía fueron mucho más pequeñas para los hatos en praderas nativas con minerales y además, presentaron niveles de P en el suero consistentemente más altos durante la estación lluviosa ( $P < 0.05$ ) que los de las novillas en praderas nativas sin minerales. En la estación seca, el efecto de la suplementación mineral fue, o bien muy pequeño o incluso negativo (marzo, 1973 y enero, 1975). Las novillas que pastorearon en praderas sembradas con pasto gordura suplementadas con minerales, presentaron durante todo el año, niveles de P en el suero consistentemente más altos que las alimentadas con pastos naturales y minerales. Este efecto se acentuó en la estación seca, en la cual las novillas en pasto gordura

Cuadro 31. Intervalos entre partos, concepciones, abortos y nacimientos, desde mayo de 1973 hasta junio de 1975. Proyecto "Sistemas de Hatos I", ICA-CIAT, Carimagua.

| Tratamiento                      | No. de vacas | Intervalo entre partos (meses) | Total de concepciones | Promedio de concepciones   vaca | Total de abortos | Promedio de abortos   vaca | Total de nacimientos | Promedio de nacimientos   vaca |
|----------------------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Minerales                        |              |                                |                       |                                 |                  |                            |                      |                                |
| Sal                              | 62           | 20,7                           | 83                    | 1,34                            | 20               | 0,32                       | 63                   | 1,02                           |
| Sal + minerales                  | 64           | 15,4                           | 97                    | 1,52                            | 3                | 0,05                       | 94                   | 1,47                           |
| Pradera                          |              |                                |                       |                                 |                  |                            |                      |                                |
| Pasto natural                    | 64           | 15,4                           | 97                    | 1,52                            | 3                | 0,05                       | 94                   | 1,47                           |
| Pasto natural +<br>pasto gordura | 69           | 14,9                           | 115                   | 1,67                            | 3                | 0,04                       | 112                  | 1,62                           |
| Pasto gordura                    | 66           | 15,8                           | 101                   | 1,53                            | 5                | 0,08                       | 96                   | 1,45                           |
| Suplementación proteínica        |              |                                |                       |                                 |                  |                            |                      |                                |
| Ninguna                          | 131          | 16,5                           | 202                   | 1,54                            | 11               | 0,08                       | 191                  | 1,46                           |
| Urea + melaza                    | 130          | 16,8                           | 194                   | 1,49                            | 20               | 0,15                       | 174                  | 1,34                           |
| Destete                          |              |                                |                       |                                 |                  |                            |                      |                                |
| Normal                           | 223          | 17,3                           | 321                   | 1,44                            | 28               | 0,13                       | 294                  | 1,31                           |
| Precoz                           | 38           | 12,9                           | 74                    | 1,95                            | 3                | 0,08                       | 71                   | 1,87                           |



Figura 16. Las vacas en pastoreo en praderas nativas que recibieron un suplemento mineral completo presentaron tasas de natalidad que superaron en 44% las de aquellas que sólo recibieron sal.

presentaron niveles más altos de P en el suero que en la estación de lluvia. Las novillas en praderas de pasto gordura durante la estación lluviosa y de pasto natural durante la estación seca (hatos 6 y 7), confirmaron estas tendencias en el sentido de que los niveles de P durante la estación de lluvia fueron similares a los de los hatos 8 y 9 en pasto gordura y los niveles de P en la estación seca fueron similares a los de los hatos 4 y 5, en pasto natural.

Al iniciar la primera época de procreación (abril a junio, 1973), los hatos de 2 a 9 se dividieron en tres grupos para determinar los efectos de la suplementación con urea, melaza y torta de algodón (Informe Anual del CIAT, 1973). La suplementación con urea y melaza redujo significativamente el nivel de P en el suero ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 33). La suplementación con torta de algodón aumentó notablemente el nivel de P en el suero, en animales que pastoreaban en pasto natural sin minerales (hatos 2, 3). El ganado en praderas de pasto gordura presentó

mayores niveles de P en el suero que el que pastoreaba en praderas naturales, incluso, cuando se les suministró torta de algodón.

La suplementación de melaza, urea y azufre, durante la estación de sequía, en el período 1973 a 1974, redujo significativamente los niveles de P en el suero ( $P < 0,05$ ) del ganado que pastorea en praderas naturales (Cuadro 34). Se observó la misma tendencia en las novillas que aún no habían parido en enero de 1975 (Cuadro 35).

En septiembre de 1974 (estación de lluvias), las vacas con terneros lactantes presentaron niveles de P en el suero considerablemente menores ( $P < 0,05$ ) a los de las novillas que aún no habían parido (Cuadro 36). El P del suero no se redujo en magnitud tan grande en los hatos con suplementación mineral, (4 a 9) como en los hatos sin este suplemento (2 y 3). A comienzos de la estación seca, en enero de 1975, la lactancia tendió a reducir los niveles de P en el suero de los hatos sin suplemento mineral, pero fue estable en los

Cuadro 32. Medias de los niveles de fósforo inorgánico del suero (mg P/100 ml suero) de novillas antes del parto.

| Hato | Feb. 1972 |     |       | Julio 1972 |     |       | Marzo 1973 |     |       | Junio 1973 |     |       | Feb. 1974 |     |       | Sept. 1974 |     |       | Enero 1975 |     |       |
|------|-----------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|-----------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|
|      | T*        | No. | Media | T*         | No. | Media | T*         | No. | Media | T*         | No. | Media | T*        | No. | Media | T*         | No. | Media | T*         | No. | Media |
| 1    | A         | 38  | 5,21  | A          | 38  | 3,91  | A          | 30  | 6,58  |            |     |       | A         | 30  | 5,77  | A          | 14  | 4,30  | A          | 8   | 6,37  |
| 2    | A         | 38  | 5,49  | A          | 37  | 3,84  | A          | 31  | 7,29  | A          | 6   | 4,62  |           |     |       | A          | 22  | 5,51  |            |     |       |
| 3    | A         | 38  | 5,60  | A          | 37  | 3,93  | A          | 28  | 5,87  | A          | 5   | 3,48  | A         | 25  | 5,71  | A          | 21  | 3,06  | A          | 16  | 5,29  |
| 4    | A         | 37  | 5,49  | A          | 36  | 4,08  | B          | 29  | 5,87  | B          | 7   | 5,09  |           |     |       | B          | 6   | 5,54  |            |     |       |
| 5    | A         | 38  | 5,30  | A          | 31  | 4,01  | B          | 25  | 5,34  | B          | 7   | 6,22  | B         | 28  | 6,14  | B          | 9   | 5,12  | B          | 7   | 5,20  |
| 6    | A         | 37  | 5,42  | A          | 38  | 3,91  | B          | 23  | 5,44  | C          | 7   | 6,73  | B         | 30  | 5,69  | C          | 5   | 5,14  | B          | 7   | 5,36  |
| 7    | A         | 38  | 5,28  | A          | 35  | 3,99  | B          | 36  | 4,86  | C          | 7   | 7,02  |           |     |       | C          | 9   | 5,53  |            |     |       |
| 8    | A         | 38  | 5,77  | A          | 35  | 4,03  | C          | 26  | 7,09  | C          | 7   | 6,25  | C         | 21  | 6,79  | C          | 6   | 5,91  | C          | 3   | 7,00  |
| 9    | A         | 37  | 5,17  | A          | 37  | 3,83  | C          | 35  | 8,04  | C          | 7   | 5,66  |           |     |       | C          | 3   | 5,75  |            |     |       |

\* Tratamientos A: pradera nativa + sal solamente; B: pradera nativa + mezcla mineral incluyendo P; C: pasto gordura + mezcla mineral incluyendo P

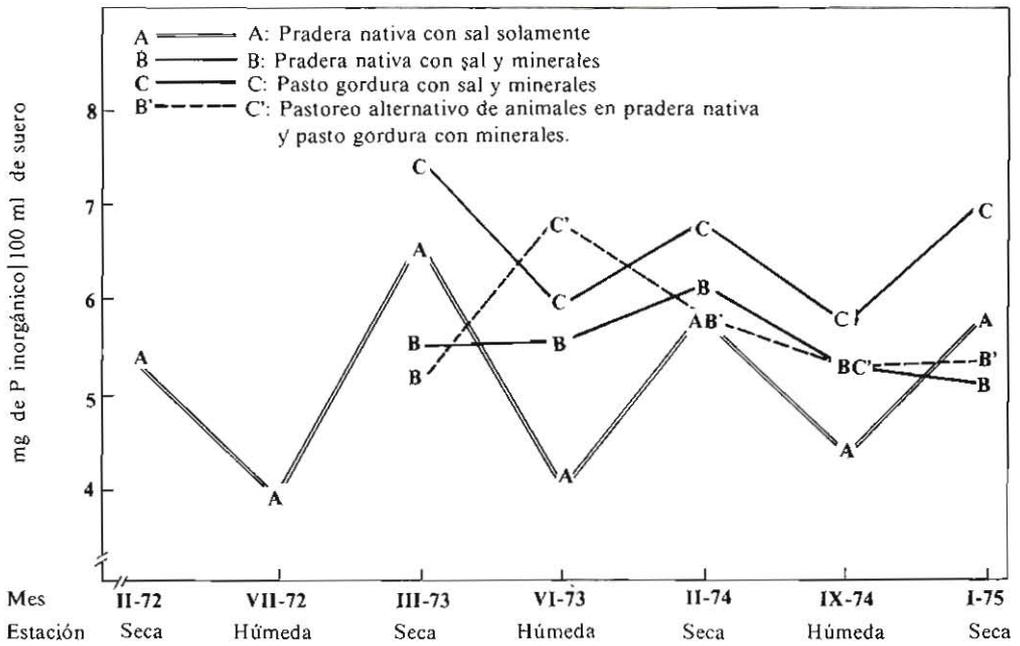


Figura 17. Cambios en los niveles de P inorgánico en el suero de las novillas desde febrero de 1972 hasta enero de 1975.

que recibieron este suplemento (Cuadro 35).

Indudablemente, los efectos mencionados fueron marcados pero se debe anotar que, después de julio de 1972, también se constataron grandes diferencias entre las replicaciones de los hatos.

### Destete precoz

En cada uno de los hatos 2 a 9, se han seleccionado cinco vacas para destetar precozmente todos sus terneros, de partos sucesivos, a los 2,5 meses de edad. Mediante el destete precoz se redujo

Cuadro 33. Efecto de la suplementación con urea y azúcar y con torta de algodón sobre los niveles de P en el suero, en junio de 1973.

| Hato  | Tratamiento principal | Subtratamientos |       |               |       |                  |       |
|-------|-----------------------|-----------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|
|       |                       | Testigo         |       | Azúcar + urea |       | Torta de algodón |       |
|       |                       | No.             | Media | No.           | Media | No.              | Media |
| 2     | A                     | 6               | 4,62  | 7             | 4,23  | 7                | 5,94  |
| 3     | A                     | 5               | 3,48  | 7             | 2,83  | 7                | 5,62  |
| 4     | B                     | 7               | 5,09  | 7             | 4,67  | 7                | 5,89  |
| 5     | B                     | 7               | 6,22  | 7             | 4,75  | 6                | 5,62  |
| 6     | C                     | 7               | 6,73  | 7             | 6,30  | 6                | 7,01  |
| 7     | C                     | 7               | 7,02  | 6             | 6,06  | 5                | 6,88  |
| 8     | C                     | 7               | 6,25  | 6             | 6,52  | 7                | 6,64  |
| 9     | C                     | 7               | 5,66  | 7             | 6,21  | 7                | 6,50  |
| Media |                       |                 | 5,63  |               | 5,20  |                  | 6,26  |

Cuadro 34. Efecto de la suplementación con melaza y urea sobre los niveles de P en el suero, en febrero de 1974.

| Hato | Tratamiento principal | Sin melaza + urea |       | Con melaza + urea |       |
|------|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|      |                       | No.               | Media | No.               | Media |
| 1    | A                     | 30                | 5,77  |                   |       |
| 2    | A                     |                   |       | 28                | 5,20  |
| 3    | A                     | 25                | 5,71  |                   |       |
| 4    | B                     |                   |       | 28                | 5,60  |
| 5    | B                     | 28                | 6,14  |                   |       |
| 6    | B                     | 30                | 5,69  |                   |       |
| 7    | B                     |                   |       | 27                | 5,30  |
| 8    | C                     | 21                | 6,79  |                   |       |
| 9    | C                     |                   |       | 27                | 6,91  |

notablemente el tiempo del nuevo apareamiento de las novillas de primer parto (Informe Anual del CIAT, 1974). Sin embargo, se reconoce que el efecto real se puede medir solamente después de dos partos sucesivos y que la disminución del tiempo de apareamiento no será tan evidente después de partos posteriores, en comparación con el primero. Hasta mediados de 1975, bien entrada la segunda época de nacimientos, el destete precoz ha tenido un efecto significativo ( $P < 0,001$ ) en la reducción del intervalo entre los nacimientos (12,9 vs 17,3 meses) y en el aumento de los nacimientos/vaca (1,87 vs 1,31), en comparación con el destete normal a los nueve meses de edad (Cuadro 31, Figura 18).

En el Informe Anual de 1974, se describen los regímenes de alimentación y manejo de los terneros destetados precozmente. Del número limitado de animales que han cumplido los 18 meses de edad, los terneros destetados normalmente pesaron de 50 a 60 kilogramos más que los destetados precozmente, lo cual indica que se redujo el crecimiento normal de estos últimos.

Posteriormente se discutirán en este Informe los resultados de otro experimen-

to que se estableció para comparar los efectos del destete precoz sobre los nuevos apareamientos de las vacas en tres ganaderías comerciales y los efectos de diferentes sistemas de alimentación para terneros precozmente destetados.

### Experimento en los Llanos Orientales y en el CIAT sobre destete precoz

Con la colaboración de tres ganaderos de los Llanos, se inició en Carimagua un experimento complementario sobre destete precoz para determinar su efecto sobre futuros apareamientos y también, para comparar diferentes sistemas de cría de los terneros destetos. Se seleccionó un grupo de 100 vacas que habían parido a comienzos de la estación seca, que no se habían preñado y que aún tenían terneros lactantes. La mitad de los terneros se destetó a los 90 días de edad y la otra mitad siguió lactando. Todos los terneros destetados precozmente se trajeron a la sede del CIAT (Palmira) en donde se hizo una comparación de diferentes regímenes alimenticios (Figura 19).

Cuatro meses después del destete precoz de los terneros, sus madres presentaron una tasa de preñez significativamente más alta a la de sus compañeras de hato que aún eran lactantes (76 vs 10,9 por ciento) (Cuadro 37). Lógicamente, esta diferencia será menor con el tiempo. Sin embargo, en la ganadería de otro colaborador en los Llanos, se observó que aquellas vacas a las cuales se había destetado sus terneros a los ocho meses presentaron una tasa de preñez de 100 por ciento, en comparación con el 50 por ciento para las vacas aún lactantes. Al eliminar la exigencia de nutrimentos cuando se suspende la lactancia de aquellas vacas que están en un nivel marginal de nutrición, se reduce considerablemente la pérdida de peso corporal permitiendo a la vaca estar en condiciones más favorables para el apareamiento.

Cuadro 35. Efecto de la lactancia y suplementación con melaza y urea sobre los niveles de P en el suero, en enero de 1975.

| Hato                 | Tratamiento principal | Sin melaza + urea  |       |                              |       |  |       | Con melaza + urea  |       |                              |       |  |       |
|----------------------|-----------------------|--------------------|-------|------------------------------|-------|--|-------|--------------------|-------|------------------------------|-------|--|-------|
|                      |                       | Novillas sin parir |       | Vacas con terneros lactantes |       | Vacas no lactantes (terneros destetados precozmente) |       | Novillas sin parir |       | Vacas con terneros lactantes |       | Vacas no lactantes (terneros destetados precozmente) |       |
|                      |                       | No.                | Media | No.                          | Media | No.  | Media | No.                | Media | No.                          | Media | No.  | Media |
| 1                    | A                     | 8                  | 6,37  | 13                           | 5,60  |  |       |                    |       |                              |       |  |       |
| 2                    | A                     |                    |       |                              |       |  |       | 14                 | 4,96  | 9                            | 4,64  | 4  | 4,78  |
| 3                    | A                     | 16                 | 5,29  | 12                           | 4,25  | 3  | 6,38  |                    |       |                              |       |  |       |
| 4                    | B                     |                    |       |                              |       |  |       | 4                  | 5,11  | 20                           | 5,14  | 4  | 6,04  |
| 5                    | B                     | 7                  | 5,20  | 18                           | 5,32  | 5  | 5,27  |                    |       |                              |       |  |       |
| 6                    | B                     | 7                  | 5,36  | 20                           | 5,01  | 5  | 5,45  |                    |       |                              |       |  |       |
| 7                    | B                     |                    |       |                              |       |  |       | 6                  | 4,76  | 21                           | 4,85  | 5  | 6,46  |
| 8                    | C                     | 3                  | 7,00  | 21                           | 6,47  | 5  | 5,61  | 3                  | 5,91  | 18                           | 5,65  | 5  | 6,27  |
| 9                    | C                     |                    |       |                              |       |  |       |                    |       |                              |       |  |       |
| Media (no ponderada) |                       | 5,84               |       | 5,33                         |       | 5,68   |       | 5,18               |       | 5,07                         |       | 5,89   |       |

Cuadro 36. Efecto de la lactancia sobre los niveles de P en el suero de las vacas, en septiembre de 1975.

| Hato | Tratamiento principal | Novillas sin parir |       | Vacas con terneros lactantes |       | Vacas no lactantes (terneros destetados precozmente) |       |
|------|-----------------------|--------------------|-------|------------------------------|-------|--|-------|
|      |                       | No.                | Media | No.                          | Media | No.  | Media |
| 1    | A                     | 14                 | 4,30  | 13                           | 3,34  |  |       |
| 2    | A                     | 22                 | 5,51  | 7                            | 3,96  | 5  | 4,60  |
| 3    | A                     | 21                 | 3,06  | 9                            | 2,02  | 4  | 2,49  |
| 4    | B                     | 6                  | 5,54  | 19                           | 5,08  | 5  | 5,52  |
| 5    | B                     | 9                  | 5,12  | 20                           | 4,38  | 5  | 5,22  |
| 6    | C                     | 5                  | 5,14  | 24                           | 4,90  | 5  | 5,12  |
| 7    | C                     | 9                  | 5,53  | 19                           | 4,78  | 6  | 5,23  |
| 8    | C                     | 6                  | 5,91  | 21                           | 5,66  | 6  | 5,40  |
| 9    | C                     | 3                  | 5,75  | 19                           | 5,32  | 5  | 5,41  |

Los regímenes de desarrollo y de alimentación de los terneros que se establecieron en el CIAT incluyeron el suministro de torraje fresco picado de *Stylosanthes guyanensis* y de *Desmodium distortum* en condiciones de corral y el



Figura 18. Las tasas de natalidad de las vacas cuyos terneros fueron destetados a los 80 días superaron en 43% las de aquellas cuyos terneros fueron destetados a los 9 meses de edad



Figura 19. Los terneros que se destetaron precozmente y se mantuvieron en praderas de *Cynodon nlemfuensis* sin concentrado alcanzaron aumentos en peso de 394 g|cabeza|día.

consumo en pradera de *Brachiaria mutica* (Pará) y *Cynodon nlemfuensis* (Estrella); cada uno de estos tratamiento con y sin el suministro de 750 g|concentrado|cabeza|día (Cuadro 38). En todos los tratamientos, los terneros que recibieron concentrado presentaron aumentos de peso significativamente mayores ( $P < 0,01$ ) (399 vs 274 g|cabeza|día). Los mayores aumentos con

forraje solo, se obtuvieron con la utilización de las praderas de pasto Estrella (394 g|cabeza|día) seguido por *Desmodium distortum*, pasto Pará y *Stylosanthes guyanensis* (346, 200 y 157 g|cabeza|día). Estos resultados indican que los terneros destetados precozmente (a los tres meses de edad), se pueden criar eficientemente en praderas de pastos mejorados con un bajo suministro de concentrados, sin la necesidad de suministrar forraje fresco picado en regimenes de alimentación bajo confinamiento. Los sistemas de utilización de praderas resultan muy interesantes si se considera que éstos significan menores problemas de enfermedades y parasitismo, reducción de la mano de obra y área limitada de pradera requerida por ternero.

Cuadro 37. Tasa de preñez de las madres con terneros destetados normal y precozmente cuatro meses después del destete precoz. Caja Agraria-CIAT, Villavicencio.

| Finca            | Preñez (%)                                      |                               |
|------------------|---|-------------------------------|
|                  | Madres cuyos terneros se destetaron precozmente | Madres con terneros lactantes |
| 1                | 73,3  | 13,3                          |
| 2                | 93,3  | 14,2                          |
| 3                | 65,0  | 5,8                           |
| Todas las fincas | 76,0  | 10,9                          |

Después del período experimental de dos meses, todos los terneros se reunieron en una sola pradera establecida con pasto Pará, en la cual permanecerán hasta que cumplan 18 meses de edad. A los 92 días de concluido el experimento, las diferencias observadas entre los terneros que se habían

Cuadro 38. Comportamiento del crecimiento de los terneros destetados precozmente.

| Forraje                        | Aumento de peso vivo (g cabeza día) |   |          |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|----------|
|                                | Sin concentrado                     | Con 750 g de concentrado  cabeza día. período 1 | Promedio |
| <b>Gramíneas</b>               |                                     |   |          |
| Pasto Estrella                 |                                     |   |          |
| Período 1*                     | 394                                 | 503   | 449      |
| Período 2**                    | 420                                 | 399   | 409      |
| Pasto Pará                     |                                     |   |          |
| Período 1                      | 200                                 | 303   | 252      |
| Período 2                      | 319                                 | 297   | 308      |
| <b>Leguminosas</b>             |                                     |   |          |
| <i>Desmodium distortum</i>     |                                     |   |          |
| Período 1                      | 346                                 | 479   | 412      |
| Período 2                      | 370                                 | 384   | 377      |
| <i>Stylosanthes guyanensis</i> |                                     |   |          |
| Período 1                      | 157                                 | 309   | 233      |
| Período 2                      | 337                                 | 319   | 328      |
| Promedio período 1             | 274                                 | 399   |          |
| Promedio período 2             | 361                                 | 350   |          |

\* Período 1 abril 17 a junio 11 de 1975

\*\* Período 2 junio 11 a septiembre 11 de 1975.

sometido a diferentes tratamientos de praderas y de suministro de concentrados, se habían reducido notoriamente (Cuadro 38).

Estos datos indican que el destete precoz es una práctica que se puede aplicar a corto plazo para lograr un aumento significativo en el porcentaje de nacimientos. Sin embargo, la mayor eficiencia reproductiva de las vacas será ventajosa económicamente, solamente si el costo de alimentación del ternero destetado precozmente no es excesivo y si no se perjudica el crecimiento normal del ternero. Será necesario continuar las investigaciones para determinar claramente si es conveniente o no la práctica de destetar precozmente los terneros.

### Sistemas de producción intensiva

Se hicieron dos experimentos en la sede del CIAT en Palmira para evaluar el crecimiento y desarrollo de novillos cruzados (Charolais x Cebú) a los cuales se les suministró pasto elefante picado solo o en combinación con otros suplementos.

En el primer experimento, se escogieron 16 novillos al azar y se les suministró alimento individualmente de acuerdo con los cuatro tratamientos que presenta el Cuadro 39. Después de siete meses, se descartó un animal por grupo representativo de cada tratamiento, en virtud de la escasa disponibilidad de forraje. Durante el experimento, el cual tuvo una duración de 364 días, la hectárea de pasto elefante produjo 2.638 kilogramos de aumento de

Cuadro 39. Comportamiento de novillos del cruce Charolais x Cebú alimentados únicamente con pasto elefante picado o suplementado con torta de algodón y/o melaza durante 364 días

|  | Pasto elefante solo | Pasto elefante suplementado con |          |                      |
|--|---------------------|---------------------------------|----------|----------------------|
|  |                     | 0,5 kg TA                       | 2 kg mel | 0,5 kg TA + 2 kg mel |
| No. de animales                                    | 3                   | 3                               | 3        | 3                    |
| Peso inicial (kg)                                  | 250,0               | 257,0                           | 248,0    | 265,0                |
| Peso final (kg)                                    | 396,0               | 450,0                           | 448,0    | 488,0                |
| Promedio de aumento de peso diario (g)             | 400,0               | 530,0a*                         | 548,0a   | 613,0a               |
| Consumo de alimento (kg/día)**                     | 5,7                 | 6,6                             | 7,4b     | 7,4b                 |
| Contenido de proteína en la ración consumida (%)** | 11,4                | 13,9                            | 9,1      | 11,3                 |
| Eficiencia del alimento**                          | 14,3                | 12,5c                           | 13,6     | 12,1c                |
| Consumo de pasto elefante (kg/día)**               | 5,7                 | 6,2                             | 6,1      | 5,5                  |

\* Las medias precedidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0,01$ )

\*\* Con base en materia seca.

peso vivo (incluyendo los cuatro novillos durante los primeros siete meses). El Cuadro 39 muestra la respuesta de los 12 novillos, una vez terminado el experimento.

Los novillos que recibieron torta de algodón y/o melaza con pasto elefante presentaron mayores aumentos de peso que aquellos que se alimentaron con pasto elefante solo. La adición de melaza y torta de algodón aumentó el consumo de materia seca, mientras que la torta de algodón, sola o en mezcla con melaza, produjo aumentos más eficientes.

En un segundo experimento, los novillos se alimentaron individualmente con pasto elefante picado, solo o con forraje fresco de yuca recién cortado, como suplemento proteínico, en las proporciones que se presentan en el Cuadro 40. Los novillos que se alimentaron con cualquiera de los dos niveles de forraje de yuca, mostraron aumentos de peso más rápidos y digestibilidad del alimento más eficiente que en el caso de los novillos alimentados con pasto elefante solo. La respuesta de los dos grupos que recibieron forraje de yuca

no fue significativamente diferente, lo cual indica que el nivel de yuca del 25 por ciento proporcionó la proteína suficiente. No se observaron efectos adversos en los novillos que consumieron el forraje de yuca recién cortado.

### Aplicación en el campo

Aunque aún no se dispone de suficiente información que permita medir los efectos individuales y combinados de las mencionadas prácticas de producción, los resultados indican claramente que si se utiliza la tecnología de que ya se dispone, se puede aumentar significativamente la productividad de los animales y el índice de productividad/hectárea. Hay evidencia que respalda el hecho de que las siguientes prácticas se pueden implementar a corto plazo; suplementación mineral, destete precoz y sistemas de manejo de praderas que incluyan especies de pastos naturales y/o mejoradas en las áreas más altas durante la época lluviosa y pastos naturales en las áreas bajas, durante la época de sequía. Se espera que el uso de praderas cuya base esté representada por plantas leguminosas, aumentará más la

Cuadro 40. Comportamiento de novillos alimentados con pasto elefante, solo o con forraje de yuca, durante ocho meses.

|   | Pasto elefante solo | 75% de pasto elefante + 25% de forraje de yuca | 50% de pasto elefante + 50% de forraje de yuca |
|---|---------------------|--|--|
| No. de animales                         | 3                   | 3  | 3  |
| Peso inicial (kg)                       | 265.5               | 276.3  | 270.0  |
| Peso final (kg)                         | 342.5               | 392.7  | 379.0  |
| Promedio de ganancia de peso diario (g) | 306.0               | 461.0a*  | 445.0a   |
| Materia seca consumida (kg/día)         | 5.4                 | 6.3  | 6.1  |
| Proteína cruda (%)**                    | 6.0                 | 9.7  | 13.0   |
| Eficiencia del alimento**               | 17.6                | 13.7b  | 13.7b  |

\* Las medias precedidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.01$ )

\*\* Con base en materia seca

productividad, particularmente durante la época de sequía.

*rufa* para reducir progresivamente la población de *I. hirsuta*.

### La unidad familiar

En el informe Anual del CIAT de 1974, se hizo una descripción de la unidad familiar y se estableció que, operacionalmente, es funcional. Bajo este sistema de manejo de fincas, se ha constatado que el agricultor es receptivo a la aplicación de prácticas mejoradas, a la vez que ha demostrado su capacidad de administrar la unidad y ejecutar las tareas agrícolas necesarias.

Se ha obtenido información valiosa sobre el establecimiento y pastoreo de ganado en las praderas con base en leguminosas y gramíneas. Cuando la gramínea de las praderas mixtas era *Paspalum plicatum*, la población de *Stylosanthes humilis* aumentó notoriamente mientras que la de *Stylosanthes guyanensis* se redujo. La población de *P. plicatum* persistió. También se observó que, en combinación con *P. plicatum*, la leguminosa *Indigofera hirsuta* se estableció con facilidad. Sin embargo, debido a que el ganado rehusó pastorear el *I. hirsuta* fue necesario sembrar en franjas *Hyparrhenia*

En 1975, la tasa de natalidad del hato fue del 50 por ciento (inferior a lo esperado). Se espera que el porcentaje de nacimientos mejore cuando se logre aumentar la disponibilidad de praderas mejoradas. No se registró mortalidad en los terneros ni en los animales adultos.

En términos generales la producción de cultivos alimenticios dentro de la unidad familiar ha sido satisfactoria. Se han obtenido buenos rendimientos en cultivos de caupí y de arroz. El establecimiento de plántulas de plátano ha sido también satisfactorio, lo cual constituye un aporte positivo a la unidad familiar, lo mismo que la crianza de algunas gallinas para producir huevos y carne para el consumo de la familia: para alimentar estas y otras aves de corral se utilizan alimentos varios que la finca produce.

En la sección sobre economía agrícola de este Programa, se discuten modelos de simulación de unidades agrícolas pequeñas, basadas en la explotación de ganado de carne.

## ADiestRAMIENTO

Durante 1975, ocho internos posgraduados recibieron adiestramiento en el Programa de Ganado de Carne. Esta categoría de adiestramiento totalizó 58 meses-hombre o aproximadamente 7 meses por persona, e incluye principalmente la metodología de la investigación, de acuerdo con el interés disciplinario del becario.

El número de becarios especiales (que permanecen en el CIAT por un periodo menor de tres meses) aumentó sustancialmente durante este año. De esta categoría 13 becarios (29 meses-hombre) permanecieron en el CIAT, aproximadamente dos meses; nueve de ellos recibieron adiestramiento supervisados por los científicos de la unidad de salud animal, los otros realizaron proyectos a corto plazo en los programas de pastos y forrajes y de control de malezas.

El número de investigadores asociados visitantes\* también está aumentando rápidamente. Actualmente dos de ellos que aspiran al doctorado, están trabajando en sus proyectos de tesis en salud animal, dos en producción pecuaria, dos en pastos y forrajes y uno en economía agrícola. La mayor parte del costo en relación con estos proyectos de estudio es financiado por donativos especiales otorgados por instituciones fuera del CIAT. La investigación que realizan estos asociados contribuye a los objetivos globales del programa, y también a cumplir con los requisitos académicos para obtener sus grados profesionales en instituciones académicas con las cuales colabora el CIAT.

Durante el año, tres becarios de estudio\*\* recibieron su maestría con finan-

ciación parcial o total brindada por el CIAT. Dos becarios obtuvieron sus grados académicos por proyectos desarrollados en salud animal y uno en economía agrícola. Otros tres becarios de estudio comenzaron sus tesis de maestría y recibirán el título en 1976.

El tiempo total de adiestramiento, en estas cuatro categorías, es de 30 años-hombre y 2 años-hombre por científico, en el Programa de Ganado de Carne.

### **Programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria**

El cuarto Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria (PAEPP) se inició en marzo de 1975 y tuvo una duración de 10 meses. Con base en las experiencias obtenidas en los PAEPP anteriores se hicieron algunos cambios en el programa a fin de darle mayor fortaleza y actualidad.

1. En virtud de que muchas áreas, tales como nutrición, manejo de fincas ganaderas y medicina preventiva, son totalmente diferentes en cuanto a producción de carne y producción porcina, se decidió: a) concentrar este cuarto PAEPP sobre ganado de carne y b) diseñar un curso separado para 1976, en producción de ganado porcino.
2. Al evaluar las actividades de los graduados en cursos anteriores, se encontró que había sido poco su esfuerzo por impartir el conocimiento adquirido en el CIAT a sus colegas en sus respectivas instituciones, siendo éste uno de los objetivos fundamentales del PAEPP. Un factor que limitó el "efecto multiplicador" a nivel nacional, parece estar relacionado con el hecho de que cada país, solamente tuvo dos o tres participantes. En consecuencia, resultaba muy reducido el número de personas de un solo país que podrían trabajar en grupo para lograr cambios en los programas educativos pecuarios que tradicionalmente se imparten en

\* Candidatos a grado de Ph.D. que hacen investigación de tesis en el CIAT

\*\* Candidatos a grado de Maestría que hacen investigación de tesis en el CIAT

América Latina. Por lo tanto, en el cuarto PAEPP, se seleccionaron 20 participantes (9 colombianos y 11 paraguayos). Para la selección, los participantes debían comprometerse a ocupar una posición en sus respectivas instituciones, en la cual el conocimiento adquirido pudiera ser utilizado para adiestrar a otras personas.

3. En consideración a que los estudiantes universitarios recientemente graduados en zootecnia y veterinaria necesitan tener una mayor preparación para enfrentarse a problemas prácticos de la producción pecuaria, se decidió incluir en este PAEPP un número mayor de profesores universitarios (50 por ciento del total) en comparación con cursos anteriores. Se espera que estos profesores estarán en condiciones de iniciar y/o mejorar los cursos de producción pecuaria a nivel universitario.

4. La etapa práctica de los cursos anteriores se había desarrollado en ganaderías comerciales localizadas en la costa norte de Colombia, sin tener en cuenta la nacionalidad de los participantes. Desde el punto de vista administrativo y de logística, esta localización era ideal; sin embargo, se comprobó que no era del todo adecuada para los becarios llegados de otros países, debido a que tenían dificultades de adaptación a las condiciones locales. Los patrones de tipo social, las relaciones de orden económico de la producción pecuaria, los nombres comerciales de los productos agroquímicos y de los medicamentos de patente utilizados en el ganado, eran diferentes. Aun la terminología relacionada con la actividad pecuaria, utilizada en la zona mencionada, presentaba problemas que hicieron que la experiencia del adiestramiento fuera algo menos que óptima.

Para reducir en lo posible estos factores negativos, el curso de 1975 se reestruc-

turó de manera que los 11 becarios paraguayos permanecieran por tres meses en el CIAT, durante la etapa teórica del adiestramiento, haciendo uso de las facilidades de la institución y aprovechando las enseñanzas de los científicos, período después del cual regresaron al Paraguay a realizar la etapa práctica. Con este propósito se localizó un asistente de adiestramiento en Paraguay para brindar apoyo a las instituciones locales en la realización de la etapa práctica. La facultad de medicina veterinaria de la Universidad de Asunción y el Ministerio de Agricultura, están financiando el programa de adiestramiento en el Paraguay.

5. Por primera vez, todas las fincas ganaderas seleccionadas para efectuar en ellas la fase práctica del adiestramiento, recibieron crédito para desarrollar sus empresas, el cual fue otorgado por el Gobierno de Colombia. Se considera que este es un índice significativo de que los ganaderos desean mejorar sus instalaciones.

#### **Algunas observaciones prácticas**

Además de cumplir con la labor de brindar adiestramiento a los becarios, el PAEPP proporciona la oportunidad a estos técnicos y a los científicos del CIAT de estudiar a fondo los problemas de los ganaderos y participar activamente —a nivel de las fincas— en la búsqueda de mejores tecnologías que, si son aceptadas y aplicadas, contribuirán al mejoramiento de la situación de los ganaderos. Algunas observaciones prácticas obtenidas de la experiencia lograda hasta ahora con el PAEPP, se mencionan a continuación:

Las experiencias obtenidas en la costa norte de Colombia, en los cuatro años pasados, demuestran claramente que la producción de leche en fincas dedicadas al ganado de carne es una parte integral de la misma y representa una alta proporción de

la leche que se produce en la región. La creciente aceptación del sistema mixto indicaría que es rentable; sin embargo, no existen aún suficientes datos para dejar establecidas conclusiones definitivas. Los terneros de las vacas que no se ordeñan, tienen un mayor peso al destete; sin embargo, la diferencia en peso a los 18 meses es menos evidente, lo cual indica que el retraso en el crecimiento del ternero antes del destete debido al ordeño parcial de sus madres, se puede recuperar (crecimiento compensatorio), pasado un año del destete.

Este sistema requiere: a) que las vacas tengan un parto durante el año y b) que el ternero este presente en cada ordeño para estimular el descenso de la leche a los pezones; por otra parte dificulta la adaptación de técnicas que son convencionales en el manejo de hatos en la producción de ganado de carne. Es imposible establecer una época definida de apareamiento, lo cual hace que el destete, la selección de animales más aptos, el mantenimiento de la salud del hato, la constancia en el registro de datos de producción y el mercadeo, sean prácticas más fáciles. El sistema actual (producción de leche | producción de carne) se aproxima más a las operaciones que se efectúan en el manejo de ganado lechero, lo cual requiere un tipo más intensivo de administración. Por tal razón, una región en la cual las prácticas básicas de manejo y de salud animal son difíciles de implementar, requiere el establecimiento de un sistema de administración muy complicado y bien supervisado.

El problema crítico que encontró el PAEPP (en términos de soluciones posibles) es el de mantener un nivel nutricional adecuado durante los tres a cinco meses de la estación seca. En muchas regiones de tierras bajas, este problema reduce drásticamente la producción anual de carne y de leche. La preservación de forraje (heno o ensilaje) no es una práctica que resulta fácil, debido a su alto costo y a

las complicaciones del clima, en épocas críticas de cosecha del forraje. La utilización de la caña de azúcar madura, como suplemento durante la estación de sequía, es promisoria por su capacidad de almacenar una gran cantidad de energía durante la estación de lluvias y de mantener su valor nutricional, a lo largo de la estación seca, que es cuando se necesita brindar suplementos alimenticios al ganado. Se ha constatado que los ganaderos cooperadores con el PAEPP que suministran caña de azúcar durante la estación seca, están convencidos de que esta práctica tiene cabida dentro de sus programas de manejo de hatos.

### **Elaboración de materiales de enseñanza**

Una función importante, en el área de las ciencias pecuarias, es la de trabajar con los científicos en la elaboración de materiales de enseñanza para su utilización en los programas de adiestramiento en el CIAT y también para proporcionarlos a las instituciones nacionales que imparten este tipo de adiestramiento.

Con anterioridad a 1975, la mayoría de los materiales utilizados para el adiestramiento carecían de suficiente ilustración. En algunos casos, se utilizaban transparencias a color; sin embargo, no se disponía de copias de estas ayudas visuales para los becarios debido a que, en pequeña escala, su reproducción es muy costosa.

Se consideró que sería muy provechoso organizar y colocar en un formato más adecuado para los propósitos didácticos, toda aquella información generada en el CIAT y en otras fuentes que la produzcan. De esta manera, se lograría un mejoramiento en la calidad de la enseñanza y se utilizaría con más efectividad el tiempo que anteriormente se requería en varios cursos, durante el año, para repetir algunos conceptos básicos sobre metodología de la investigación y sobre diferentes aspectos de la producción.

En este año se inició el desarrollo de un sistema de instrucción audiovisual que combina la proyección de imágenes (transparencias) con narraciones sincronizadas, para lo cual se utilizó el equipo y las facilidades existentes en el CIAT. Se inició un programa de producción de este tipo de ayudas audiovisuales integradas, utilizando transparencias a color (35 mm) con textos narrados, en un guión que complementa la proyección de las transparencias, grabado en una cinta magnetofónica. De los 28 temas que se iniciaron este año, ya se han completado las ayudas visuales correspondientes a los 13 siguientes:

1. Cuidados que se le deben dar a los lechones después de su nacimiento y manejo de los mismos hasta el destete.
2. La técnica de Baerman para identificar larvas de **Dictyocaulus**.
3. La técnica de McMaster para identificar huevos de parásitos gastrointestinales y quistes de *Eimeria zurnii*.
4. Identificación de malezas en las praderas tropicales.
5. El control de malezas en las praderas de tierras bajas tropicales.
6. El manejo del ganado de carne en las tierras bajas tropicales.
7. Métodos de identificación de los animales que integran un hato, de castración y de remoción de cuernos.
8. Técnicas de necropsia en bovinos.
9. Técnicas de necropsia en porcinos.
10. Prueba de aglutinación en tarjeta para la identificación de **Babesia**.
11. Enfermedades comunes en porcinos.

12. Preparación de antígenos.

13. Prácticas de inmunización contra la babesiosis.

## PROYECCION EXTERNA

Se continua dando énfasis a las actividades que contribuyen a lograr una proyección externa en relación con el Programa de Producción de Ganado de Carne, puesto que la efectividad de la contribución de este programa al desarrollo de las tierras bajas tropicales, está determinada por lo que se haga en colaboración con las instituciones nacionales ligadas a la actividad pecuaria.

Se ha continuado visitando las instituciones nacionales y los programas que impulsan la ganadería de carne en las áreas tropicales, en especial de América Latina y se mantienen vivos los contactos previamente establecidos en los países visitados. El propósito de tales visitas es el de identificar posibles candidatos a becarios que luego vengan al CIAT a recibir adiestramiento, proveer asistencia técnica y explorar posibilidades para establecer proyectos cooperativos.

Se llevaron a cabo tres seminarios en relación con la producción de ganado en los trópicos. El primero de ellos fue sobre hemoparásitos, el cual reunió 85 participantes de 17 países. El segundo congregó a especialistas en ectoparasitología y se discutió sobre la ecología y el control de los parásitos externos que son de importancia económica en el ganado de carne en América Latina y en el cual participaron 75 especialistas de 21 países. El tercer seminario se concentró en la caracterización del sector pecuario en algunos países seleccionados, con 29 participantes de las Américas.

Las siguientes entidades financiaron algunos proyectos especiales del Programa: la USAID, para el proyecto de hemoparásitos realizado por la Universidad de Texas A&M-CIAT; el Overseas Development Ministry del Reino Unido, para el proyecto sobre acarología; el International Board of Plant Genetic Resources, para estudios en forrajes; la Universidad de Wageningen, para estudios en zootecnia tropical; el International Mineral and Chemical Corporation, para estudios sobre suelos; el International Fertilizer Development Center, también para estudios sobre suelos; la Fundación Ford, en estudios sobre economía pecuaria y el Banco Interamericano de Desarrollo, para adiestramiento.

Los proyectos de investigación y de adiestramiento se llevaron a cabo en Colombia, con la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Caja Agraria y varios ganaderos del sector privado. Adicionalmente, la investigación y el adiestramiento en salud animal se hizo con la colaboración del Centro Internacional para la Investigación Médica, localizado en Cali, y con el Centro Panamericano de Zoonosis, en Buenos Aires, Argentina.

#### PUBLICACIONES\*

##### *Salud animal*

**AYCARDI, E.** Enfermedades de la reproducción. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en el II Congreso Latinoamericano de Buiatría, Maracaibo, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ **SALAZAR, J. and CORTES, J. M.** Infectious bovine rhinotracheitis survey in range cattle. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en el XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salonica, Grecia, 1975.

**CORRIER, D. C.** The epidemiology of bovine anaplasmosis and babesiosis in the lowland tropics of Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: Seminario sobre Epidemiología y Control de Anaplasmosis y Babesiosis en América del Sur, Cali, Colombia, CIAT, 1975.

**EVANS, D. E.** Points arising from tick distribution data in Latin America. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: Seminario sobre la Importancia Económica de los Ectoparásitos en la Industria Ganadera en América Latina. Cali, Colombia, CIAT, 1975.

**GONZALEZ, E. F. y TODOROVIC, R. A.** Evaluación de la inmunidad co-infecciosa y estéril en el control de la babesiosis bovina. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: II Congreso Latinoamericano de Buiatría, Maracaibo, Venezuela, 1975.

\* Esta lista incluye únicamente artículos que no han sido publicados dentro de las series del CIAT.

**GUZMAN, V. H.** Intoxicación crónica por ácido cianhídrico en ratas y su interacción con la proteína y el tiosulfato de sodio de la dieta. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 175p.

Tesis presentada como requisito parcial para optar la Maestría. Universidad Nacional | Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia, 1975.

\_\_\_\_\_ y **MORALES, G. A.** Intoxicación en bovinos por nitratos acumulados en pasto elefante. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 16p.

**MORALES, G. A.** Leptospirosis in domestic animals and its importance as an occupational disease in human beings. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: X Congreso Latinoamericano de Patología, Recife, Brazil, 1975.

\_\_\_\_\_ Sylvatic echinococcosis as a threat to human beings in newly colonized areas. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: X Congreso Latinoamericano de Patología, Recife, Brazil, 1975.

\_\_\_\_\_ The involvement of the capybara (*Hydrochoerus hydrochoeris*) in the epidemiology of *T. evansi*. Cali, Colombia, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: X Congreso Latinoamericano de Patología, Recife, Brazil, 1975.

\_\_\_\_\_ The pathology of swine dysentery. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: X Congreso Latinoamericano de Patología, Recife, Brazil, 1975.

\_\_\_\_\_ and **BELTRAN, L. E.** The study of swine diseases in the Cauca Valley. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 63p.

Trabajo presentado en: Curso Organizado de Porcicultura, Medellín, Colombia, 1975.

\_\_\_\_\_ **BELTRAN, L. E.** and **AYCARDI, E.** Three agents involved in swine dysentery in Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salonica, Grecia, 1975.

\_\_\_\_\_ **VALDES, A.** and **BELTRAN, L. E.** Swine aphthous fever —devastating malady in the tropics. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salonica, Grecia, 1975.

**RUBINSTEIN, EUGENIA M.** and **BELTRAN, L. E.** Economic losses from foot and mouth disease: a case study on a pig farm in Colombia. *Tropical Animal Health and Production* 7:149-151. 1975.

**THOMPSON, D. C.** A review of knowledge of the vectors of bovine anaplasmosis. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: Seminario sobre Epidemiología y Control de Anaplasmosis y Babesiosis en América del Sur. Cali, Colombia, CIAT, 1975.

**THOMPSON, D.C.** The contribution of the basic scientist to arthropod control. Cali, Colombia, 1975 (Resumen).

Trabajo presentado en: Seminario sobre la Importancia Económica de los Ectoparásitos en la Industria Ganadera en América Latina. Cali, Colombia, CIAT, 1975.

**TODOROVIC, R. A.** Serologic diagnosis of babesiosis: a review. **Tropical Animal Health and Production** 7:1-14. 1975.

\_\_\_\_\_. Babesiosis. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: Simposio sobre Inmunología de Enfermedades Animales Causadas por Hemoparásitos. XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salónica, Grecia, 1975.

\_\_\_\_\_. Non-chemical control of blood parasites (*Babesia* spp.) Cali, Colombia, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salónica, Grecia, 1975.

\_\_\_\_\_ y **GÓNZALEZ, E. F.** Avances recientes en el serodiagnóstico de babesiosis bovina. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: Sección III - Enfermedades Transmisibles y por Hematozoarios, II Congreso Latinoamericano de Buiatría, Maracaibo, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ **GONZALEZ, E. F.** and **ADAMS, L. G.** *Babesia bigemina*, *Babesia argentina* and *Anaplasma marginale*. Co-infectious immunity in bovines. **Experimental Parasitology** 37:179-192. 1975.

\_\_\_\_\_ **LOPEZ, L. A.** and **GONZALEZ, E. F.** Bovine babesiosis and anaplasmosis: control by premunition and chemoprophylaxis. **Experimental Parasitology** 37:92-104. 1975.

\_\_\_\_\_ and **TELLEZ, C. H.** The premunition of adult cattle against babesiosis and anaplasmosis in Colombia, South America. **Tropical Animal Health and Production** 7:125-131. 1975.

**WELLS, E. A.** Methods of tick control. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 5p.

Trabajo presentado en: VIII Reunión Interamericana (nivel ministerial) sobre Fiebre Aftosa y Control de Zoonosis, Organización Panamericana de la Salud, Guatemala, 1975.

\_\_\_\_\_ **ANGEL, D.** and **MORALES, G.** Mammalian reservoirs of *Trypanosoma evansi* in the Llanos Orientales of Colombia, South America. (Resumen). **Journal of Protozoology** 22:57A. 1975.

\_\_\_\_\_ **AYCARDI, E.** and **MORALES, G. A.** Methodology of disease investigation in the tropics. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: XX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria, Salónica, Grecia, 1975.

### *Economics*

**VALDES, A.** and **ESTRADA, R. D.** The interaction of credit and price policies in the adoption of technology: the case of improved pastures in Colombian tropical savanna. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 34p.

Trabajo presentado en: Seminario sobre Políticas Agrícolas, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C. 1975.

**VALDES, A. and FRANKLIN, D. J.** Credit and price policies and the adoption of technology: an ex ante analysis for cattle ranches in the Eastern Plains of Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 37p.

Trabajo presentado en: Seminario internacional sobre Análisis Económico en el Diseño de una Nueva Tecnología para los Pequeños Agricultores. Cali, Colombia, CIAT, 1975.

\_\_\_\_\_ **GUTIERREZ, N. y PALADINES, O.** Modelos de sistemas de producción de ganado de carne. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

### *Pastos y forrajes*

**ARGEL, P. y DOLL, J.** Control de arbustos en potreros. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: VII Seminario de Comalfi, Bogotá, Colombia, 1975.

\_\_\_\_\_ y **DOLL, J.** Control de cortadera (*Scleria pterota*) y establecimiento de pasto. **Revista Comalfi** 2(4):222. 1975.

\_\_\_\_\_ y **DOLL, J.** Uso de herbicidas en leguminosas forrajeras. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: VII Seminario de Comalfi, Bogotá, Colombia, 1975.

\_\_\_\_\_ **DOLL, J. y PIEDRAHITA, W.** Observación del efecto de glifosato sobre la germinación de *Paspalum virgatum*. **Revista Comalfi** 2(3):180-181. 1975.

\_\_\_\_\_ **DOLL, J. y PIEDRAHITA, W.** Control de malezas en las leguminosas forrajeras (*Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guyanensis*). **Revista Comalfi** 2(4):212. 1975.

\_\_\_\_\_ **VILLEGAS, C. y DOLL, J.** Control de cortadera (*Scleria pterota*) y tacana (*Heliconia bihai*) en potreros. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: VII Seminario de Comalfi, Bogotá, Colombia, 1975.

**FORERO, O. et al.** Crecimiento de novillos en la sabana tropical de los Llanos Orientales de Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ **et al.** Crecimiento y engorde de novillos en praderas de pasto gordura (*Melinis minutiflora*) en los Llanos Orientales de Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

VILLEGAS, C. y DOLL, J. Factores importantes en aplicaciones a tocones con horqueta. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: VII Seminario de Comalfi, Bogotá, Colombia, 1975.

### *Sistemas de producción*

GOMEZ, J. *et al.* Efecto del destete precoz en vacas de primer parto con relación a la siguiente preñez y al peso. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

RAUN, N. S. Legumes and legume-grass associations in the American tropics. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 7p.

Trabajo presentado en: IX Conferencia Anual sobre Ganadería y Avicultura en América Latina, Universidad de Florida, Gainesville, 1975.

\_\_\_\_\_ Overview of the livestock industry in Latin America. In *The role of animals in the world food situation*. Conferencia. Documentos de trabajo. Nueva York, N.Y., Fundación Rockefeller, 1975. pp.21-23.

\_\_\_\_\_ Production potential for ruminants in the lowland tropics of Latin America. In *The role of animals in the world food situation*. Conferencia. Documentos de trabajo. Nueva York, N.Y., Fundación Rockefeller, 1975. pp. 61-63.

STONAKER, H. H. Beef production systems in the tropics. I. Intensive production systems on infertile soils. *J. Anim. Sci.* 41(4):1218. 1975.

\_\_\_\_\_ *et al.* Crecimiento de novillas relacionado con minerales y pastos. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ *et al.* Mineral-pasture systems and Zebu growth-calving. (Resumen). *J. Anim. Sci.* 41(1): p. 340. 1975.

\_\_\_\_\_ *et al.* Reproducción en vacas en los Llanos Orientales de Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

ZEMMELINK, G. Efecto de picar sobre la digestibilidad de *Stylosanthes guyanensis*. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ Valor nutritivo de *Stylosanthes guyanensis*. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Abstract).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

**ZEMMELINK, G.** El efecto de picar *Stylosanthes guyanensis* sobre el valor nutritivo medido con ovejas Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ y **TOLKAMP, B. J.** Efecto de la torta de algodón y urea más melaza en la utilización de pasto nativo maduro. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

\_\_\_\_\_ y **TOLKAMP, B. J.** Suplementación de ovinos en los Llanos Orientales colombianos. Cali, Colombia, CIAT, 1975. (Resumen).

Trabajo presentado en: V Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Maracay, Venezuela, 1975.

#### *Adiestramiento*

**MOORE, C. P.** One system for training livestock production specialists in the lowland tropics. **World Animal Review** 13: 38. 1975.

\_\_\_\_\_ Livestock production training. In *Strategies for agricultural education in developing Countries*. Conferencia. 2a., Bellagio, Italy, 1975. New York, N.Y., Fundación Rockefeller, 1976. p. 72.





# Sistemas de producción de yuca

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

El objetivo básico del programa de yuca es suministrar tecnología adecuada que permita obtener altos rendimientos con niveles bajos de insumos. El programa ha desarrollado prácticas culturales y sanitarias sencillas, las cuales constituyen el soporte principal de esta tecnología y que se utilizarán con las variedades o líneas mejoradas. El material mejorado estará constituido por plantas eficientes con resistencia natural a las enfermedades y plagas, lo mismo que a ciertas condiciones del suelo como acidez y poca fertilidad.

Una planta eficiente es aquella que guarda un equilibrio perfecto entre la fuente de producción —las hojas— y el producto que se desea obtener —las raíces—. Se ha encontrado que las variedades que mantienen un índice de área foliar (proporción de la superficie foliar por área de suelo) de 3 a 3,5 son las que logran alcanzar el equilibrio correcto de toda planta eficiente. La información del modelo indica que las mejores variedades son aquellas que poseen una vida foliar larga y cuyas ramas comienzan a formarse entre los cuatro y seis meses de edad. Los rendimientos fácilmente obtenibles, bajo las condiciones del CIAT, sin ninguna clase de limitaciones (por ejemplo, enfermedades y plagas) y con un equilibrio casi perfecto, son aproximadamente de 25 ton/ha/año de raíces secas.

Aunque el CIAT ya había desarrollado la tecnología para producir material de propagación no contaminado con añublo bacterial (ABY), existía la duda de si los agricultores la aceptarían; por este motivo, se estudió la resistencia varietal. Para hacer la evaluación se desarrolló un procedimiento rápido de inoculación mediante el cual se inoculan las hojas cortándolas con tijeras infestadas. Se encontró que un número reducido de cultivares tenía una resistencia buena, y que las líneas resistentes cruzadas con líneas susceptibles podían transmitir dicha resistencia a su progenie, permitiendo por lo tanto desarrollar líneas de altos rendimientos. Se obtuvieron resultados similares con las enfermedades del superalargamiento y la mancha foliar inducida por *Phoma* (de importancia local) y con la mancha foliar inducida por *Cercospora* (de importancia mundial). También, se encontró una nueva enfermedad bacterial probablemente diseminada por los insectos.

Se continuó trabajando en la evaluación de líneas resistentes a los insectos y en las medidas de control. Los trips indujeron pérdidas considerables en líneas susceptibles incluso bajo las condiciones de alta fertilidad del suelo y con el patrón de distribución pluvial relativamente uniforme que existe en la sede del CIAT. Gran parte del banco de germoplasma resultó resistente a los trips. Los estudios sobre los ácaros, muy frecuentes en las áreas yuqueras con períodos largos de sequía, sugieren que algunas líneas de yuca podrían ser resistentes. Aunque el uso de insecticidas no constituye una parte sustancial de nuestra tecnología, se emplean niveles bajos de insecticidas que se colocan alrededor del material de propagación y que sirven para controlar eficazmente algunas plagas no específicas de la yuca que reducen la germinación y el establecimiento de las plántulas.

El programa de fitomejoramiento está tratando de combinar los componentes de las plantas eficientes y la resistencia con otras características como lo son una mayor duración de las raíces almacenadas y el incremento en el contenido de almidón. El problema que presentaba la desconcertante falta de correlación entre los rendimientos obtenidos de los ensayos en los que se usaba un solo surco por variedad y los de los ensayos en que se usaban poblaciones en parcelas se obvió, tomando el índice de cosecha como criterio de selección. Igualmente, se encontró que a los siete meses después del trasplante ya había una correlación alta entre las generaciones provenientes de semilla sexual y las provenientes de cangres respecto al rendimiento, lo cual contribuye a agilizar la selección. En la sede del CIAT se obtuvieron rendimientos de 60 ton|ha mediante el empleo de estas técnicas para la selección de variedades.

Se completó la recolección de datos del estudio agroeconómico sobre la producción de yuca en Colombia. Hasta el momento, se han realizado análisis sobre la incidencia de enfermedades e insectos, las características del suelo, las tendencias de los rendimientos y el uso de tecnología mejorada en cinco zonas ecológicas. Los rendimientos promedio fueron inferiores a 8 ton|ha en cuatro de las zonas y de sólo 12 ton|ha en la mejor de ellas.

En nueve localidades de Colombia se llevaron a cabo ensayos regionales para los cuales se empleó una cantidad mínima de insumos y buenas prácticas culturales (control de malezas, semilla libre de enfermedades, poblaciones óptimas de plantas por unidad de área y otras). Las variedades locales alcanzaron un rendimiento promedio de 18 ton|ha en menos de un año, el cual supera los obtenidos por los agricultores de la región (3 a 12 ton|ha). El uso de cultivares seleccionados CIAT-ICA, aumentó aún más los rendimientos hasta un promedio de 30 ton|ha. En consecuencia, mediante el simple mejoramiento de las prácticas tecnológicas se pueden obtener mayores rendimientos y si a la tecnología se aúna el uso de variedades mejoradas, los rendimientos alcanzarán niveles extraordinarios. El análisis económico indica que los rendimientos más altos (hasta 43 ton|ha) se obtuvieron en la región de Caicedonia, Departamento del Valle, en donde la Federación Nacional de Cafeteros está cooperando con el CIAT en la introducción de nueva tecnología a través de dos extensionistas adiestrados en el CIAT. En los suelos ácidos de los Llanos Orientales, que son representativos de vastas áreas de los trópicos y actualmente poco productivos, se obtuvieron rendimientos de 25 ton|ha en 9 | 2 meses utilizando tecnología mejorada y prácticas adecuadas de fertilización.

Los becarios procedentes de Asia, África y de países de toda América, durante el año pasado recibieron adiestramiento en el CIAT sobre estas técnicas. El CIAT también llevó a cabo una reunión|discusión con el objeto de estandarizar los métodos de investigación para la evaluación de nuevo material; como resultado, se fijaron las bases para los programas de ensayos regionales en 16 países.

## ECONOMIA

### Análisis agroeconómico

Durante 1975 se completó la colección de datos y también algunos apartes del análisis para el estudio agroeconómico sobre la producción de yuca en Colombia. Además de los resultados y conclusiones principales del análisis económico comparativo sobre sistemas seleccionados para el cultivo de la yuca, se presentan los resultados finales sobre la incidencia de enfermedades e insectos, las características del suelo, los rendimientos y el uso de la tecnología moderna en el proceso de producción.

El Cuadro 1 muestra la incidencia de las enfermedades en cultivos de yuca de cuatro a ocho meses de edad de fincas incluidas en la muestra. La edad del cultivo influyó considerablemente en la presencia de algunas enfermedades. La información sobre cultivos de otras edades se puede solicitar directamente al CIAT. A pesar de las diferencias sustanciales existentes entre las

diversas zonas, la mancha foliar parda (*Cercospora henningsii*), la mancha foliar blanca (*Cercospora caribaea*) y las manchas foliares inducidas por *Phoma* (*Phoma* sp.) se encontraron en muchas parcelas de yuca de todas las zonas. La enfermedad del superalargamiento (*Sphaceloma*) se encontró en un gran número de fincas de la zona III, en tanto que el añublo bacterial de la yuca (ABY) fue más importante en las zonas III, IV y V. En la zona I se identificó el cuero de sapo, una enfermedad de la raíz potencialmente importante. Aunque el cuero de sapo sólo atacó un número pequeño de fincas, los rendimientos se vieron gravemente afectados.

Los trips, la mosca de la agalla (*Cecidomyiidae*) y la mosca blanca (*Bemisia* sp.) atacaron una proporción grande de las fincas de la muestra en todas zonas (Cuadro 2). Los ácaros y la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.) fueron otros insectos de importancia local.

El Cuadro 3 resume los resultados de los análisis de suelos realizados en las fincas incluidas en la muestra. A pesar de las di-

Cuadro 1. Incidencia de las enfermedades de la yuca en las fincas incluidas en la muestra en cinco zonas\* (Porcentaje de las fincas y de las áreas afectadas).

|  | Zonas  |      |        |      |        |                  |        |      |        |      |
|--|--------|------|--------|------|--------|------------------|--------|------|--------|------|
|  | I      |      | II     |      | III    |                  | IV     |      | V      |      |
|  | Fincas | Area | Fincas | Area | Fincas | Area             | Fincas | Area | Fincas | Area |
| Mancha foliar parda                          | 28     | 6,1  | 31     | 6,5  | 75     | 9,9 <sup>a</sup> | 71     | 29,4 | 80     | 42,7 |
| Mancha foliar blanca                         | 70     | 39,9 | 92     | 48,3 | 24     | 2,0              | 29     | 3,7  | 57     | 21,7 |
| Mancha foliar inducida por <i>Cercospora</i> | 57     | 26,5 | 31     | 7,3  | 69     | 28,5             | 49     | 7,6  | 55     | 25,1 |
| Ceniza de la yuca                            | 46     | 17,4 | 16     | 31,1 | 52     | 5,3              | 9      | 1,2  | 9      | 3,0  |
| Mancha foliar inducida por <i>Phoma</i>      | 41     | 13,0 | 42     | 9,3  | 0      | 0,0              | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  |
| Superalargamiento                            | 2      | 0,5  | 0      | 0,0  | 63     | 7,3              | 24     | 3,9  | 0      | 0,0  |
| Añublo bacterial (ABY)                       | 2      | 0,4  | 0      | 0,0  | 14     | 2,3              | 25     | 11,0 | 30     | 8,6  |
| Pudrición radical                            | 2      | 0,3  | 3      | 0,6  | 0      | 0,0              | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  |
| Mildeo polvoso                               | 2      | 0,1  | 0      | 0,0  | 24     | 3,3              | 5      | 0,8  | 0      | 0,0  |
| Cuero de sapo**                              | 11     | -    | 0      | 0,0  | 0      | 0,0              | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  |

\* Zona I, Cauca; II, Valle y Quindío; III, Tolima; IV, Meta; V, Magdalena

\*\* La incidencia se midió en la época de la cosecha.

erencias considerables encontradas entre las zonas, parece que la yuca se cultiva con mayor frecuencia en suelos relativamente pesados, inorgánicos, de poca fertilidad, con un pH bajo y con contenidos bajos de materia orgánica, fósforo y potasio. La

Cuadro 2. Insectos que se encontraron presentes en las plantaciones de yuca de las fincas incluidas en la muestra en cinco zonas (Porcentaje de las fincas y de las áreas afectadas).

|                                    | Zonas  |      |        |      |        |      |        |      |        |      |
|------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|                                    | I      |      | II     |      | III    |      | IV     |      | V      |      |
|                                    | Fincas | Area |
| Trips                              | 59     | 14,2 | 88     | 36,6 | 100    | 63,9 | 95     | 62,9 | 86     | 29,0 |
| Mosca de la agalla                 | 25     | 3,1  | 44     | 8,3  | 69     | 8,9  | 65     | 8,6  | 84     | 15,0 |
| Mosca blanca ( <i>Bemisia</i> sp.) | 70     | 34,3 | 14     | 1,7  | 37     | 16,7 | 25     | 13,2 | 70     | 15,0 |
| Moscas blancas spp.                | 48     | 14,4 | 5      | 0,3  | 12     | 3,8  | 0      | 0,0  | 5      | 0,0  |
| Hormiga cortadora                  | 10     | 2,5  | 5      | 0,3  | 24     | 2,5  | 0      | 0,0  | 2      | 2,0  |
| Mosca del cogollo                  | 8      | 1,3  | 30     | 8,1  | 3      | 0,7  | 24     | 8,6  | 0      | 0,0  |
| Mosca de la fruta (en los tallos)  | 7      | 2,0  | 75     | 25,6 | 14     | 6,3  | 5      | 0,6  | 9      | 10,0 |
| Saltahojas                         | 2      | 0,2  | 2      | 0,8  | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  | 18     | 1,0  |
| Gusano cachón                      | 0      | 0,0  | 2      | 0,6  | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  | 11     | 2,0  |
| Crisomélidos                       | 5      | 0,3  | 6      | 1,9  | 0      | 0,0  | 0      | 0,0  | 5      | 0,0  |
| Píngidos (chinche de encaje)       | 16     | 2,6  | 3      | 0,4  | 7      | 0,5  | 7      | 1,6  | 0      | 0,0  |
| Acaros                             | 7      | 1,6  | 8      | 1,0  | 41     | 11,4 | 9      | 2,7  | 43     | 34,0 |

Cuadro 3. Características del suelo estudiadas en las fincas incluidas en la muestra (promedio por zona).

|  | Zonas  |       |        |       |       |
|--|--------|-------|--------|-------|-------|
|  | I      | II    | III    | IV    | V     |
| Materia orgánica (%)                     | 5,22   | 3,69  | 5,33   | 3,53  | 1,93  |
| Menos de 4%*                             | 26,20  | 75,00 | 32,20  | 60,00 | 97,70 |
| Fósforo (ppm)                            | 1,78   | 32,89 | 2,62   | 21,36 | 69,66 |
| Menos de 15 ppm*                         | 100,00 | 35,90 | 100,00 | 72,70 | 31,80 |
| Potasio (meq  100 g)                     | 0,21   | 0,45  | 0,26   | 0,12  | 0,22  |
| Menos de 0,30 meq  100 g*                | 80,30  | 37,50 | 76,30  | 94,60 | 81,80 |
| Aluminio (meq  100 g)                    | 4,37   | 0,06  | 0,84   | 2,84  | 0,06  |
| pH                                       | 4,69   | 5,73  | 5,21   | 4,75  | 6,59  |
| Menos de 5,5*                            | 100,00 | 12,50 | 83,10  | 89,10 | 6,80  |
| Saturación de sodio(%)                   | 1,46   | 0,46  | 0,18   | 0,48  | 5,16  |
| Calcio magnesio                          | 1,66   | 5,42  | 2,67   | 2,65  | 4,37  |
| Capacidad de intercambio<br>(meq  100 g) | 20,33  | 15,26 | 24,08  | 11,80 | 9,75  |

\* Porcentaje de fincas

zona II alcanzó los mayores rendimientos y el contenido más alto de potasio en el suelo. No obstante, hasta que no se realicen análisis posteriores, es apresurado concluir que los mayores rendimientos obtenidos en zonas tales como la II obedecen principalmente al alto contenido de potasio.

Aunque el uso de la tecnología moderna varía de acuerdo con las zonas, las diferencias regionales son menos marcadas en el caso de la yuca que en el caso de otros cultivos como el frijol. La producción yuquera más avanzada, desde el punto de vista tecnológico, es la de la zona II; las zonas I, III y IV tienen sistemas más tradicionales (Cuadro 4). Muchos productores emplean insecticidas en todas las zonas pero el uso de fertilizantes químicos, fungicidas y herbicidas, es muy reducido. La maquinaria se utiliza únicamente para la preparación de la tierra, pero sujeta a la topografía y al tamaño de la finca.

Los rendimientos fueron sumamente bajos en las zonas I, III y IV. Actualmente, se está haciendo un análisis cuantitativo

para identificar los principales factores que determinan el rendimiento. Este análisis ya se completó para un grupo amplio de fincas de la zona II incluidas en la muestra, y se encontró que los rendimientos variaron entre 0,5 y 43,3 ton|ha, con un rendimiento promedio de 12,6 ton|ha.

Independientemente del sistema de cultivo, la precipitación pluvial y el contenido de potasio del suelo fueron los factores identificados como los que afectaron en mayor grado los rendimientos en la zona II. Con base en la percepción del agricultor se determinó, para cada finca, la cantidad y el patrón de precipitación durante el ciclo del cultivo, los cuales se clasificaron como normales, excesivos o deficientes. El 60 por ciento de los agricultores dijo que la precipitación fue excesiva y el 40 por ciento restante lo clasificó como normal. La comparación de los rendimientos, bajo estas dos condiciones diferentes, mostró una diferencia altamente significativa de 12.000 kg|ha. Los rendimientos promedios, en las parcelas con una precipitación pluvial excesiva, fueron de 8.238 kg|ha, en

**Cuadro 4** Tamaño de la finca, rendimientos y tecnología seleccionada para la producción de yuca en las fincas incluidas en la muestra (promedio por zona).

|   | Zonas |      |      |      |      |
|---|-------|------|------|------|------|
|   | I     | II   | III  | IV   | V    |
| Tamaño promedio de las fincas (ha)                | 7,2   | 37,5 | 16,5 | 61,3 | 18,0 |
| Hectáreas en yuca                                 | 2,9   | 6,4  | 2,0  | 9,4  | 5,3  |
| Uso de insumos (% de las fincas)                  |       |      |      |      |      |
| Fertilizantes                                     | 18,0  | 35,9 | 8,5  | 21,8 | 13,5 |
| Insecticidas                                      | 96,7  | 60,9 | 79,7 | 85,5 | 36,4 |
| Fungicidas  | 0,0   | 3,1  | 0,0  | 1,8  | 0,0  |
| Herbicidas  | 0,0   | 10,9 | 0,0  | 3,6  | 0,0  |
| Semilla comprada                                  | 41,0  | 23,4 | 0,0  | 12,7 | 27,3 |
| Crédito   | 29,5  | 12,5 | 10,2 | 23,6 | 20,5 |
| Asistencia técnica                                | 8,2   | 6,3  | 27,1 | 1,8  | 9,1  |
| Preparación mecanizada de la tierra (% de fincas) | 0,0   | 81,3 | 3,4  | 80,0 | 52,3 |
| Monocultivo (% de fincas)                         | 77,1  | 48,4 | 71,2 | 74,6 | 36,4 |
| Rendimientos de la yuca (ton ha)                  | 4,2   | 12,6 | 3,0  | 6,2  | 3,7  |

comparación con 20.509 kg|ha, en las parcelas con una precipitación normal.

Las parcelas se clasificaron en dos grupos con base en las pruebas de suelos realizadas en las fincas de la muestra y de acuerdo con su contenido de potasio; el nivel mínimo aceptable era 30 meq|100 g. Cerca del 45 por ciento de los lotes contenían menos de este nivel. Los rendimientos promedios para estos lotes se calcularon en 7.388 kg|ha y 19.812 kg|ha, con una precipitación excesiva y normal, respectivamente. Los rendimientos de los lotes con 30 meq|100 g o más, fueron 9.259 kg|ha y 20.857 kg|ha para cada una de las condiciones de precipitación, respectivamente. Por consiguiente, la simple comparación de rendimientos indicó que el contenido de potasio redujo los rendimientos entre 1 y 2 ton|ha.

Un análisis más completo del impacto de la precipitación y del contenido de potasio en los rendimientos utilizando una función

de producción, dio rendimientos de 11.800 kg|ha y 1.700 kg|ha cuando las variables fueron la precipitación y el contenido de potasio, respectivamente, lo que confirma los resultados de las comparaciones anteriores.

Falta por realizar algunos análisis que servirán para identificar los factores principales causantes de la disminución de los rendimientos en otras zonas; sin embargo, parece que, además de los factores que acabamos de mencionar, el cuero de sapo de la zona I, la enfermedad del superalargamiento en la zona III y el añublo bacterial de la yuca en las zonas III, IV y V, pueden también afectar adversamente los rendimientos.

#### **Análisis económico de algunos sistemas del cultivo de la yuca**

En un 40 por ciento de aproximadamente el 30 por ciento de las zonas yuqueras de Colombia se siembra la yuca en asocia-

ción con otros cultivos (Informe Anual del CIAT, 1974). La importancia del sistema mixto en la producción de yuca y la carencia de información sobre el comportamiento económico relativo de tal sistema, nos llevó a realizar un análisis económico de sistemas de producción seleccionados en la zona II. Los objetivos que se perseguían eran: 1) calcular los rendimientos relativos, el uso de mano de obra, los costos y beneficios netos de cada uno de los sistemas y 2) identificar los factores —que no sean los beneficios netos relativos— que influyen en la escogencia por parte del agricultor del sistema de cultivo de yuca en Colombia: solamente yuca, yuca y maíz y yuca y frijol.

La selección de la zona II (Valle y Quindío) para dicho análisis obedeció a la importancia que tiene la producción de yuca en esta región y al gran número de cultivadores que emplean los tres sistemas de cultivo. Un poco más de la mitad de los cultivadores de yuca de la región la cultivan sola. Un 34 por ciento de las fincas cultiva yuca y maíz o yuca y frijol (17 por ciento para cada sistema), en tanto que el resto la siembra intercalada con otros cultivos.

El Cuadro 5 presenta el tamaño de la finca, el área sembrada con yuca y el uso de la tecnología moderna en las fincas

incluidas en la muestra para cada sistema de cultivo. Existe una marcada correlación entre el nivel de tecnología y el sistema de cultivo. El nivel más alto de tecnología se encontró en las fincas dedicadas al monocultivo de la yuca, sistema que se practica además en las fincas más grandes y progresistas, mientras que el pequeño agricultor emplea casi siempre el sistema de cultivo intercalado. La preferencia del monocultivo por parte de los grandes agricultores se basa en parte en la creencia de que los beneficios netos, por unidad de área, son más altos lo que a su vez está basado primordialmente, más en la influencia del extensionista que en sus propias experiencias y, parcialmente, en el hecho de que la disponibilidad de crédito es mayor para el monocultivo. En consecuencia, las instituciones que otorgan crédito y brindan asistencia técnica desempeñan un papel importante en el fomento del monocultivo entre los agricultores más progresistas que son, precisamente, aquellos que requieren crédito y reciben asistencia técnica.

Las principales razones expresadas por los productores para conservar un sistema de cultivo mixto fueron: 1) mantener disponibles para el consumo doméstico frijol y/o maíz, lo mismo que yuca, 2) poder satisfacer sus necesidades de dinero en efectivo durante el ciclo de cultivo de la

Cuadro 5. Tamaño de la finca y uso de la tecnología moderna por cada sistema de cultivo en la zona II.

|   | Yuca solamente | Yuca y frijol | Yuca y maíz |
|---|----------------|---------------|-------------|
| Tamaño de la finca (ha)                         | 65.0           | 34.9          | 18.7        |
| Hectáreas en yuca                               | 13.3           | 4.9           | 4.0         |
| Porcentaje de los agricultores que están usando |                |               |             |
| Fertilizantes químicos                          | 52.2           | 28.6          | 16.7        |
| Insecticidas                                    | 67.4           | 38.1          | 41.7        |
| Fungicidas                                      | 4.3            | 0.0           | 0.0         |
| Herbicidas                                      | 17.4           | 4.8           | 0.0         |
| Maquinaria                                      | 82.6           | 81.0          | 58.3        |
| Crédito   | 45.7           | 23.8          | 8.3         |
| Asistencia técnica                              | 50.0           | 19.0          | 0.0         |

yuca y 3) obtener un retorno neto más alto por unidad de área. Muchos agricultores consideraron que los rendimientos de la yuca no se verían afectados por el cultivo simultáneo de maíz y/o frijol y que, por el contrario, con este sistema se explota más eficientemente la tierra. Este análisis económico no niega la validez de este supuesto; sin embargo, hay que tener en cuenta que los rendimientos del maíz y del frijol son sumamente bajos, y que los de la yuca son muy inferiores a los que obtienen los mejores agricultores de la región.

Los agricultores incluídos en la encuesta se mostraron dispuestos a cambiar de sistema. De hecho, desde 1972 hasta 1974, más de la mitad (53,2 por ciento) ya había cambiado de sistema. Las principales razones para adoptar el monocultivo fueron: 1) el cultivo anterior fue un fracaso y el agricultor estaba tratando de encontrar un mejor sistema, de producción, 2) se había informado al agricultor que el monocultivo era superior y 3) en el momento de la siembra, no había disponibilidad de semilla de frijol y/o maíz, ni fondos para comprarla. Por otra parte, el proceso inverso (de monocultivo a cultivo mixto) se presentó cuando agricultores deseaban cultivar frijol y/o maíz para el consumo doméstico.

Durante este período de tres años se registró cierta tendencia al aumento del monocultivo entre los agricultores de la encuesta. Esta tendencia no respondía exclusivamente al aumento del número de agricultores que utilizaban el monocultivo, sino más bien al mayor número de agricultores que comenzó a poner en práctica ambos sistemas y a la reducción en el número de agricultores dedicados únicamente al sistema de cultivo mixto. Esta tendencia obedece al deseo de ensayar el monocultivo inicialmente en pequeña escala, conservando los sistemas más tradicionales de cultivo mixto.

Los costos estimados de producción y mano de obra por sistema de cultivo se detallan en los Cuadro 6 y 7. Se encontraron diferencias considerables en los requerimientos de mano de obra. El mayor requerimiento total de mano de obra para el sistema de cultivo mixto se explica por el número más alto de jornaleros necesarios durante las épocas de siembra y cosecha y para la vigilancia del cultivo. Las diferencias en volumen de mano de obra para la preparación de la tierra y la aplicación de insumos son atribuibles al mayor grado de tecnología (preparación mecanizada de la tierra) que se mencionó anteriormente y no al sistema de cultivo en sí.

**Cuadro 6. Mano de obra empleada por actividad de producción y por sistema de siembra (hombre-días/ciclo o temporada del cultivo) en la zona II.**

|                          | Solamente<br>yuca | Yuca y<br>frijol | Yuca y<br>maíz |
|--------------------------|-------------------|------------------|----------------|
| Preparación de la tierra | 7,4               | 8,6              | 14,7           |
| Siembra                  | 9,9               | 17,3             | 11,9           |
| Resiembra                | 0,7               | 0,6              | 0,5            |
| Aplicación de insumos    | 5,6               | 3,8              | 1,7            |
| Control de malezas       | 62,1              | 77,3             | 60,8           |
| Vigilancia del cultivo   | 10,4              | 14,7             | 26,8           |
| Cosecha                  | 14,3              | 20,2             | 31,4           |
| Recolección de semilla   | 2,7               | 3,3              | 3,2            |
| Otras actividades        | 1,4               | 1,2              | 1,1            |
| <b>Total</b>             | <b>114,5</b>      | <b>147,0</b>     | <b>152,1</b>   |

Cuadro 7. Costos variables (US\$|ha)\* por actividad de producción y por sistemas de cultivos en la zona II.

|  | Solamente<br>yuca | Yuca y<br>frijol | Yuca y<br>maíz |
|--|-------------------|------------------|----------------|
| Preparación de la tierra   | 44,66             | 46,71            | 41,44          |
| Compra de semilla, siembra y<br>resiembr                           | 24,53             | 56,97            | 26,15          |
| Compra y aplicación de fertilizantes,<br>insecticidas y fungicidas | 32,22             | 21,29            | 6,38           |
| Control de malezas   | 84,73             | 103,07           | 81,07          |
| Cosecha  | 7,46              | 10,70            | 14,48          |
| Otros costos variables   | <u>8,93</u>       | <u>4,51</u>      | <u>2,49</u>    |
| Total costos variables   | 202,53            | 243,25           | 172,01         |

\* Tasa de cambio Col\$30=US\$1

Aunque los costos variables totales difieren entre los sistemas, estas diferencias no son significativas desde el punto de vista estadístico por cuanto también hubo grandes diferencias entre las fincas pertenecientes a cada uno de los sistemas. Las diferencias principales en cuanto a los costos corresponden a: 1) la semilla (por el alto costo de la semilla de frijol), 2) los fertilizantes, insecticidas y fungicidas (por las diferencias en su modo de empleo) y 3) la cosecha (por el mayor costo inherente a la recolección del frijol y del maíz).

Los rendimientos de la yuca fueron iguales cuando se cultivó sola o en asociación con frijol (Cuadro 8). Los

rendimientos fueron más bajos cuando se cultivó con maíz, pero la diferencia en rendimiento (aproximadamente 2.000 kg|ha) no es estadísticamente significativa, primordialmente por la gran variabilidad en rendimiento dentro de cada sistema de cultivo. Incluso, el análisis de la función de producción no reveló ninguna diferencia significativa entre los rendimientos de la yuca para los diferentes sistemas. Estas cifras son evidencia contundente de que el cultivo intercalado de la yuca con frijol y/o maíz no redujo los rendimientos en las fincas incluidas en la muestra. Al no encontrarse ninguna diferencia significativa entre los costos variables totales, se puede concluir que los retornos netos por

Cuadro 8. Rendimientos, valor de la producción y margen para los costos fijos y los ingresos netos por sistema de cultivos en la zona II.

|  | Solamente<br>yuca | Yuca y<br>frijol | Yuca y<br>maíz |
|--|-------------------|------------------|----------------|
| Rendimientos (ton ha): Yuca                          | 12,9              | 13,2             | 11,0           |
| Frijol   | -                 | 0,16             | -              |
| Maíz   | -                 | -                | -              |
| Valor de la producción (US\$ ha)*                    | 869               | 984              | 815            |
| Costos variables totales (US\$ ha)                   | 203               | 243,25           | 172            |
| Margen para los costos fijos y<br>los ingresos netos | 667               | 742              | 643            |

\* Precios promedio que recibieron los agricultores de las fincas incluidas en la muestra: yuca, US\$67,33|ton, frijol, US\$612,70|ton, maíz, US\$107,73|ton

unidad de tierra cultivada solamente con yuca son inferiores a los que se obtienen con el sistema mixto, a menos de que los rendimientos o los precios del frijol y del maíz sean nulos. Los ingresos netos relativos de los sistemas de cultivo mixtos dependen de los precios relativos del maíz y del frijol. Con una relación basada en precios actuales equivalente a  $\frac{P(\text{Maíz})}{P(\text{Frijol})} = 0,18$

la yuca y el frijol producen los mayores ingresos netos. Los ingresos netos de los dos sistemas serían iguales a una relación de precios de 0,23.

Con base en los resultados de este estudio, se puede concluir que el retorno neto de los sistemas de cultivos mixtos supera ligeramente el del monocultivo de la yuca en las fincas de la encuesta. Además de los mejores ingresos netos relativos, otras razones que explican la preferencia de los agricultores por el sistema de cultivo mixto es su deseo de producir maíz y frijol para el consumo doméstico y la necesidad de contar con dinero en efectivo durante el ciclo del cultivo de la yuca. Por otra parte, existen ciertas presiones institucionales que favorecen el monocultivo. Los agricultores de la encuesta se mostraron dispuestos a ensayar otros sistemas de cultivo diferentes al que estaban usando actualmente, así que es probable que adopten rápidamente cualquier otro sistema que les ofrezca unos rendimientos potenciales relativamente más altos.

## FISIOLOGIA

Se han continuado los esfuerzos para definir un tipo ideal de planta de yuca. La importancia de tener un índice de área foliar (IAF) de aproximadamente 3, durante el período de engrosamiento de las raíces, junto con una larga vida foliar, se evidenció el año pasado principalmente a través de un estudio basado en un modelo hipotético. En 1975, los resultados experimentales confirmaron esta hipótesis.

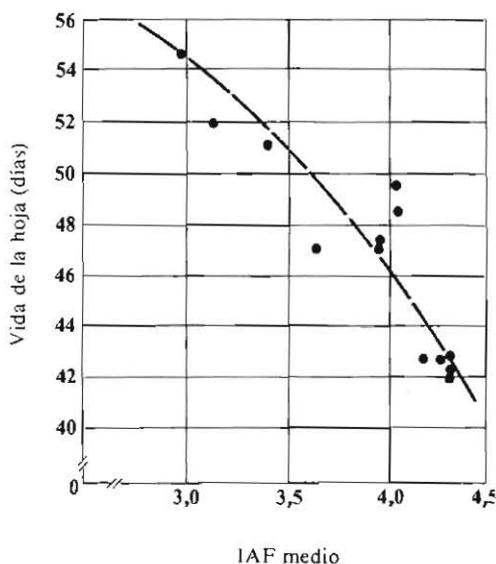


Figura 1. Vida foliar de la variedad M Colombia 113 como función del IAF medio, durante las seis semanas posteriores a la formación de las hojas.

La variedad M Colombia 113 se sembró en un diseño sistemático de densidad con el fin de obtener diferentes índices de área foliar. Se efectuaron dos cosechas, con intervalos de seis semanas, tiempo durante el cual se colectaron todas las hojas caídas. La vida foliar era bastante corta, más o menos, a las siete semanas (Figura 1). El índice de crecimiento del cultivo aumentó con el IAF a aproximadamente  $110 \text{ g m}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ , con un IAF de 4; con un IAF mayor, el índice de crecimiento disminuyó

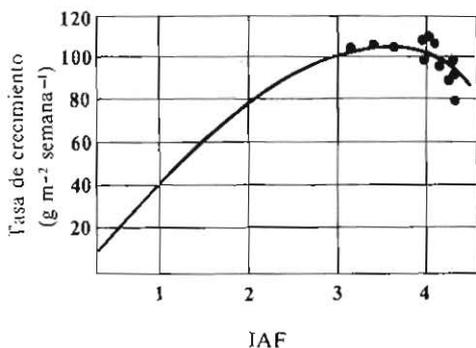


Figura 2. Índice de crecimiento de la variedad M Colombia 113 como una función del IAF.

rápido (Figura 2). La razón para explicar este descenso no es clara pero se puede deber a las altas tasas de respiración que se presentan a medida que las poblaciones de plantas aumentan o a la proporción tan grande de hojas jóvenes que se obtienen con poblaciones altas de plantas por unidad de superficie. En muchos cultivos, la fotosíntesis aumenta con la edad de la hoja y luego disminuye lentamente; es probable que la fotosíntesis promedio sea bastante baja con poblaciones de plantas altas con una vida foliar de sólo 42 días. El índice de crecimiento de las raíces mostró una marcada disminución desde  $45 \text{ g m}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ , con un IAF entre 3 y 3,5, a menos de  $20 \text{ g m}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ , con un IAF de 4,2 (Figura 3). Estas cifras confirman la hipótesis de que el IAF óptimo para el crecimiento de las raíces de yuca es de 3 a 3,5 durante el período de engrosamiento.

Las variedades M Colombia 113 y M Colombia 22 se cultivaron con un espaciamiento de  $1 \times 1$  metro. En las parcelas tratadas se removió la mitad de las hojas jóvenes a medida que se formaban durante las diversas etapas del crecimiento. Los rendimientos de M Colombia 22 disminuyeron sustancialmente en todas las etapas cuando se redujo el IAF (Figura 4). Como el IAF máximo fue siempre 2, este resultado respalda la hipótesis de un IAF óptimo entre 3 y 3,5. Las parcelas testigo de M Colombia 113 presentaron índices de

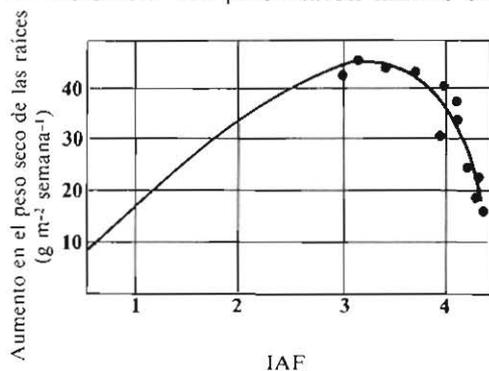


Figura 3. Aumento en el peso de las raíces de la variedad M Colombia 113 como función del IAF.

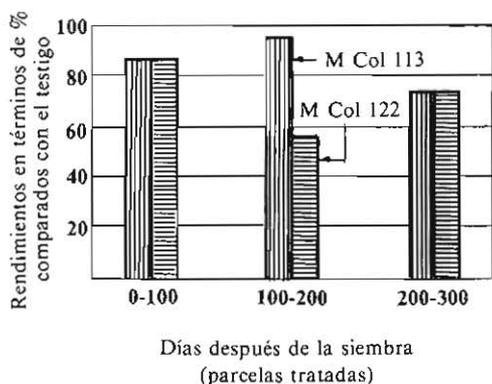
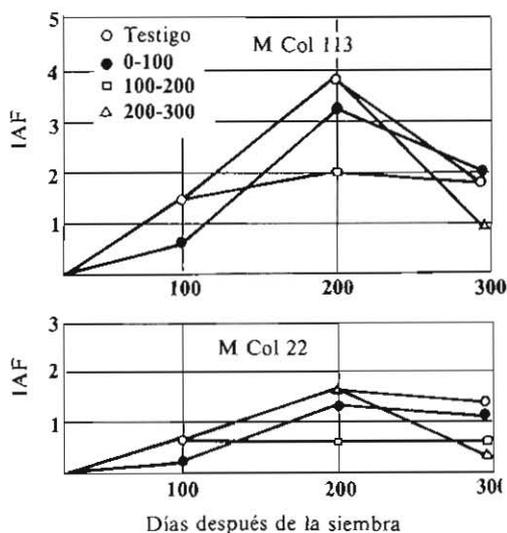


Figura 4. Efectos de la remoción del 50 por ciento de las hojas a medida que se forman durante las distintas fases del crecimiento sobre el rendimiento y el IAF de las variedades M Colombia 113 y M Colombia 22

área foliar inferiores a los óptimos a los 100 y 300 días de sembradas, pero superiores a los óptimos a los 200 días; las parcelas con plantas a las que se les quitó las hojas entre los 100 y 200 días de sembradas tenían índices de área foliar similares al del testigo a los 100 y 300 días, pero inferiores al óptimo con un IAF de 2,1 a los 200 días. Las plantas tratadas produjeron un 97 por ciento más que las parcelas testigo; parece, pues, que las parcelas testigo excedieron el IAF óptimo, en tanto que las tratadas estuvieron por debajo de este nivel, lo que coloca nuevamente el óptimo entre 3 y 4

(Figura 4). En las parcelas que se cortaron las hojas entre 0 y 100 días, y entre 200 y 300 días, los índices de área foliar fueron considerablemente más bajos durante largos períodos de tiempo y los rendimientos fueron sustancialmente reducidos (Figura 4). El índice de área foliar es la función del tamaño individual de la hoja, el índice de formación foliar por ápice, el hábito de ramificación y la vida foliar. En las parcelas de la variedad CMC-84, sembradas y cosechadas en diferentes épocas, hubo aumento en el tamaño de la hoja entre los tres y cuatro meses después de la siembra, momento a partir del cual comenzó a disminuir (Figura 5). Con la variedad CMC-9, que se cultivó en parcelas para hacer observaciones entomológicas, los resultados fueron similares (Figura 6). Ambas variedades son ramificadas (la CMC-9, profusamente y la CMC-84, en menor grado), lo que hace pensar que esta disminución en el tamaño de la hoja podría estar relacionada con los cambios en el número de ramas. No obstante, en la variedad M Colombia 1120, se notó la misma tendencia a pesar de no ser ramificada (Figura 6); en consecuencia, el tamaño de la hoja tiende a disminuir con el tiempo a partir del cuarto mes de sembradas las parcelas, aunque el rango de variabilidad es muy amplio entre variedades.

El número de hojas formadas por rama se midió en plantas espaciadas. El número cumulativo formado por ápice, aumentó

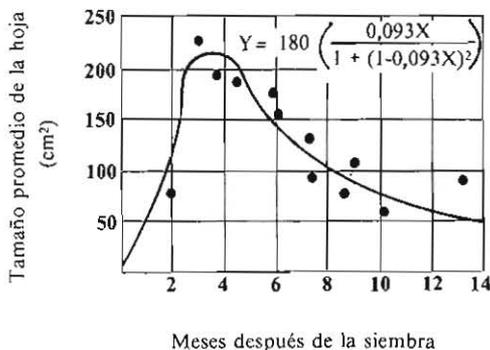


Figura 5. Tamaño de la hoja de la variedad CMC-84 medido en diferentes épocas después de la siembra.

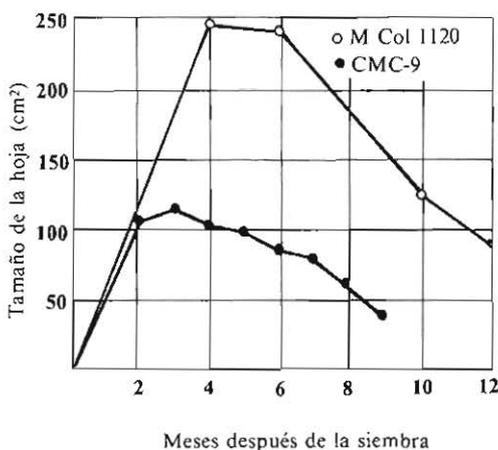


Figura 6. Área foliar por hoja de las variedades CMC-9 (muy ramificada) y M Colombia 1120 (no ramificada).

con el tiempo entre 10 y 40 semanas después de la siembra; sin embargo, el índice de incremento disminuyó (Figura 7). Hubo diferencias muy pequeñas (10 por ciento, por ejemplo) entre variedades. Las variedades M Colombia 22 y M Colombia 113 se sembraron a una distancia de 1 x 1 metro. Una vez más, la diferencia entre ambas variedades fue mínima; más aún, el aumento de 10 a 40 semanas fue similar al registrado en la otra prueba. El número de hojas formado por rama para la variedad M Colombia 113 se puede describir con exactitud por medio de la ecuación  $Y = 2,85 \tan^{-1} (0,0296t)$  (Figura 8). De esta información se concluye que existe muy poca diferencia varietal en el número de hojas formado por ápice.

Ya se había demostrado anteriormente que el sombrero disminuía la vida foliar. Con el objeto de determinar la vida foliar, se sembró la variedad M Colombia 113 en un ensayo sistemático de densidad. La vida foliar disminuyó en proporción al IAF en la época de formación de las hojas (Figura 1). De esta información se desprende que será muy difícil obtener índices de área foliar superiores a 4, por cuanto la vida foliar disminuye rápidamente a partir de este nivel. La baja eficiencia en el mantenimiento de índices altos de área

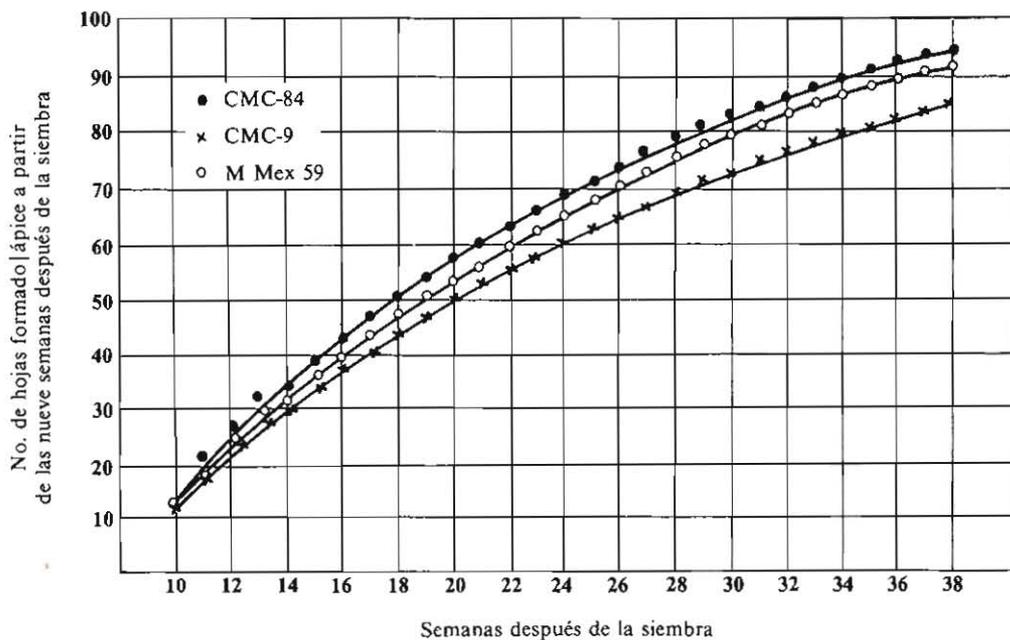


Figura 7. Número total de hojas producidas por ápice, nueve semanas después de la siembra, con plantas espaciadas.

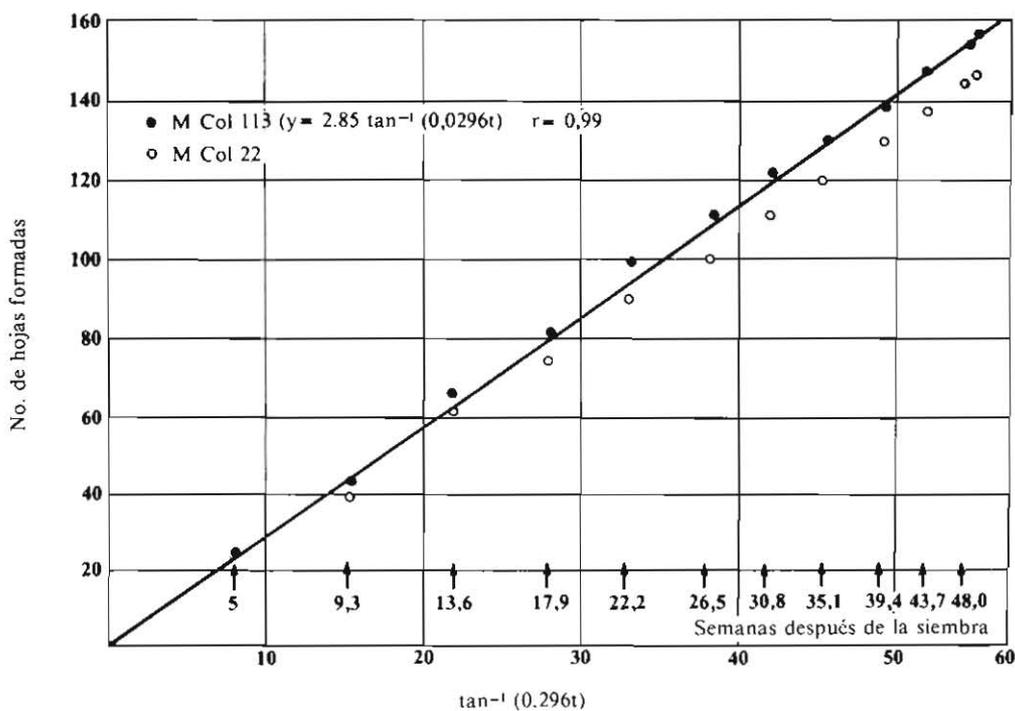


Figura 8. Número de hojas producido por ápice por las variedades M Colombia 113 y M Colombia 22.

foliar para el crecimiento de las raíces (Figura 3) se debe no solamente al sombrero mutuo y a la disminución en la tasa de crecimiento del cultivo sino a la energía extra utilizada para producir un número alto de hojas de corta vida cuya eficiencia es baja, en términos de la energía producida por unidad de energía requerida para su formación.

La vida foliar en plantas espaciadas se midió tomando hojas formadas entre 10 y 23 semanas después de la siembra; aparentemente, no hubo cambio con la edad de la planta (Figura 9). Se encontraron diferencias varietales consistentes: la variedad CMC-9 (Llanera) tuvo permanentemente una vida foliar larga (94-114 días) en comparación con las otras cuatro variedades (66-98 días). No es probable que esta diferencia se deba al sombrero porque el espaciamiento entre plantas era amplio (2.500 plantas/ha) y la variedad CMC-84 (con una vida foliar corta) tiene, más o menos, el mismo vigor de la CMC-9. En conclusión, entre las variedades existen diferencias útiles y sustanciales en lo que respecta a la vida foliar.

Estos resultados indican que la clave para obtener rendimientos altos de las raíces en el cultivo de la yuca, es mantener el IAF en su nivel óptimo el mayor tiempo posible durante la fase de engrosamiento de las raíces. Parece que existe muy poca variación genética en el índice de formación foliar por ápice y en la tendencia de la hoja a disminuir de tamaño después de los cuatro meses de sembradas las plantas, por lo cual se considera viable manipular estas características para mantener un IAF óptimo. Hasta el momento, se desconoce la interacción entre estas características y el medio ambiente.

El modelo para describir la existencia de un IAF óptimo y del crecimiento general de la planta de yuca se basó en el hecho de que el crecimiento de la parte aérea tiene

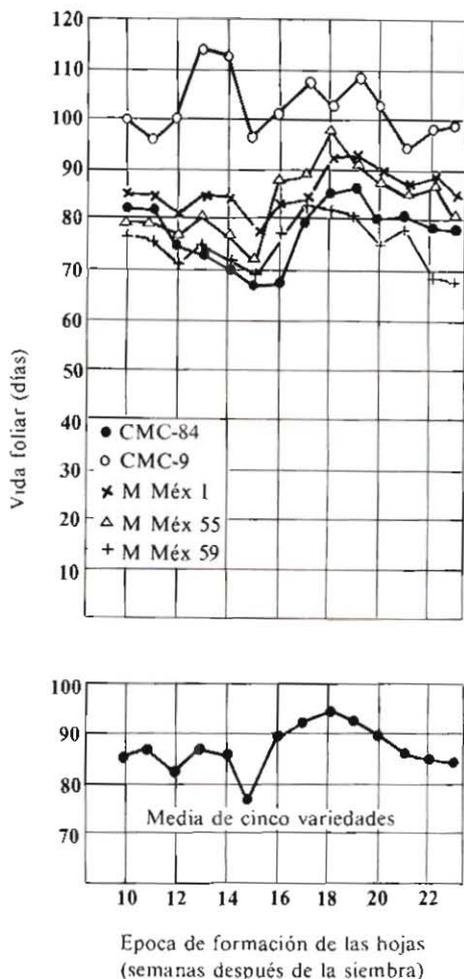


Figura 9. Vida de las hojas de cinco variedades como función del tiempo transcurrido después de la siembra, con plantas espaciadas.

prioridad sobre el crecimiento de las raíces y que las raíces reciben el excedente de carbohidratos producido por la parte aérea. La disminución de la intensidad lumínica en plantas de la variedad M Colombia 22 de cinco meses de edad redujo en un 15 por ciento el número de hojas nuevas formadas por ápice, aumentó en un 6 por ciento el tamaño de la hoja y disminuyó el peso de los tallos en un 8 por ciento. Por consiguiente, los efectos de un suministro bajo de carbohidratos sobre la parte aérea de la planta son mínimos a un

nivel de sombra del 50 por ciento. Por otra parte, el sombrero redujo el aumento en peso seco de las raíces en un 35 por ciento, lo que confirma que el crecimiento de la parte aérea tiene preferencia (aunque no total) sobre el crecimiento de las raíces.

Muchas variedades de yuca florecen y fructifican fácilmente; sin embargo, se carece de conocimiento suficiente sobre los efectos de la producción de flores y frutas en el crecimiento de las raíces. Se sembraron cinco variedades espaciadas y

se cortaron las flores a medida que se formaban. Hasta los siete meses de edad fue relativamente sencillo realizar esta labor, pero, luego ésta se dificultó por cuanto se corría el riesgo de dañar las plantas y porque era difícil cortar algunas flores. La cosecha de las raíces y de la parte aérea de la planta se efectuó a los 10 meses de la siembra. No hubo relación entre el rendimiento y el número de frutas por planta, llegándose a la conclusión de que la floración, al menos, en niveles moderados, no tiene un efecto adverso en el crecimiento de las raíces.

Muchos agricultores colombianos eliminan las ramas laterales y también las que brotan de la raíz. En las plantaciones de yuca en la sede del CIAT se encontró que estas ramas generalmente tienen internudos largos y hojas muy pequeñas. De aquí se desprende que la producción foliar por unidad de peso de tallo es pequeña y que estas ramas serán muy ineficientes en la producción del excedente de carbohidratos necesaria para satisfacer sus propias necesidades. Las variedades M Colombia 22 y CMC-84, de vigor bajo y medio, respectivamente, se sembraron en un diseño sistemático de densidad. Se hizo una remoción cada mes de las ramas laterales de las plantas tratadas. En la variedad CMC-84 las plantas tratadas tuvieron un rendimiento ligeramente superior en todos los niveles de población; el aumento promedio de raíces secas fue de aproximadamente 1,5 ton|ha (Figura 10). Los rendimientos de la variedad M Colombia 22, menos vigorosa, fueron aproximadamente 2 ton|ha menos cuando se removieron las ramas laterales con poblaciones bajas de plantas, pero de casi 3 ton|ha más con poblaciones altas. Los rendimientos máximos fueron aproximadamente 16,5 ton|ha con las ramas laterales y de casi 18 ton|ha sin dichas ramas. Parece, pues, que las ramas laterales son de utilidad con variedades poco vigorosas y con poblaciones bajas por unidad de superficie; en los otros casos, son ineficientes y reducen los rendimientos.

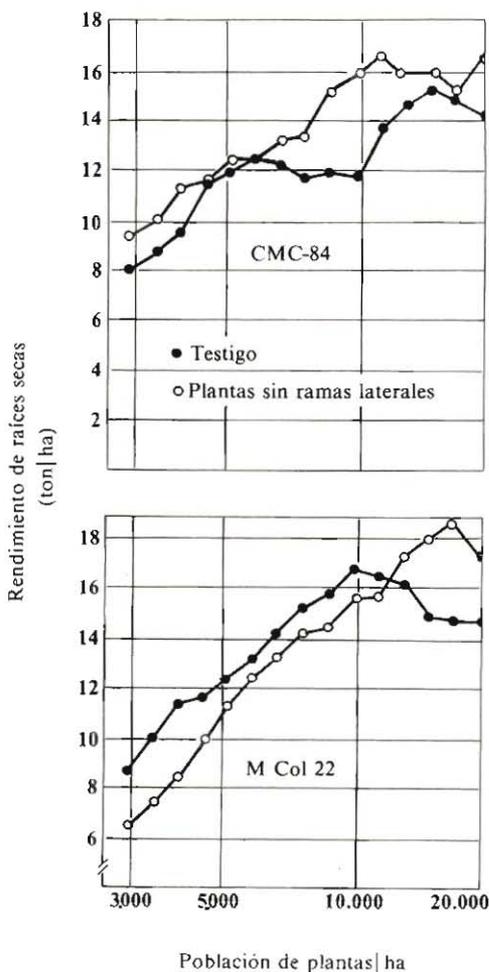


Figura 10. Rendimiento de dos variedades de yuca sembradas a diferentes densidades, a las cuales se les ha removido las ramas que brotan de la raíz.

## PROPAGACION

En el Informe Anual del CIAT de 1973 se describió un método de propagación según el cual se sembraban retoños tiernos (small green shoots) en materas de turba con tierra esterilizada que fueron colocadas en las cámaras de propagación; el trasplante se hizo después del enraizamiento. Este sistema era costoso por cuanto se requería esterilizar la tierra y comprar macetas de turba.

Recientemente, las investigaciones hechas en el CIAT condujeron a un hallazgo interesante: los retoños pueden enraizar satisfactoriamente en agua estéril. Los retoños (8 centímetros de altura) se colocan en frascos pequeños que contienen agua hervida (Figura 11); una semana después, se ha formado una callosidad en la base del retoño y poco después, aparecen las raicillas. Las plántulas se pueden transplantar directamente al campo tan pronto aparecen las raicillas, siempre y

cuando el terreno esté bien preparado. Las plántulas se deben sembrar a suficiente profundidad (a la altura de la hoja inferior) para que no se sequen.

## FITOPATOLOGIA

Durante el año de 1975, nuestros esfuerzos se dirigieron hacia la identificación de cultivares y líneas  $F_1$  resistentes a las enfermedades más importantes de la yuca en América: el añublo bacterial (ABY)\*, las manchas foliares inducidas por *Cercospora* spp. (*C. henningsii* y *C. vicosae*) y *Phoma* sp. y la enfermedad del superalargamiento. Se investigaron varios aspectos etiológicos de los agentes causales del superalargamiento y de una nueva enfermedad bacterial del tallo de la yuca; igualmente, se determinaron métodos para evaluar la resistencia a las enfermedades

\* Se utiliza la sigla ABY para el añublo bacterial de la yuca. En Inglés, la sigla para cassava bacterial blight es CBB.

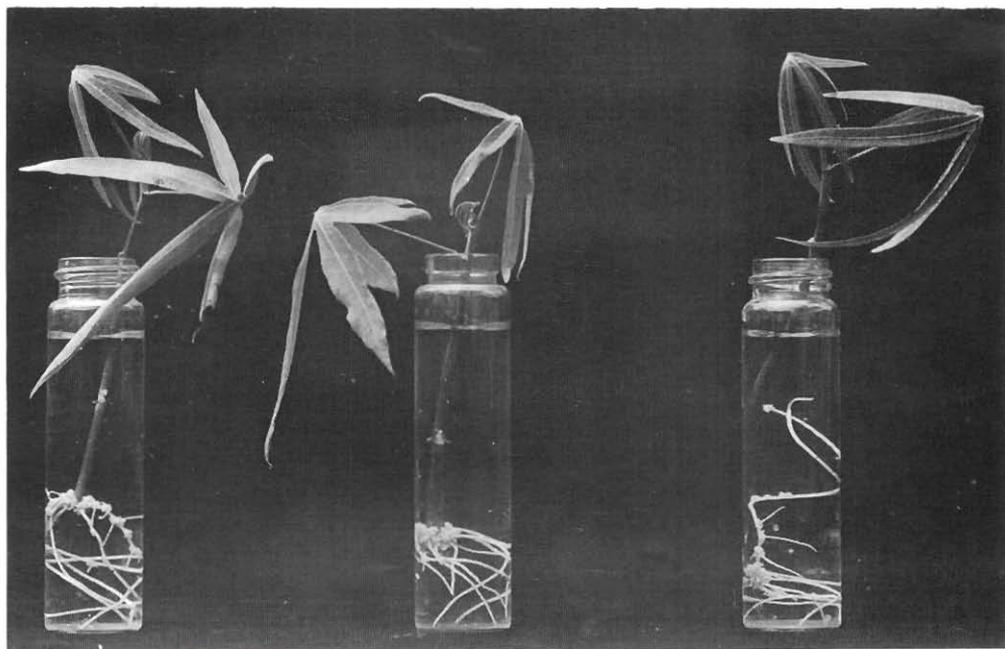


Figura 11. Retoños enraizados en agua que estarán listos para ser transplantados, una semana después.

más importantes del cultivo. Se iniciaron estudios bajo condiciones de laboratorio para averiguar la supervivencia del agente causal del añublo bacterial en tejidos y exudados de plantas enfermas. Se establecieron experimentos para determinar las pérdidas económicas causadas por varias enfermedades, en localidades en donde cada enfermedad en particular es más severa; algunos de estos experimentos aún se encuentran sin concluir.

## **El añublo bacterial de la yuca (ABY)**

### **Métodos para evaluación de resistencia**

Aunque el método de evaluación de resistencia al ABY en condiciones de campo ha dado resultados consistentes, las evaluaciones finales solamente son posibles después de la época lluviosa, por lo cual se deben hacer mucho tiempo después de la inoculación. Se desarrolló un método simple para la evaluación rápida bajo condiciones de invernadero. Se sembraron de 6 a 10 estacas por híbrido o variedad en macetas, en un invernadero con humedad relativa del 83 por ciento (máximo, 99 por ciento; mínimo, 65 por ciento) y temperatura de 24°C (máxima, 34°C; mínima, 19°C). Cuando las plantas alcanzaron de 30 a 35 días de sembradas, se hizo un corte en 5 a 7 hojas con tijeras previamente infestadas, éstas se introdujeron en una suspensión bacterial con una concentración de  $1,5$  a  $3,0 \times 10^9$  células/ml. Los primeros síntomas foliares se presentaron siete días después de la inoculación; 19 a 24 días más tarde, se observó una exudación gomosa a lo largo del tallo del material susceptible. La resistencia se evaluó a los 40-45 días de la inoculación (Figura 12).

Igualmente, se estudiaron las interacciones entre diferentes concentraciones bacteriales, inoculaciones seriadas y edad de las plantas y el inóculo. Los mejores resultados se obtuvieron con plantas de un mes de edad, inoculadas por corte de hojas con tijeras infestadas con cultivos

bacteriales de 36 horas a una concentración de  $1$  a  $3 \times 10^9$  células/ml, con humedad relativa alta (más del 80 por ciento) y temperatura moderada (alrededor de 24°C).

### **Evaluación de resistencia**

Se evaluó la resistencia del ABY de 870 líneas  $F_1$ , obtenidas de diferentes cruces, bajo condiciones de invernadero, inoculando de 6 a 10 plantas/línea (Cuadro 9). El porcentaje de líneas resistentes fue más alto cuando se utilizaron cultivares resistentes al ABY—identificados después de la evaluación de la colección de germoplasma— para hibridaciones controladas. Por lo tanto, es importante usar fuentes de resistencia al ABY para hacer polinizaciones controladas con el fin de aumentar la eficiencia en la producción de material resistente a esta enfermedad.

Simultáneamente con la evaluación de híbridos, se determinó la reacción al ABY de algunas variedades conocidas, tales como Llanera, M Colombia 22, M Colombia 113 y M Colombia 647, mediante el método de inoculación en invernadero. Los resultados fueron iguales a los obtenidos en evaluaciones de campo. Los cultivares M Colombia 22 y M Colombia 113 fueron muy susceptibles tanto en el campo como en inoculaciones bajo condiciones de invernadero. La variedad M Colombia 647 que siempre ha mostrado resistencia al ABY bajo condiciones de campo, presentó alta resistencia a la inoculación de invernadero. Estos resultados confirman la eficiencia de la técnica de inoculación por corte de hojas para la evaluación de resistencia al ABY; además, este método permite probar en corto tiempo una cantidad considerablemente mayor de material de yuca.

### **Pérdidas ocasionadas por el ABY**

Según datos obtenidos en Carimagua por los especialistas de suelos del programa de yuca del CIAT, el ABY puede reducir el

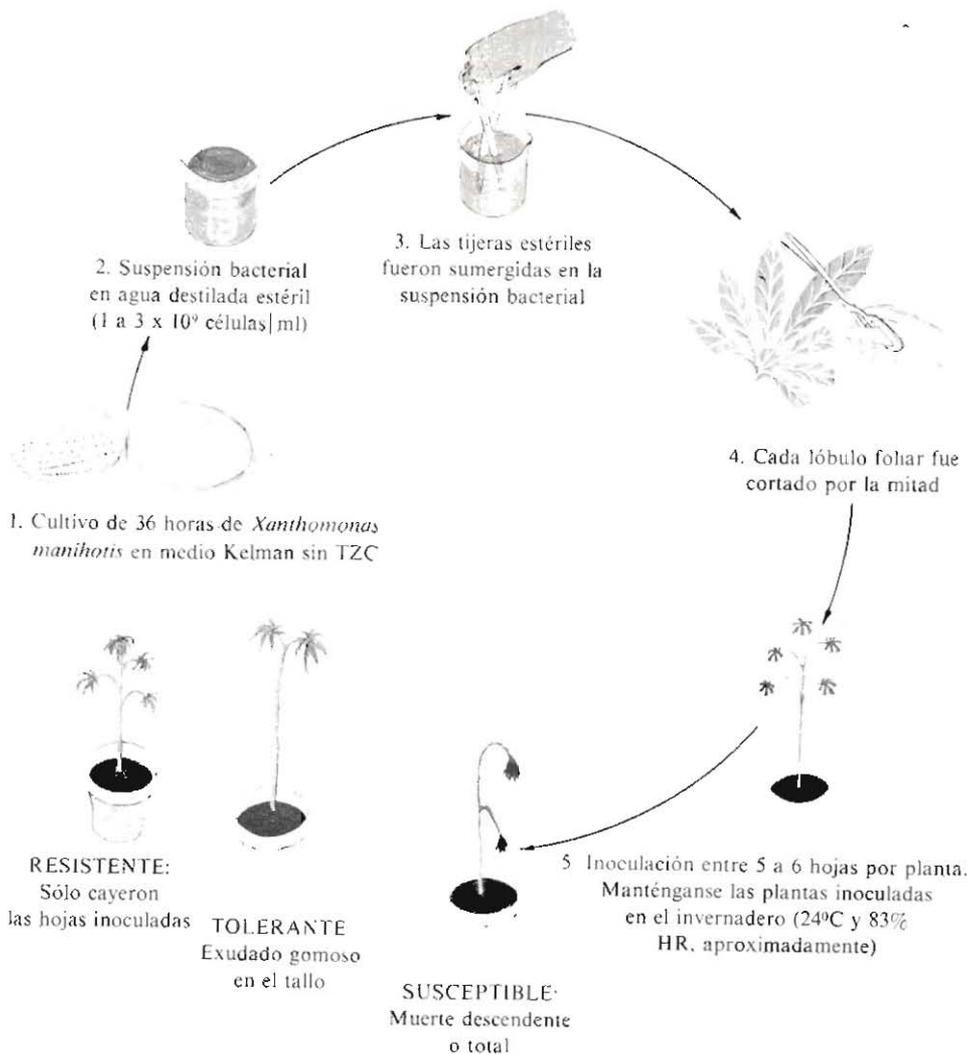


Figura 12 Método de corte para evaluar la resistencia al ABY.

rendimiento de la variedad tolerante Llanera entre un 50 y un 90 por ciento, si la enfermedad aparece durante los primeros cuatro meses de crecimiento. Esto sugiere, obviamente, que el ABY afecta en alto grado el rendimiento en plantaciones de yuca infectadas que estén localizadas en áreas donde hay períodos prolongados de lluvia, tales como en los Llanos Orientales de Colombia. Cuando la infección ocurrió inmediatamente después de la germinación, la reducción en el rendimiento fue mayor que cuando ésta apareció cuatro

meses después de la siembra. No hubo correlación entre la severidad del ataque y las aplicaciones de N (en forma de úrea) o de K (como KCl) pero las aplicaciones de Mg (como MgO), aumentaron su severidad y redujeron el rendimiento.

#### Supervivencia del agente causal del ABY

Durante 1974, se estudió la supervivencia del agente causal del ABY en el suelo; en este año, se investigó su supervivencia en los exudados y tejidos de la

Cuadro 9. Evaluación de la resistencia al ABY de cruces F<sub>1</sub> entre cultivares con diferentes grados de resistencia.

| Tipo de cruce  | Número total de cruces F <sub>1</sub> | Severidad de ataque |             |             |
|--|---------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|
|  |                                       | 1                   | 2           | 3           |
| Líneas obtenidas por polinización abierta                                | 59                                    | 1 (1,6%)**          | 9 (15,3%)   | 49 (83,1%)  |
| Líneas obtenidas por polinización controlada (Susceptible x susceptible) | 267                                   | 3 (1,1%)            | 64 (23,9%)  | 200 (75,0%) |
| Líneas obtenidas por polinización controlada (Susceptible x resistente)  | 544                                   | 30 (5,5%)           | 178 (32,7%) | 336 (61,8%) |

\* Severidad de ataque: 1 = resistente 2 = tolerante; 3 = susceptible

\*\* Porcentaje del número total de líneas evaluadas por tipo de cruce

planta. Los resultados obtenidos hasta octubre de 1975, mostraron que el agente causal del ABY puede sobrevivir por más de cuatro meses y a concentraciones altas ( $1 \times 10^7$  células/ml), en exudados de la planta guardados a temperatura ambiental (alrededor de 24°C y con un 70 por ciento de humedad relativa) o en ambiente seco (24°C y un 20 por ciento de humedad relativa), usando CaCl<sub>2</sub>.

Aparentemente, el agente causal del ABY también sobrevive durante el mismo tiempo en los tejidos de la planta, pero a concentraciones menores que en los exudados. La supervivencia del patógeno en el tejido necrosado del tallo es mayor que en los tejidos necrosados del peciolo y de la hoja. Estos resultados destacan la importancia de nuestras anteriores sugerencias sobre la eliminación cuidadosa de todos los residuos de yuca y de las plantas espontáneas por medio del fuego, con el fin de erradicar al patógeno de las plantaciones afectadas.

#### Manchas foliares inducidas por *Cercospora*

Las investigaciones relacionadas con las manchas foliares inducidas por

*Cercospora* spp. se concentraron en *C. henningsii* (mancha parda de la hoja) y *C. vicosae* (añublo foliar), los patógenos más graves y más difundidos en las plantaciones de yuca localizadas a menos de 1.200 metros.

#### Método para la evaluación de resistencia

*Cercospora henningsii* y *C. vicosae* son prevalentes y endémicos en el CIAT, debido, posiblemente, a las siembras continuas y a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad que ellos inducen. Fue posible realizar evaluaciones de campo durante todo el año, con resultados consistentes, cuando los datos se tomaron sobre plantas con siete u ocho meses de edad, sembradas a una distancia de 1 x 1 metro. La evaluación de la enfermedad en híbridos y cultivares se hizo calculando el porcentaje de infección de las hojas para cada patógeno. Los híbridos y los cultivares clasificados como resistentes, fueron aquellos que mostraron lesiones foliares más angostas y en menos del 10 por ciento del número total de hojas infectadas.

Al observar 454 y 449 hojas de dos variedades susceptibles (M Ecuador 150 y M Panamá 64), desde la emergencia hasta la caída de las hojas, se encontró que solamente un 13 y un 11 por ciento, respectivamente, permanecieron sanas. De 325 hojas del cultivar CMC-84, una variedad resistente a *C. henningsii* pero susceptible a *C. vicosae*, el 27 por ciento de ellas estaban sanas. En contraste, el 90 por ciento de las hojas de M México 59, un cultivar, resistente a ambas *Cercospora* spp., permaneció sano. También, se encontró que las hojas sanas de los cultivares susceptibles (M Ecuador 150 y M Panamá 64) demoraron, alrededor de un 17 por ciento más, en caerse que las hojas enfermas.

Aparentemente, las condiciones ambientales del CIAT favorecen el desarrollo de ambas enfermedades; por consiguiente, las evaluaciones de campo para *C. henningsii* y *C. vicosae* se podrían realizar exitosamente, en áreas localizadas alrededor de los 1.000 metros de altitud, con una distribución estable de lluvias durante todo el año. La evaluación se debe hacer siete meses después de la siembra. Parece que un número alto de plantas por unidad de superficie puede aumentar la severidad de estas enfermedades, favoreciendo esta circunstancia su evaluación.

## Evaluación de resistencia

La evaluación de resistencia a *C. henningsii* y *C. vicosae* del banco de germoplasma de yuca del CIAT, se presenta en el Cuadro 10. La resistencia a *C. henningsii* (58 por ciento) fue más alta que a *C. vicosae* (11 por ciento). Esto puede indicar que la resistencia a *C. henningsii* es más amplia y fácil de incorporar.

Muchos cultivares resistentes a *C. vicosae* fueron también resistentes a *C. henningsii*; la resistencia a estos dos patógenos no parece estar relacionada, puesto que también se encontraron cultivares con resistencia a un solo patógeno. El banco de germoplasma de yuca del CIAT cuenta con un porcentaje de resistencia a ambos patógenos relativamente satisfactorio (8 por ciento).

La evaluación de la resistencia a *C. henningsii* y *C. vicosae* de híbridos F<sub>1</sub> procedentes de cruces entre cultivares con diferentes grados de resistencia, se presenta en los Cuadros 11, 12 y 13. Como se encontró en la evaluación del banco de germoplasma (Cuadro 10), la resistencia a *C. henningsii* de los híbridos F<sub>1</sub>, fue mayor que la resistencia a *C. vicosae* (Cuadros 11 y 12).

Tanto para *C. henningsii* como para *C. vicosae* los porcentajes más altos de líneas

Cuadro 10. Evaluación de campo de la resistencia a *Cercospora henningsii* y *C. vicosae* en la colección de germoplasma de yuca del CIAT (2.061 cultivares).

| Cercospora spp.              | Severidad de ataque |             |           |
|------------------------------|---------------------|-------------|-----------|
|                              | 1                   | 2           | 3         |
| <i>C. henningsii</i>         | 1.192 (58%)**       | 555 (27%)   | 314 (15%) |
| <i>C. vicosae</i>            | 221 (11%)           | 1.134 (55%) | 706 (34%) |
| Evaluación a ambos patógenos | 175 (8%)            | 1.157 (56%) | 729 (36%) |

\* Severidad de ataque: 1 = resistente, 2 = tolerante, 3 = susceptible

\*\* Porcentaje del número total de cultivares evaluados

Cuadro 11. Evaluación de campo de la resistencia a *Cercospora henningsii* (mancha parda de la hoja) de cruces F<sub>1</sub> entre cultivares con diferentes grados de resistencia

| Sistema de polinización        | Número total de cruces F <sub>1</sub> | Severidad de ataque |           |             |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------|-------------|
|                                |                                       | 1                   | 2         | 3           |
| <b>Autopolinización</b>        |                                       |                     |           |             |
| Resistente                     | 30                                    | 12 (40%)**          | 8 (27%)   | 10 (33%)    |
| Tolerante                      | 52                                    | 15 (29%)            | 23 (44%)  | 14 (27%)    |
| Susceptible                    | 7                                     | 2 (29%)             | 5 (71%)   | 0 ( 0%)     |
| <b>Polinización controlada</b> |                                       |                     |           |             |
| Resistente x resistente        | 259                                   | 160 (62%)           | 69 (27%)  | 30 ( 1%)    |
| Resistente x tolerante         | 78                                    | 27 (35%)            | 42 (54%)  | 9 (11%)     |
| Resistente x susceptible       | 235                                   | 40 (17%)            | 92 (39%)  | 103 (44%)   |
| Tolerante x tolerante          | 1.240                                 | 159 (13%)           | 337 (27%) | 744 (69%)   |
| Tolerante x susceptible        | 1.331                                 | 269 (20%)           | 265 (20%) | 804 (60%)   |
| Tolerante x resistente         | 3.967                                 | 2.192 (55%)         | 664 (17%) | 1.111 (28%) |
| Susceptible x tolerante        | 46                                    | 9 (21%)             | 16 (37%)  | 18 (42%)    |
| Susceptible x resistente       | 76                                    | 30 (39%)            | 25 (33%)  | 21 (28%)    |
| <b>Total:</b>                  | <b>7.321</b>                          |                     |           |             |

\* Seguridad de ataque: 1 = resistente, 2 = tolerante, 3 = susceptible

\*\* Porcentaje del número total de líneas F<sub>1</sub> evaluadas | tipo de cruce

Cuadro 12. Evaluación de campo de la resistencia a *Cercospora vicosae* (Añublo foliar) de cruces F<sub>1</sub> entre cultivares con diferentes grados de resistencia.

| Sistema de polinización        | Número total de cruces F <sub>1</sub> | Severidad de ataque |           |             |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------|-------------|
|                                |                                       | 1                   | 2         | 3           |
| <b>Autopolinización</b>        |                                       |                     |           |             |
| Tolerante                      | 89                                    | 15 (17%)**          | 25 (28%)  | 49 (55%)    |
| <b>Polinización controlada</b> |                                       |                     |           |             |
| Resistente x tolerante         | 44                                    | 23 (52%)            | 14 (32%)  | 7 (16%)     |
| Tolerante x tolerante          | 2.233                                 | 275 (12%)           | 555 (25%) | 1.403 (63%) |
| Tolerante x susceptible        | 3.797                                 | 212 ( 6%)           | 836 (22%) | 2.749 (72%) |
| Tolerante x resistente         | 911                                   | 359 (39%)           | 253 (28%) | 299 (33%)   |
| Susceptible x susceptible      | 178                                   | 5 ( 3%)             | 70 (38%)  | 103 (58%)   |
| Susceptible x tolerante        | 60                                    | 5 ( 8%)             | 25 (42%)  | 30 (50%)    |
| Susceptible x resistente       | 6                                     | 0 ( 0%)?            | 0 ( 0%)?  | 6 (100%)    |
| <b>Total</b>                   | <b>7.318</b>                          |                     |           |             |

\* Severidad de ataque. 1 = resistente; 2 = tolerante; 3 = susceptible

\*\* Porcentaje del número total de líneas F<sub>1</sub> evaluadas | tipo de cruce

Cuadro 13. Evaluación de la resistencia tanto a *Cercospora henningii* como a *C. vicosae* de cruces F1 entre cultivares con diferentes grados de resistencia.

| Sistema de polinización | Reacción parental          | Líneas resistentes  <br>no. de líneas<br>evaluadas | % de<br>resistencia |
|-------------------------|----------------------------|--|---------------------|
| Autopolinización        | Tolerante                  | 11   82  | 13.4                |
| Autopolinización        | Susceptible                | 0   8  | 0.0                 |
| Polinización controlada | Resistente x susceptible*  | 225   976  | 23.6                |
| Polinización controlada | Tolerante x susceptible*   | 238   6.075  | 3.9                 |
| Polinización controlada | Susceptible x susceptible* | 2   198  | 1.0                 |
| Total                   |                            | 476   7 318  | 6.5                 |

\* Incluyen algunas combinaciones recíprocas.

resistentes se obtuvieron cuando se utilizaron cultivares resistentes como padres en los cruzamientos (Cuadro 13). Parece que no existe ninguna barrera que obstaculice la incorporación de la resistencia a ambas *Cercospora* spp. dentro de un genotipo; por consiguiente, dicha resistencia se puede incorporar dentro de cualquier genotipo favorable mediante el empleo de padres resistentes para programas de hibridación.

## La enfermedad del superalargamiento

### Estudios etiológicos

Se confirmó que el agente causal del superalargamiento de la yuca es una especie de hongo dentro del género *Sphaceloma*. El patógeno bien pudiera ser el hongo *Sphaceloma manihoticola*, registrado como el causante de una enfermedad similar en *Manihot esculenta* y *M. glaziovii*, en Brasil, en 1950. Se hizo un estudio para determinar el rango de hospederos del agente causal del superalargamiento usando un número disponible de **Manihot** y especies afines entre las que se encontraban *M. esculenta*, *M. glaziovii*, *M. carthagenensis*, *M. faetida*, *M. silvestre*, *Ricinus communis*, *Jatropha gossypifolia* y *Euphorbia pulcherrima* (poinsettia). *M. esculenta* y *M. glaziovii* fueron las únicas especies atacadas por el patógeno, el cual fue aislado de plantas con

infección natural pertenecientes a estas dos especies. Sin embargo, un **Sphaceloma** sp., aislado de plantas infectadas de poinsettia, que se había registrado anteriormente como *S. poinsettiae*, indujo en la yuca síntomas parecidos a los producidos por **Sphaceloma** sp. Hasta que haya una evidencia concluyente, se considera que el agente causal del superalargamiento de la yuca puede ser el mismo hongo registrado por Betancourt y Jenkins como *Sphaceloma manihoticola*.

Las conidias del agente causal del superalargamiento se producen en fiálides y son pequeñas (un tamaño promedio de 5,3 x 2,7µ), de forma ovalada a elíptica-ovalada. Su tamaño aumenta considerablemente antes de la germinación. Se estudiaron los efectos de la temperatura, la humedad, la luz, la concentración de esporas y la edad de la colonia sobre la germinación conidial. Se demostró que la humedad saturada es esencial para la germinación y que la germinación óptima ocurre a los 28,5°C, aproximadamente. La luz y la concentración de esporas tuvieron muy poco o ningún efecto sobre la germinación, pero el porcentaje de germinación disminuyó al aumentar la edad de la colonia.

Esta información previa sobre la germinación conidial fue necesaria para establecer un sistema exitoso de inoculación

Cuadro 14. Rendimientos de dos clones de yuca resistentes (R) y uno susceptible (S) cuando la enfermedad del superalargamiento se presentó cinco meses después de la siembra.

| Replicación | Rendimiento (ton ha) |              |               |
|-------------|----------------------|--------------|---------------|
|             | Llanera (R)          | M Col 22 (R) | M Col 113 (S) |
| 1           | 29.13                | 25.57        | 33.27         |
| 2           | 23.23                | 31.06        | 27.87         |
| 3           | 32.90                | 37.67        | 35.53         |
| Promedio*   | 28.42                | 31.43        | 32.22         |

\* La diferencia entre los promedios de los tres rendimientos no fue significativa al nivel del 1|por ciento (prueba-F).

artificial de plantas jóvenes de yuca. Para que se presentara la infección fue necesario un mínimo de ocho horas de humedad saturada. La incidencia y severidad de la enfermedad fue mayor cuando aumentó el número de horas bajo humedad saturada. Hasta el presente, no se ha observado ninguna evidencia concluyente de existencia de razas patógenas del hongo. Estudios histológicos sobre hojas inoculadas, mostraron que el hongo penetra directamente al hospedero.

#### Pérdidas ocasionadas por la enfermedad

Los rendimientos pueden ser muy bajos en plantaciones altamente infectadas. En un primer experimentos se inocularon dos cultivares resistentes, Llanera y M Colombia 22 y una susceptible, M Colombia 113, un mes después de sembrados; en el

segundo, la inoculación se hizo a los cinco meses de la siembra. En el primer caso, la infección temprana redujo los rendimientos en aproximadamente un 80 por ciento; en el segundo, no se registraron pérdidas significativas (Cuadro 14 y Figura 13).

#### Diseminación

El cultivar susceptible M Colombia 113 se usó para estudiar la diseminación de la enfermedad y la reducción en el establecimiento, causadas por el uso de "semilla" infectada. En una localidad aislada se sembraron 144 estacas de plantaciones sanas y enfermas. A los 25 días de sembradas, la germinación se redujo en un 3 por ciento; el 26 por ciento de las plantas obtenidas de estacas enfermas presentaron síntomas de la enfermedad, y el peso de la

Cuadro 15. Rendimientos de dos clones de yuca resistentes (R) y uno susceptible (S) cuando la enfermedad del superalargamiento se presentó un mes después de la siembra.

| Replicación | Rendimiento (ton ha) |              |               |
|-------------|----------------------|--------------|---------------|
|             | Llanera (R)          | M Col 22 (R) | M Col 113 (S) |
| 1           | 19.08                | 18.05        | 3.75          |
| 2           | 17.32                | 15.45        | 3.75          |
| 3           | 19.17                | 17.43        | 3.25          |
| Promedio    | 18.52*               | 16.98        | 3.58          |

\*La DMS entre los rendimientos medios a un nivel del 1|por ciento de 3.04

-  Sin superalargamiento  
(siembra de 1973)
-  Superalargamiento 5 meses  
después de la siembra  
(marzo 1974 - enero 1975)
-  Superalargamiento un mes  
después de la siembra  
(agosto 1974 - junio 1975)

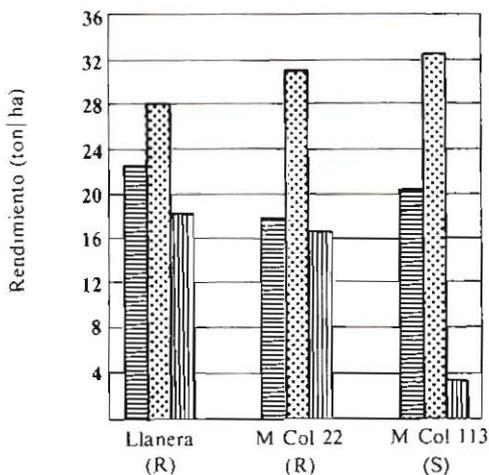


Figura 13. Rendimiento promedio de dos clones de yuca resistentes (R) y uno susceptible (S) a la enfermedad del superalargamiento bajo tres condiciones diferentes.

parte aérea de la planta (hojas y tallos) disminuyó en aproximadamente un 41 por ciento.

### Manchas foliares inducidas por Phoma

La correlación entre la reacción a la enfermedad y el rendimiento, de más de 348 cultivares, se determinó 15 meses después de la siembra. Se cosechó un grupo de 113 cultivares al final de la época lluviosa y otro, de 235, inmediatamente después de la época seca. Los cultivares se sembraron en hileras (un metro de distancia) de 11 plantas/cultivar (a 0,50 metros de distancia), con dos replicas.

Los rendimientos promedios de raíces frescas en el área de Popayán son de 6 ton/ha. El 100 por ciento de los cultivares

muy susceptibles y el 84 por ciento de los susceptibles, rindieron menos que el promedio regional cuando los cultivares se cosecharon al final de la época lluviosa. En contraste, el 70 y 100 por ciento de los cultivares tolerantes y resistentes, respectivamente, produjeron más que el promedio regional. Cuando la cosecha tuvo lugar al final de la época seca, el 93 y 68 por ciento de los cultivares muy susceptibles y susceptibles, respectivamente, produjeron menos de 6 ton/ha; pero el 92 y el 100 por ciento de los cultivares tolerantes y resistentes superaron este promedio. Para incrementar los rendimientos en áreas sobre los 1.300 metros, donde las manchas foliares inducidas por Phoma constituyeron una enfermedad severa y endémica, es necesario incorporar resistencia a esta enfermedad o usar cultivares resistentes con alto rendimiento.

Agrupando los cultivares de acuerdo al grado de resistencia a la enfermedad (Figuras 14 y 15), se observa que el rendimiento aumenta cuando la resistencia a las manchas foliares inducidas por Phoma

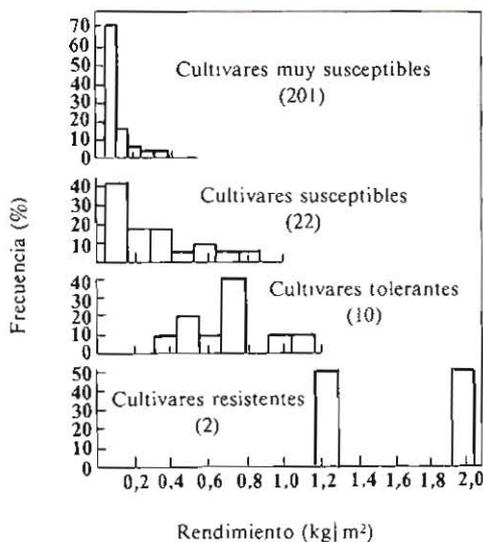


Figura 14. Rendimiento de 235 cultivares agrupados según su grado de resistencia a las manchas inducidas por Phoma. La cosecha tuvo lugar 15 meses después de la siembra, al final de la estación lluviosa.

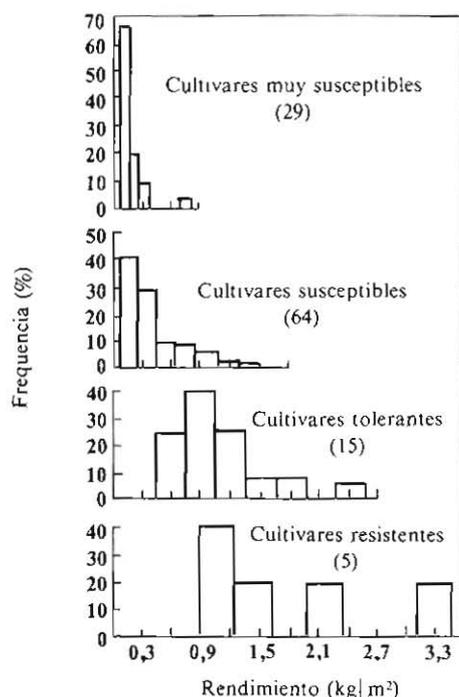


Figura 15. Rendimiento de 113 cultivares agrupados según su grado de resistencia a las manchas foliares inducidas por Phoma. La cosecha tuvo lugar 15 meses después de la siembra, al final de la estación seca.

Cuadro 16. Peso total por planta de cultivares resistentes (R), tolerantes (T) y susceptibles (S) a la mancha foliar inducida por Phoma, 12 meses después de la siembra en el área del Darién.

| No. del cultivar | Reacción a la enfermedad | Porcentaje de defoliación | Peso total* (ton/ha) |
|------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| CMC-92           | R                        | 20                        | 54,4                 |
| M Col 340        | R                        | 25                        | 14,3                 |
| M Col 230        | R                        | 22                        | 19,1                 |
| M Col 276        | R                        | 18                        | 29,4                 |
| M Col 80         | R                        | 24                        | 25,7                 |
| M Col 235        | R                        | 22                        | 23,3                 |
| M Col 291        | R                        | 21                        | 15,9                 |
| M Col 2          | R                        | 17                        | 15,1                 |
| M Col 307        | T                        | 53                        | 13,0                 |
| CMC-39           | T                        | 58                        | 12,4                 |
| Valluna          | S                        | 98                        | 3,6                  |
| M Col 22         | S                        | 100                       | 0,17                 |

\* El peso total por planta se calculó con base en tres parcelas escogidas al azar, con una población de 9 plantas/parcela. Los surcos de los bordes fueron eliminados.

también aumenta. Algunos de los cultivares resistentes rindieron lo mismo que los tolerantes (Figura 15), lo cual podría estar relacionado con la habilidad genética del cultivar para producir.

Con el fin de verificar la resistencia mostrada por cultivares previamente evaluados en el área de Popayán, se sembraron en el Darién (1.430 metros), donde la severidad de la enfermedad es mayor, nueve cultivares altamente resistentes. En ambas localidades, las variedades susceptibles mostraron una completa defoliación, muerte descendente y, en muchos casos, muerte total; por consiguiente, el peso total de la planta disminuyó considerablemente. Las variedades resistentes presentaron un crecimiento normal y produjeron un peso total alto de materia fresca, correspondiente al vigor intrínscico de cada cultivar (Cuadro 16). Se concluyó que estos cultivares altamente resistentes podrían ser usados ventajosamente en programas de mejoramiento de la resistencia a esta enfermedad.

### Pudrición bacterial del tallo

Una especie bacteriana patógena a la yuca se aisló de muestras de tallos necrosados,

tomados de tres zonas yuqueras diferentes. Estudios preliminares sobre observaciones morfológicas y pruebas fisiológicas y bioquímicas, lo mismo que observaciones sintomatológicas de la enfermedad, mostraron que esta especie bacterial y la enfermedad que ella produce son muy diferentes al añublo bacterial de la yuca.

Estas pruebas sugieren que la especie pertenece al género **Erwinia**. Es un organismo Gram-negativo en forma de bastón peritrico, que se desarrolla bien en varios medios con azúcares, produciendo colonias blancas, redondas y enteras. Este organismo produce gelatinasa, causa pudrición suave en tajadas de papa, zana-horia y yuca, licúa la gelatina a base de peccato y no utiliza sorbitol.

La penetración y el establecimiento de la bacteria ocurre a través de heridas, las cuales en la naturaleza pueden ser causadas por insectos. Las plantas infectadas siempre aparecían dañadas por **Anastrepha** sp. (mosca de la fruta), pero no todas las plantas atacadas por *Anastrepha* mostraron la infección bacterial. La relación entre los insectos y la patogénesis de esta especie bacterial se desconoce aún. El daño causado por los insectos se discute con mayor detalle en la sección de Entomología.

Las pruebas de patogenicidad mostraron que el organismo se limita a los tejidos del tallo. Las plantas infectadas muestran una necrosis negruzca, luego, marchitamiento y finalmente, muerte descendente. Las yemas localizadas entre las secciones infectadas del tallo son las primeras en ser invadidas y necrosadas; por consiguiente, las partes infectadas del tallo son inservibles para la siembra. Aunque sus efectos en la producción de yuca son desconocidos, parece que el factor de mayor importancia es el relacionado con el daño producido en las yemas, el cual se podría reflejar en la germinación y en el establecimiento del cultivo, cuando se usan plantas infectadas como material de siembra.

## Roya de la yuca

La roya de la yuca es conocida desde 1887. Se han registrado seis especies diferentes, pertenecientes al orden Uredinal, pero ni su posición taxonómica ni su distribución geográfica han sido definidas. En este año se inició un estudio cooperativo entre el Instituto Colombiano Agropecuario| Universidad Nacional y el CIAT.

Ya fueron determinadas las características taxonómicas para cada especie patógena. Actualmente, se están elaborando claves para su identificación taxonómica con descripciones y diagramas ilustrativos, basados en muestras obtenidas de diferentes herbarios.

## ENTOMOLOGIA

En este año se inició un programa extensivo para evaluar la resistencia del banco de germoplasma de yuca a varias especies de ácaros; con este objeto se desarrolló un procedimiento que ayuda a hacer una evaluación rápida del material bajo estudio. Se dio énfasis especialmente a la determinación de las pérdidas en rendimiento asociadas con el ataque de trips, ácaros, la mosca de la fruta y la mosca del cogollo. Se hicieron estudios sobre biología, ecología e importancia de la mosca blanca y de la mosca de la fruta. Se hizo una investigación para determinar cuáles podrían ser las prácticas de control más eficaces para combatir los insectos que atacan el material de propagación y las plantas en germinación.

### Fluctuaciones en la población de insectos y ácaros

En 1975 se completó en el CIAT un estudio de dos años relacionado con los factores que influyen sobre las poblaciones de insectos en las plantaciones de yuca. En el estudio se incluyeron ácaros, trips, el

gusano cachón de la yuca, la mosca del cogollo (*Silba pendula*) y el chinche de encaje (*Vatiga manihoti*). En los días primero de mayo, primero de agosto y primero de noviembre de 1973 se plantaron tres cangres, en dos ensayos replicados, con 90 variedades de yuca. En los días primero de febrero y primero de mayo de 1974 se sembraron 50 variedades. Luego, se hicieron evaluaciones mensuales sobre la presencia de los insectos mencionados.

Las poblaciones de ácaros se midieron tomando muestras de la parte central de la planta y haciendo el recuento del número de ácaros que se encontraban en un área foliar de 20 cm<sup>2</sup>. La población de trips se determinó evaluando el daño por medio de una escala visual de 0 a 5 (0 = sin daño, 5 = yemas laterales y apicales muertas). Semanalmente, se tomaron muestras del número total de huevos de gusano cachón parasitado y no parasitado y se contaron las larvas en 75 plantas escogidas al azar. Además, se hizo una evaluación mensual de cada variedad. Las poblaciones de mosca del cogollo se determinaron por medio de recuentos mensuales del número total de puntos de crecimiento por planta y del número de yemas atacadas. De esta manera, se determinó el porcentaje de infestación por variedad y por siembra. Las poblaciones del chinche de encaje (ninfas y adultos) se evaluaron inspeccionando tres hojas de cada parte de la planta: superior, central e inferior.

El ataque más severo de trips, mosca del cogollo, gusano cachón y chinche de encaje se presentó durante los primeros tres meses después de la siembra. No obstante, las poblaciones de ácaros aumentaron con la edad de la planta (Figura 16). La época seca favoreció especialmente las poblaciones altas de trips (Figura 17), ácaros, chinches de encaje, moscas del cogollo y la oviposición del gusano cachón.

### Ácaros

En Colombia se han identificado las cuatro especies de ácaros siguientes pertene-

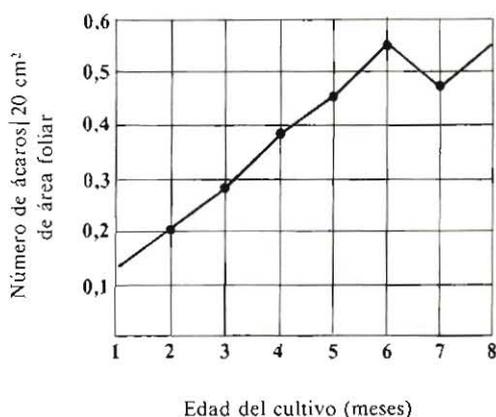


Figura 16. Evaluaciones mensuales de las poblaciones de los ácaros *Mononychellus mcgregori*, *Tetranychus urticae* y *Oligonychus peruvianus* realizadas con algunas variedades de yuca.

cientes a la familia Tetranychidae: *Mononychellus tanajoa*, *M. mcgregori*, *Tetranychus urticae* y *Oligonychus peruvianus*. *M. tanajoa* y *T. urticae* parecen ser las especies más importantes desde todo punto de vista. *O. peruvianus* es de poca importancia, en tanto que *M. mcgregori* sólo se ha registrado en algunas regiones de Colombia y Venezuela.

El ácaro *Mononychellus* se encuentra generalmente cerca a los puntos de crecimiento de la planta sobre las yemas, hojas y tallos jóvenes; las hojas inferiores sufren un ataque menos severo. Las hojas emergen de las yemas con puntos amarillos, pierden su color verde normal y se deforman. Los cogollos atacados pierden su color verde volviéndose ásperos y de color café. Las hojas y los tallos mueren progresivamente comenzando por la parte superior y luego afectando la inferior (Figura 18).

El daño causado por el ácaro *Tetranychus* se presenta primero sobre las hojas inferiores de la planta; está representado por puntos amarillos que aparecen a lo largo de la vena principal y luego se extienden a toda la hoja que, finalmente, se torna de un color herrumbroso o café-rojizo. Las hojas severamente infestadas se secan y caen, comenzando por las hojas

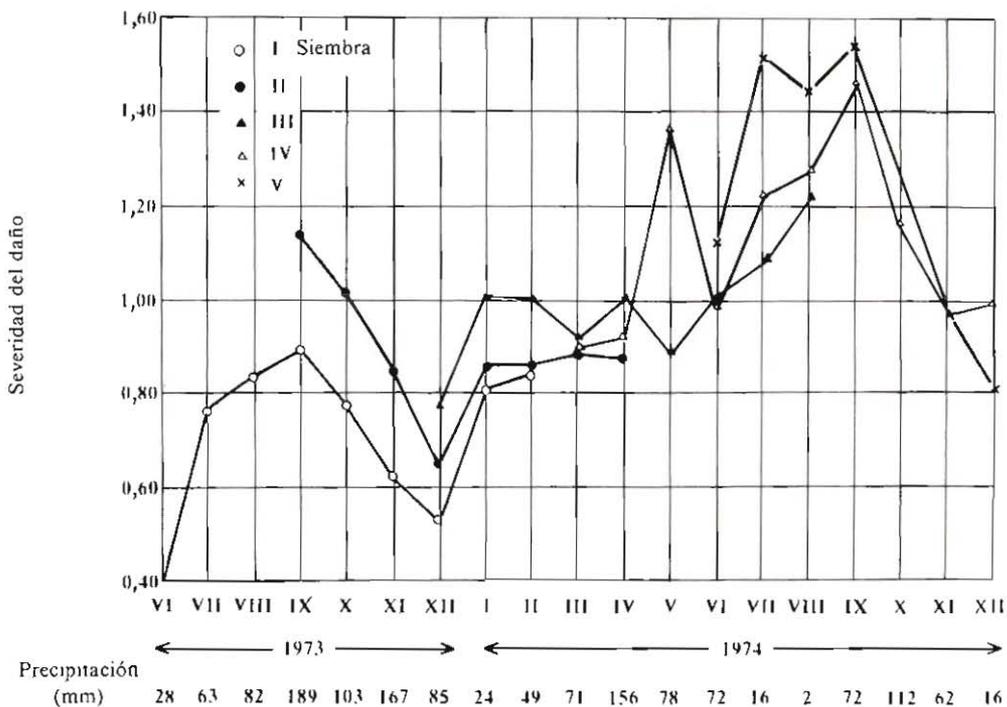


Figura 17. Evaluación mensual del daño causado por los trips en cinco plantaciones de algunas variedades de yuca.



Figura 18. Daño típico causado por el ácaro *Mononychellus* sp. en los puntos de crecimiento de la planta de yuca.

basales; si el ataque es severo las plantas pueden morir (Figura 19).

La presencia del ácaro **Oligonychus** se caracteriza por una cubierta blanca que la hembra teje sobre el envés de las hojas, generalmente, a lo largo de la vena central y de las laterales. Sobre la haz de la hoja se forman puntos de un color que varía entre amarillo y café. El daño es mayor en las hojas inferiores.

Se desarrolló un procedimiento para evaluar la resistencia del banco de germoplasma de yuca a los ácaros **Tetranychus** y **Mononychellus** bajo condiciones de aislamiento en una cámara cubierta por malla metálica fina, ya que las infestaciones naturales en Colombia no son lo suficientemente altas ni uniformes para hacer una evaluación de campo. Las plantas correspondientes a las variedades de yuca que se pretende evaluar se siembran en camas o macetas en una cámara cubierta por malla y se les cubre con plástico para elevar la temperatura a 34°C.

Se colocan hojas infestadas con ácaros para inocular las plantas de un mes de edad. La resistencia se evalúa semanalmente a partir de la segunda a sexta semana después de la inoculación; una segunda o tercera inoculación puede ser necesaria si la primera no fue efectiva.

En la granja experimental del CIAT se evaluó la resistencia al **Oligonychus** que pudieran tener las 1.884 variedades que actualmente existen en el banco de germoplasma.

Los resultados preliminares señalan un bajo grado de resistencia al ácaro **Tetranychus** y niveles intermedios para los ácaros **Mononychellus** y **Oligonychus**. De las 427 variedades que se evaluaron para determinar su resistencia al ácaro **Tetranychus**, únicamente se seleccionó una variedad (M Colombia 114) que presentó un nivel moderado de resistencia. También se escogieron algunas variedades promisorias para someterlas a ensayos futuros. En cuanto a la resistencia al ácaro



Figura 19. Daño severo en hojas y tejidos causado por el ácaro *Tetranychus urticae*, bajo condiciones ambientales controladas.

**Mononychellus**, solamente se han evaluado 45 variedades; varias líneas parecen tener una buena resistencia intermedia. En las variedades evaluadas para determinar la resistencia a **Oligonychus** se encontraron de 0,5 a 1.205 cubiertas (telarañas) por hojas. Setenta y dos variedades tenían menos de 10 cubiertas por hoja (Cuadro 17) y 16, menos de cinco.

### Trips

Se han identificado cinco especies de trips que atacan la yuca: *Corynothrips stenopterus*, *Scirtothrips manihoti*, *Euthrips manihoti*, *Frankliniella williamsi* y *Frankliniella* sp.

En la granja experimental del CIAT se estudió la reducción en rendimiento producida por el ataque de trips. El primer ensayo dio como resultado un ataque fuerte

de trips durante la estación seca; las pérdidas ascendieron a 15,4 por ciento en los cultivares susceptibles y 11 por ciento para los cultivares de resistencia intermedia (Cuadro 18). La disminución en rendimiento de los cultivares susceptibles al ataque de trips se atribuyó a todos los insectos que atacan la yuca; en el caso de los cultivares resistentes se atribuyó a todos los insectos, excepción hecha de los trips. Si asumimos que el ataque a la yuca de todos los insectos, exceptuando los trips, es igual, la mayor pérdida en rendimiento en los cultivares susceptibles se puede atribuir al daño causado por los trips.

En el segundo ensayo se calculó la reducción en rendimiento causada por los trips, comparando la reducción de los rendimientos en las parcelas a las que se aplicó insecticida con aquellas que no

Cuadro 17 Resistencia de algunas variedades de yuca al daño causado por ácaros.

| Acaros                         | No. de variedades evaluadas | Escala de evaluación de resistencia*** | No. de variedades en cada clase de resistencia  |
|--------------------------------|-----------------------------|--|---|
| <i>Tetranychus urticae</i>     | 427*                        | 0 - 5                                  | 5,0 = 370 var.<br>4,5 = 46 var.<br>4,0 = 10 var.<br>3,5 = 1 var.  |
| <i>Mononychellus mcgregori</i> | 45*                         | 0 - 5                                  | 5,0 = 4 var.<br>4,5 = 12 var.<br>4,0 = 44 var.<br>3,5 = 9 var.<br>3,0 = 8 var.<br>2,0 = 2 var.  |
| <i>Oligonychus peruvianus</i>  | 1 884**                     | No. de colonias de ácaros  <br>hoja    | 0 - 10 = 72 3,82%<br>10 - 50 = 591 31,36%<br>50 - 100 = 454 24,09%<br>100 - 200 = 421 22,34%<br>200 - 500 = 319 16,93%<br>500 - 1000 = 27 1,43% |

\* Infestación artificial en cámara cubierta con malla metálica fina

\*\* Infestación natural en el campo

\*\*\* Escala de daño. 0 - 1 = resistente. 2 - 3 = resistencia intermedia. 4 - 5 = susceptible.

Cuadro 18. Rendimiento de cultivares de yuca susceptibles (S), con resistencia intermedia (I) y resistentes (R) al ataque de trips, 10 meses después de la siembra, con y sin aplicación de insecticida.

| Cultivar        | Evaluación de resistencia a trips | Rendimiento (ton ha) |                  | Reduccion porcentual en rendimiento |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------|
|                 |                                   | Sin insecticidas     | Con insecticidas |                                     |
| <b>Ensayo 1</b> |                                   |                      |                  |                                     |
| M Col 890       | R                                 | 17,3                 | 18,0             | 3,9                                 |
| M Col 113       | R                                 | 23,9                 | 25,8             | 7,4                                 |
| M Col 65        | R                                 | 25,5                 | 27,9             | 8,6                                 |
| Promedio        |                                   | <u>22,2</u>          | <u>23,9</u>      | <u>6,6</u>                          |
| M Col 22        | I                                 | 28,1                 | 33,1             | 15,1                                |
| M Col 1438      | I                                 | 34,0                 | 42,5             | 20,0                                |
| Promedio        |                                   | <u>31,0</u>          | <u>37,8</u>      | <u>17,6</u>                         |
| M Col 1703      | S                                 | 21,5                 | 25,7             | 16,3                                |
| M Mex 34        | S                                 | 14,3                 | 18,9             | 24,3                                |
| M Col 248       | S                                 | 18,0                 | 24,1             | 25,3                                |
| Promedio        |                                   | <u>17,9</u>          | <u>22,9</u>      | <u>22,0</u>                         |
| <b>Ensayo 2</b> |                                   |                      |                  |                                     |
| M Col 1696      | S                                 | 20,2                 | 21,4             | 5,6                                 |
| M Col 1745      | S                                 | 21,9                 | 24,0             | 8,8                                 |
| M Col 1670      | S                                 | 20,2                 | 22,4             | 9,8                                 |
| M Col 1765      | S                                 | 20,8                 | 24,3             | 14,4                                |
| M Col 1703      | S                                 | 21,5                 | 27,1             | 20,7                                |
| M Col 1777      | S                                 | 19,5                 | 25,3             | 22,9                                |
| M Col 1701      | S                                 | 16,8                 | 22,5             | 25,3                                |
| M Col 1767      | S                                 | 16,9                 | 23,6             | 28,4                                |
| Promedio        |                                   | <u>19,7</u>          | <u>23,8</u>      | <u>17,2</u>                         |

\* Aplicación mensual de dimetoate a una tasa de 0,75 litros i.a. | ha.

recibieron ningún tipo de protección. La disminución en rendimiento osciló entre 5,6 por ciento para la variedad M Colombia 1696 y 28,4 por ciento para la variedad M Colombia 1767, con una reducción promedio, para todas las variedades, de 4,1 ton|ha o sea, 17,2 por ciento (Cuadro 18).

### Chizas

Las chizas, que son el estado larval de un coleóptero de la tierra (Scarabaeidae), se

alimentan de las raíces de las plantas jóvenes, causando daños de consideración. Estos gusanos consumen la corteza y las yemas de los cangres recién plantados, reduciendo la germinación. La intensidad del ataque aumenta en los terrenos que anteriormente eran praderas.

Se estudiaron dos métodos de control por medio de la aplicación de insecticidas. El primero consistió en aplicar insecticidas granulados o pulverizados en el momento de la siembra, y el segundo en sumergir los

Cuadro 19 Efectos de la aplicación de varios insecticidas en la germinación de cangres de yuca en presencia de gusanos blancos (Scarabaeidae)

| Tratamiento insecticida      | Dosis                                    | No. germinado* | % de germinación** |
|------------------------------|--|----------------|--------------------|
| Toxafeno-DDT                 | 1,2 litros   100 litros H <sub>2</sub> O | 34,0           | 21,3               |
| carbofuran (granulado)       | 3 g   m <sup>2</sup>                     | 117,0          | 73,1               |
| carbofuran (inmersión)       | 100 cc   100 litros H <sub>2</sub> O     | 17,0           | 10,6               |
| Herbicida (alaclor + diuron) | 2 litros + 2 kg   ha                     | 17,0           | 10,6               |
| methamidophos                | 100 cc   100 litros H <sub>2</sub> O     | 15,0           | 9,4                |
| fenthion                     | 75 cc   100 litros H <sub>2</sub> O      | 48,0           | 30,0               |
| disulfoton                   | 3 g   planta                             | 81,0           | 50,6               |
| aldrin                       | 60 kg   ha                               | 129,0          | 80,6               |
| diazinon                     | 70 cc   100 litros H <sub>2</sub> O      | 14,0           | 12,5               |
| testigo                      | —  | 7,0            | 4,4                |

\* Diseño en bloque al azar de cuatro parcelas con 40 cangres por parcela

\*\* Significante a un nivel de 1 por ciento

cangres por 20 minutos en una solución insecticida antes de sembrarlos. Se trataron dos variedades (CMC-59 y CMC-57) con ocho insecticidas y un herbicida; la germinación de las estacas se registró a los 15, 25 y 35 días después de la siembra. En otro experimento en el que se utilizaron los insecticidas carbofuran y disulfoton, se estudiaron tres métodos de aplicación: incorporación en el suelo, colocación bajo el cangre o colocación en el área que circunda el cangre.

Los resultados del primer experimento muestran que las chizas pueden reducir sustancialmente la germinación a menos que se les controle. De las 160 estacas sembradas en las cuatro repeticiones testigo, 153 (95,6 por ciento) no germinaron debido al daño causado por estas larvas (Cuadro 19). Los insecticidas aldrin y carbofuran (en forma granulada, únicamente) dieron los mejores resultados con 80,6 y 73,1 por ciento de germinación, respectivamente. Con las aplicaciones de

Cuadro 20. Eficacia de la posición en que se colocaron los insecticidas granulados carbofuran y disulfoton para el control de gusanos blancos (Scarabaeidae)

| Insecticida | Método de aplicación             | No. germinado* | % germinado |
|-------------|----------------------------------|----------------|-------------|
| carbofuran  | Incorporado en 20 m <sup>2</sup> | 65             | 81,3        |
| carbofuran  | Bajo el cangre                   | 74             | 92,5        |
| carbofuran  | Alrededor del cangre             | 66             | 82,5        |
| disulfoton  | Incorporado en 20 m <sup>2</sup> | 62             | 77,5        |
| disulfoton  | Bajo el cangre                   | 66             | 82,5        |
| disulfoton  | Alrededor del cangre             | 57             | 71,3        |
| Testigo     | —                                | 58             | 72,5        |

\* Diseño en bloque al azar de parcelas con 20 cangres cada una.

disulfoton se obtuvo un control moderado (50,6 por ciento de germinación), pero los insecticidas restantes fueron de poco o ningún valor para el control de las chizas. El sistema de inmersión fue ineficaz.

En el segundo experimento, los mejores resultados se obtuvieron con el carbofuran granulado aplicado bajo el cangre (Cuadro 20). Debido a la protección del carbofuran, la reducción en germinación fue de sólo 7,5 por ciento en comparación con 27,5 por ciento para el testigo.

### La mosca de la fruta

La mosca de la fruta se ha convertido en una de las plagas más graves de la yuca en las regiones cafeteras de Colombia. Originalmente se creía que era una plaga que atacaba exclusivamente la fruta (o raíz) de la yuca; sin embargo, se han identificado dos especies *Anastrepha pickeli* y *A. manihoti* (Tephritidae) que también atacan el tallo. Aunque la oviposición se realiza preferentemente sobre la fruta, la hembra con frecuencia deposita sus huevos sobre los tejidos suaves del tallo de las plantas jóvenes 10 a 20 centímetros bajo el punto de crecimiento. El huevo eclosiona y la larva joven penetra en la médula del tallo, comenzando a cavar hacia abajo. Esta excavación propicia el ataque de un patógeno bacterial que puede inducir la pudrición extensa en el tallo (ver la sección de Fitopatología).

Durante las etapas iniciales, las larvas son blancas y más tarde se tornan amarillas. El exudado blanco que fluye de la herida causada por la larva en el tallo permite frecuentemente constatar la presencia de las larvas en el interior del mismo. La pudrición extensiva causa frecuentemente la pudrición de los puntos de crecimiento en las plantas jóvenes (Figura 20). El 84 por ciento de las plantas de uno de los terrenos presentaban este daño, en tanto que en otro campo el tallo del 75 por ciento de las plantas se había partido a



Figura 20 Pudrición seguida por muerte de los puntos de crecimiento en plantas jóvenes de yuca, causada por un patógeno bacterial asociado con larvas de la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.).

unos 20 a 30 centímetros del punto de crecimiento.

### Moscas blancas

La mosca blanca (Aleyrodidae) se encuentra en casi todas las regiones yuquearas del mundo. Se han identificado varias especies que atacan la yuca entre las que se encuentran *Trialeurodes variabilis*, *Bemisia tabaci*, *B. tuberculata*, *Aleurotrachelus* sp. y *Aleurothrixus* sp. Aunque los datos disponibles indican que la mosca blanca no causa un daño directo, en Africa es de interés particular por su capacidad de transmitir la enfermedad del mosaico. Por otra parte, debido a las secreciones de estos insectos el crecimiento de fumagina es común, lo que puede tener un efecto contraproducente en la actividad fotosintética de las plantas.

Se estudiaron las características biológicas de la mosca blanca, *I. variabilis*, muy difundida en Colombia, bajo condiciones de campo, en jaulas con anjeo (Cuadro 21).

Cuadro 21. Fecundidad, viabilidad de los huevos y longevidad de la mosca blanca *Trialeurodes variabilis* estudiada en jaulas en el campo (con base en 10 pares de adultos)

| Etapas de desarrollo                | Mínimo | Máximo | Promedio | Desviación estándar |
|-------------------------------------|--------|--------|----------|---------------------|
| No. de huevos por hembra            | 134    | 178    | 161,1    | ± 14,50             |
| Huevos eclosionados (%)             | 89,9   | 100    | 95,2     | ± 3,59              |
| Ninfas formadas (%)                 | 59,3   | 96,1   | 79,7     | ± 11,64             |
| Adultos que emergieron (%)          | 86,2   | 98,4   | 95,3     | ± 3,28              |
| Supervivencia de huevo a adulto (%) | 55,1   | 90,3   | 72,4     | ± 10,50             |
| Longevidad de la hembra (días)      | 14     | 22     | 19,2     | ± 2,31              |
| Longevidad del macho (días)         | 5      | 15     | 8,8      | ± 3,12              |

La evaluación de resistencia a la mosca blanca *Aleurotrachelus* sp. se realizó en el campo con 189 cultivares de yuca durante una infestación grave. El estado ninfal oblongo de esta mosca es negro con una secreción blanca serosa que se presenta alrededor del borde exterior facilitando su identificación sobre el envés de la hoja. Algunas variedades presentaban niveles bajos de infestación (Cuadro 22), lo cual indica que el banco de germoplasma de yuca cuenta con variedades resistentes a *Aleurotrachelus* sp. La infestación fue uniforme, pero sólo se hizo una evaluación y, por consiguiente, se debe repetir.

### El gusano cachón de la yuca

En el Informe Anual del CIAT, 1974, se describió un sistema para controlar biológicamente al gusano cachón de la yuca (*Erinnys ello*). La combinación del parasitismo de los huevos por *Trichogramma fasciatum* y de la depredación de las larvas por medio de *Polistes erythrocephalus*, un tipo de avispa, eliminó el gusano cachón del CIAT durante todo el año (En la granja experimental del CIAT no se ha presentado epifitotia del gusano cachón desde que se introdujeron en 1973 estos agentes de control biológico).

La epifitotia del gusano cachón se estudió en dos fincas cercanas al CIAT. En ambos casos, se había aplicado insecticida al cultivo de yuca, con anterioridad a la epifitotia, para controlar los trips y la mosca de la fruta. El parasitismo de los huevos por *Trichogramma* varió entre 50 y 60 por ciento y se introdujo la avispa *Polistes* en ambos terrenos. En el primero de éstos no se ha presentado el insecto desde hace seis meses y el segundo está todavía bajo estudio.

La epifitotia del gusano cachón se estudió en dos fincas cercanas al CIAT. En ambos casos, se había aplicado insecticida al cultivo de yuca, con anterioridad a la epifitotia, para controlar los trips y la mosca de la fruta. El parasitismo de los huevos por *Trichogramma* varió entre 50 y 60 por ciento y se introdujo la avispa *Polistes* en ambos terrenos. En el primero de éstos no se ha presentado el insecto desde hace seis meses y el segundo está todavía bajo estudio.

Cuadro 22 Evaluación de la resistencia al ataque de la mosca blanca *Aleurotrachelus* sp. en 189 cultivares de yuca.

| No. total de cultivares | Severidad del daño* |    |    |    |    |   |
|-------------------------|---------------------|----|----|----|----|---|
|                         | 0                   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 |
| 189                     | 2                   | 36 | 42 | 72 | 33 | 4 |

\* 0=no hubo infestación; 1=menos del 20% de las hojas infestadas; 2 = 20 a 40% de las hojas infestadas; 3 = 40 a 60% de las hojas infestadas; 4=60 a 80% de las hojas infestadas; y 5=80 a 100% de las hojas infestadas.

## FITOMEJORAMIENTO

Durante los últimos tres años ha sido posible acumular información básica sobre el germoplasma y el comportamiento genético, así como también sobre el proceso de selección para lograr mayor eficiencia en la planta de yuca. Se completó la evaluación de más de 2.000 cultivares de la colección del germoplasma. Se establecieron técnicas para hibridación y

selección de plántulas. La selección, basada en el índice de cosecha de la planta, resultó ser eficiente, tanto desde el punto de vista genético como del fisiológico.

Durante este año se evaluaron y cosecharon aproximadamente 230 cultivares, 3.000 líneas híbridas y 8.000 híbridos por medio de tres sistemas diferentes: una prueba replicada de rendimiento, un ensayo de observación preliminar de rendimiento y un campo para selección de híbridos. Igualmente, se sembraron 160 líneas híbridas, 1.200 híbridos y 25.000 semillas híbridas, en pruebas de rendimiento similares a las anteriores. De un total aproximado de 250 cruzamientos se produjeron cerca de 30.000 semillas híbridas; la mayor parte de éstas se sembrarán en el CIAT dentro de los seis meses posteriores a la cosecha y algunas se enviarán a fitomejoradores de varios países de América, Asia y África.

En una prueba replicada de rendimiento se obtuvieron más de 60 ton|ha|año. En este ensayo, los cultivares de alto rendimiento producidos por el CIAT aventajan los cultivares locales tanto en las

pruebas establecidas en la sede como en las que se sembraron fuera de ella; esta evidencia comprueba la tesis de que se pueden lograr mayores rendimientos en los cultivos de yuca mediante la modificación de los cultivares y el logro de esta meta parece ser una realidad próxima.

### Colección de germoplasma

El estado actual de la colección de germoplasma del CIAT aparece en el Cuadro 23. Se han identificado genotipos que tienen utilidad como material básico para obtener progenies con resistencia a las principales enfermedades e insectos.

### Ensayos de rendimiento

En ensayos replicados de rendimiento, hechos en la sede del CIAT, se cosecharon 235 cultivares sembrados en hileras simples y seleccionados con base principalmente en el índice de cosecha y en el rendimiento de raíces. Las plantas cosechadas tenían dos surcos de bordura y se establecieron dos repeticiones en todos los experimentos. No se aplicaron fertilizantes, fungicidas ni insecticidas.

Cuadro 23. Estado actual de la colección de germoplasma de yuca del CIAT.

| País de origen | No. de cultivares mantenidos actualmente | No. de cultivares evaluados |
|----------------|--|-----------------------------|
| Colombia       | 1.676                                    | 1.646                       |
| Venezuela      | 269                                      | 255                         |
| Ecuador        | 134                                      | 134                         |
| México         | 68                                       | 65                          |
| Brasil         | 22                                       | 5                           |
| Panamá         | 20                                       | 20                          |
| Puerto Rico    | 16                                       | 15                          |
| Costa Rica     | 16                                       | 0                           |
| República      |  |                             |
| Dominicana     | 5  | 0                           |
| Perú           | 2  | 2                           |
| Paraguay       | 2  | 2                           |
| Total          | 2.230                                    | 2.142                       |

El Cuadro 24 presenta la información sobre los cultivares con mayores rendimientos. Un cultivar produjo un rendimiento de más de 60 ton|ha, 11 alcanzaron rendimientos de más de 50 ton|ha y tres dieron un rendimiento de materia seca de más de 20 ton|ha. La variedad Llanera, un cultivar local, dio un rendimiento de 26,7 ton|ha de raíces frescas o sea, 8,7 toneladas de materia seca. De aquí se deduce la posibilidad de aumentar de inmediato los rendimientos por medio de la selección varietal. Si se tiene en cuenta que los 11 cultivares que alcanzaron rendimientos de más de 50 ton|ha constituyen el 0,5 por ciento con

mayor producción de la colección original, resulta obvia la importancia de iniciar un programa de selección con una variabilidad de germoplasma muy amplia.

Un peso total por planta y un índice de cosecha altos son factores básicos para la obtención de altos rendimientos (Figuras 21 y 22). Aparentemente, no es posible obtener rendimientos altos cuando los índices de cosecha son inferiores a 0,40. La correlación entre el índice de cosecha y el peso de las hojas y de los tallos fue negativa (Figura 23), lo cual confirma que la parte aérea de las plantas y las raíces compiten por el almacenamiento de carbohidratos.

Cuadro 24. Los 20 cultivares que produjeron mejores rendimientos.

|                          | Rendimiento de las raíces (ton ha año) | Contenido de materia seca de las raíces | Rendimiento de materia seca de las raíces (ton ha año) | Peso total de la planta (ton ha año) | Índice de cosecha |
|--------------------------|--|---|--|--------------------------------------|-------------------|
| M Ven 218                | 60,6                                   | 0,359                                   | 21,7   | 96,7                                 | 0,626             |
| M Mex 17                 | 54,2                                   | 0,368                                   | 19,9   | 83,9                                 | 0,646             |
| M Col 946                | 53,6                                   | 0,394                                   | 21,1   | 106,1                                | 0,505             |
| M Pan 70                 | 52,8                                   | 0,376                                   | 19,8   | 79,4                                 | 0,664             |
| M Col 1686               | 52,5                                   | 0,306                                   | 16,1   | 99,2                                 | 0,529             |
| M Col 1292               | 52,2                                   | 0,387                                   | 20,2   | 118,6                                | 0,440             |
| M P1R 26                 | 52,2                                   | 0,368                                   | 19,2   | 79,4                                 | 0,657             |
| M Col 803                | 51,4                                   | 0,365                                   | 18,8   | 106,7                                | 0,482             |
| M Col 1684               | 50,8                                   | 0,331                                   | 16,8   | 78,3                                 | 0,649             |
| M Mex 59                 | 50,6                                   | 0,358                                   | 18,1   | 100,3                                | 0,504             |
| M Ven 77                 | 50,0                                   | 0,334                                   | 16,7   | 88,6                                 | 0,564             |
| M Ven 168                | 49,4                                   | 0,369                                   | 18,2   | 86,9                                 | 0,550             |
| M Mex 16                 | 49,2                                   | 0,353                                   | 17,4   | 83,9                                 | 0,590             |
| M Pan 114                | 49,2                                   | 0,375                                   | 18,4   | 76,2                                 | 0,645             |
| M Col 638                | 48,6                                   | 0,351                                   | 17,1   | 106,9                                | 0,454             |
| M Col 655A               | 46,7                                   | 0,385                                   | 18,0   | 105,6                                | 0,442             |
| M Col 1468               | 46,1                                   | 0,327                                   | 15,1   | 94,7                                 | 0,487             |
| M Ecu 47                 | 46,1                                   | 0,371                                   | 17,1   | 93,1                                 | 0,495             |
| M Ven 270                | 45,8                                   | 0,395                                   | 17,9   | 108,9                                | 0,421             |
| M Mex 52                 | 44,1                                   | 0,390                                   | 17,4   | 107,6                                | 0,416             |
| Llanera (Cultivar local) | 26,7                                   | 0,325                                   | 8,7  | 53,1                                 | 0,503             |
| M Col 22 (Testigo)       | 26,7                                   | 0,398                                   | 10,6   | 41,4                                 | 0,644             |
| M Col 113 (Testigo)      | 38,1                                   | 0,354                                   | 13,5   | 85,3                                 | 0,446             |

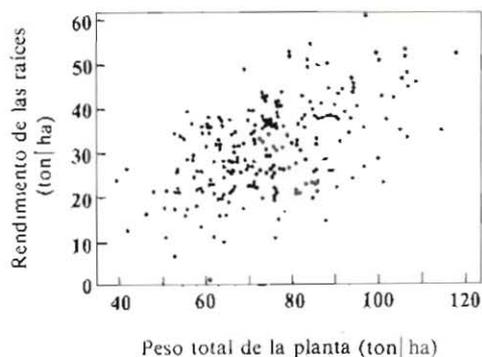


Figura 21 Relación entre el peso total de la planta y el rendimiento de las raíces (peso fresco).

Las variedades con un crecimiento aéreo demasiado vigoroso tienen un índice de cosecha muy bajo; las variedades con un índice de cosecha muy alto no pueden mantener un nivel adecuado de crecimiento de la parte aérea, presentándose, como resultado, una acumulación baja de materia seca total en las hojas.

La correlación entre los rendimientos alcanzados en los ensayos de población y en los sembrados con un solo surco por parcela, fue sorprendentemente baja (Figura 24), tal vez a causa de la fuerte competencia intergenotípica. La correlación en cuanto a índices de cosecha entre los dos ensayos mencionados (Figura 25) fue alta. En consecuencia, el índice de co-

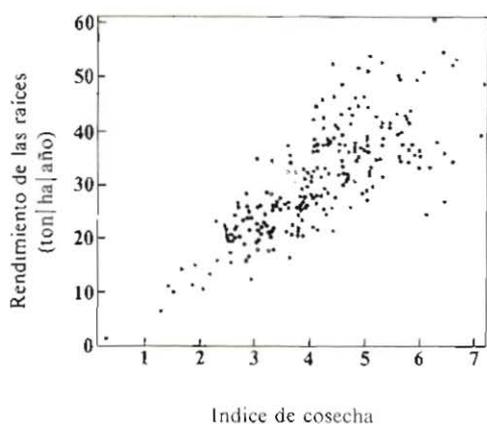


Figura 22 Relación entre el índice de cosecha y el rendimiento de las raíces en un ensayo de poblaciones.

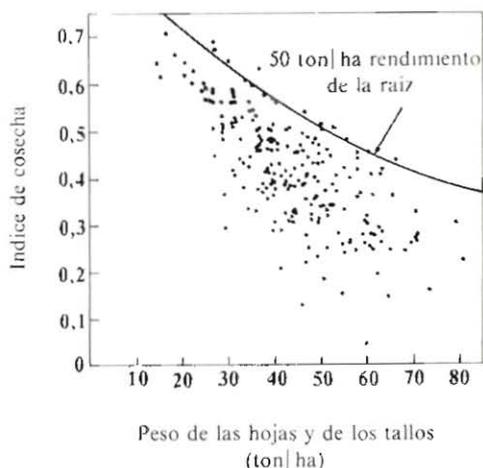


Figura 23. Relación entre el crecimiento de la parte aérea de la planta y el índice de cosecha en un ensayo de poblaciones.

secha del ensayo con un solo surco estuvo altamente correlacionado con el rendimiento en el ensayo de población (Figura 26); o sea que, como característica de selección, el índice de cosecha supera al rendimiento en sí, cuando se están sometiendo a prueba los genotipos en los ensayos a nivel de observación de rendimientos.

En cuanto al vigor vegetativo inicial se observó una marcada variación varietal. En el momento de la cosecha, el vigor

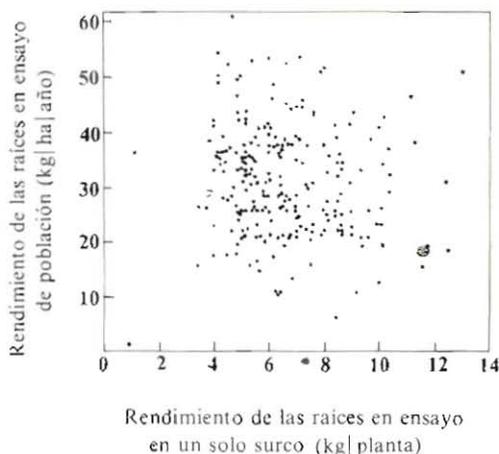


Figura 24. Relación entre el rendimiento de las raíces en ensayos de poblaciones y de un solo surco.

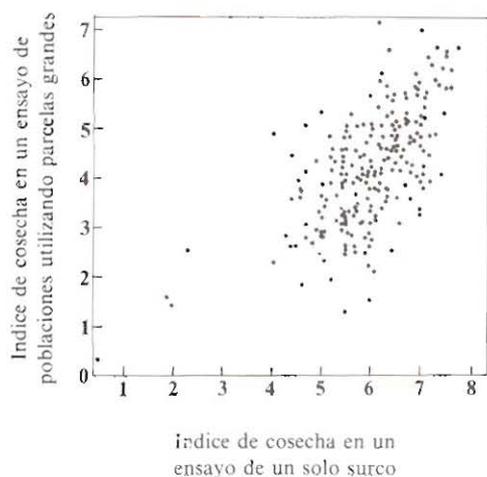


Figura 25. Relaciones entre los índices de cosecha en ensayos de poblaciones y de un solo surco.

inicial estuvo altamente correlacionado con el peso de hojas y tallos y mostró una correlación negativa con el índice de cosecha, más no estuvo significativamente relacionada con el rendimiento (Cuadro 25). Bajo las condiciones del CIAT, que se consideran casi ideales para la obtención de altos rendimientos, se obtuvo un rendimiento de más de 50 ton|ha con un rango bastante amplio de vigor inicial. Sin embargo, cuando se consideran condiciones menos favorables, las que precisamente prevalecen en las regiones yuqueras de los trópicos, se debe prestar mayor atención a los tipos con un alto vigor inicial en comparación con el índice de cosecha y el vigor inicial.

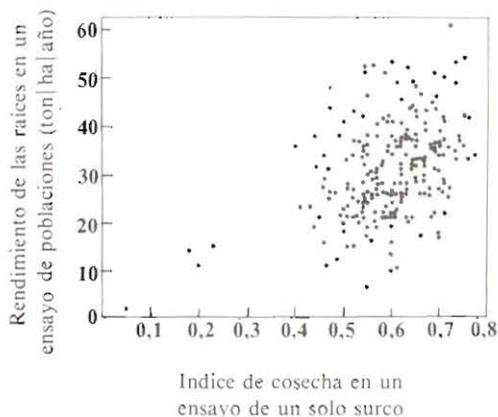


Figura 26. Relación entre el índice de cosecha en un ensayo de un solo surco y el rendimiento de las raíces en un ensayo de poblaciones.

Los rendimientos disminuyeron paralelamente con el grado de volcamiento de las plantas (Cuadro 26). Como cualquier otro cultivo la yuca no es una excepción y el volcamiento afecta adversamente los rendimientos, debiéndose evitar a toda costa.

### Ensayos fuera de la sede del CIAT

En Carimagua (Llanos Orientales de Colombia), Caribia (Costa Atlántica) y Popayán (zona de altura intermedia) se sembraron varios cultivares e híbridos. Las variedades M México 59, M Colombia 638, M Colombia 1468 (CMC-40, selección del ICA) y M Colombia 1684 se encuentran entre las 15 que alcanzaron los

Cuadro 25. Efecto del vigor inicial en las características de rendimiento.

| Vigor* inicial | No. de cultivares | Rendimiento de las raíces (ton ha) | Índice de cosecha | Peso total de la planta (ton ha) | Peso tallos y hojas (ton ha) |
|----------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1              | 4                 | 27,5                               | 0,523             | 53,2                             | 25,7                         |
| 2              | 49                | 32,0                               | 0,473             | 67,8                             | 35,8                         |
| 3              | 90                | 32,5                               | 0,439             | 74,1                             | 41,6                         |
| 4              | 80                | 29,0                               | 0,363             | 79,2                             | 50,2                         |
| 5              | 7                 | 32,9                               | 0,338             | 96,0                             | 63,2                         |

\* Evaluación hecha dos meses después de la siembra. Criterios: 1 = vigor muy bajo; 5 = vigor muy alto.

Cuadro 26. Efecto del volcamiento en los rendimientos y en el índice de cosecha.

| Volcamiento* | No. de parcelas | Rendimiento de las raíces (ton/ha) | Índice de cosecha |
|--------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|
| 0            | 177             | 37.6                               | 0.499             |
| 1            | 88              | 31.2                               | 0.434             |
| 2            | 55              | 28.8                               | 0.378             |
| 3            | 52              | 30.0                               | 0.357             |
| 4            | 43              | 28.0                               | 0.317             |
| 5            | 39              | 18.7                               | 0.238             |

\* Evaluación hecha 10 meses después de la siembra. Criterios: 0 = no hubo volcamiento; 5 = volcamiento total de las plantas.

mejores rendimientos de las 300 líneas evaluadas en Caribia, centro de la producción yuquera de Colombia. O sea, que existen selecciones de alto rendimiento, al menos adaptadas a altitudes que oscilan desde 0 metros sobre el nivel del mar (Caribia) hasta 1.000 metros (CIAT).

### Selección

De un total de aproximadamente 8.000 híbridos F<sub>1</sub> se seleccionaron cerca de 1.200

de ellos, con base en el índice de cosecha y en el rendimiento de las raíces (Cuadro 27). Estos materiales se distribuyeron para incorporarlos a los ensayos de observación de rendimientos, y algunos se están estudiando simultáneamente en Carimagua y Caribia.

Se confirmó la alta correlación existente entre las generaciones que provienen de semilla sexual o de estacas en cuanto a rendimiento (índice de cosecha, rendi-

Cuadro 27 Información obtenida en el proceso de selección de híbridos F<sub>1</sub>.

| Progenitores de las cruces   | No. total de híbridos | No. de híbridos seleccionados | Rendimiento promedio de todos los híbridos* | Rendimiento promedio de híbridos seleccionados (kg/planta) | Índice de cosecha promedio de todos los híbridos | Índice de cosecha de los híbridos seleccionados |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|--|--|---|
| CM 305 M Col 113 x M Col 22  | 150                   | 40                            | 5.9   | 7.1  | 0.69   | 0.69  |
| CM 307 M Col 22 x M Col 340  | 254                   | 13                            | 5.0   | 7.7  | 0.58   | 0.64  |
| CM 309 M Col 22 x M Col 647  | 737                   | 193                           | 5.2   | 7.1  | 0.62   | 0.65  |
| CM 310 M Col 22 x M Col 667  | 310                   | 17                            | 3.7   | 7.6  | 0.55   | 0.61  |
| CM 314 M Col 22 x M Col 1292 | 74                    | 12                            | 5.2   | 8.2  | 0.66   | 0.67  |
| CM 321 M Col 22 x M Ven 270  | 423                   | 69                            | 4.4   | 7.0  | 0.64   | 0.69  |
| CM 323 M Col 22 x M Mex 59   | 680                   | 140                           | 4.6   | 8.1  | 0.62   | -   |
| CM 334 M Mex 55 x M Col 647  | 35                    | 10                            | 5.2   | 10.3   | 0.61   | 0.66  |
| CM 342 M Col 22 x M Col 1468 | 178                   | 17                            | -   | 7.6  | -  | 0.64  |
| CM 345 M Col 113 x M Mex 59  | 100                   | 8                             | -   | 10.6   | -  | 0.59  |
| CM 356 M Col 647 x M Mex 55  | 35                    | 11                            | -   | 8.2  | -  | 0.61  |

\* Sembrados con un espaciamiento de 1 x 2 metros y cosechados 10 meses después del trasplante.



miento de las raíces y peso total de la planta). Esta alta correlación o eficiencia de selección se encuentra en las plántulas provenientes de semilla sexual desde los siete meses después del transplante (Figura 27). Dichas correlaciones no mejoran aunque se mantengan las plántulas almacenadas hasta 15 meses (Figura 28).

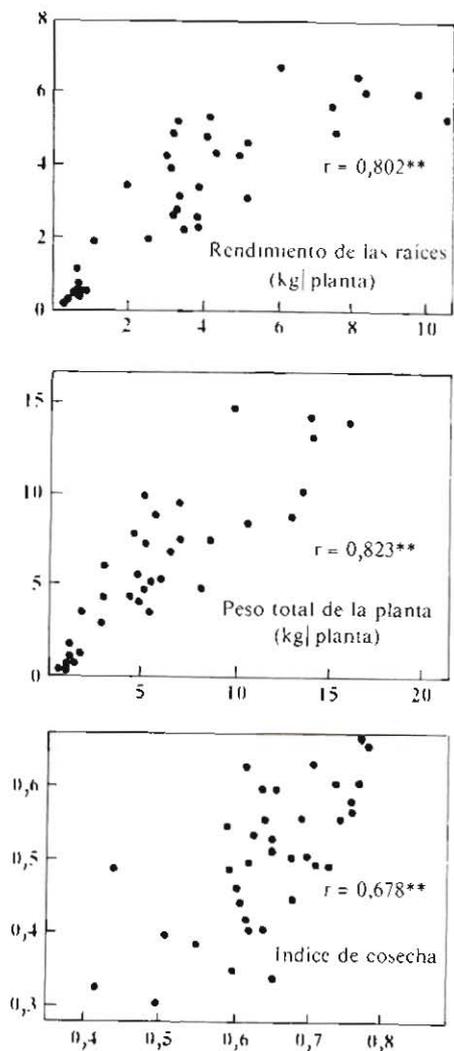


Figura 27 Correlación de la información sobre plantas provenientes de semilla sexual (eje horizontal), cosechadas a los siete meses, en comparación con la de plantas provenientes de cangres del mismo genotipo (eje vertical).

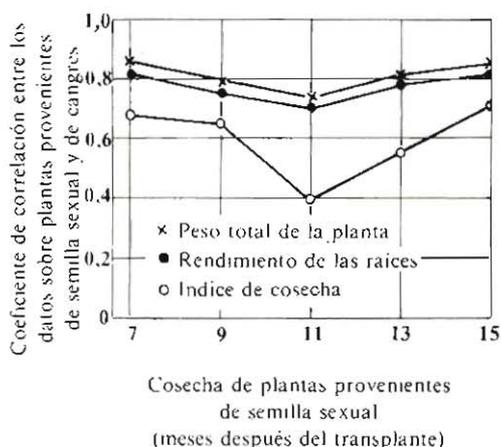


Figura 28. Epoca de cosecha de las plantas provenientes de semilla sexual y eficiencia de selección.

Como de las plantas provenientes de semilla sexual de menos de siete meses únicamente se pueden obtener unos cuantos cangres, es improbable que el fitomejorador intente realizar la selección con plantas que no tengan aún esta edad. Estos resultados sugieren, sin embargo, que hay garantía total para la selección eficiente de plántulas provenientes de semilla sexual siempre y cuando los cangres se obtengan de plántulas que estén ampliamente espaciadas, a fin de evitar la competencia intergenotípica en terrenos razonablemente uniformes.

## Hibridación

Los resultados del ensayo de rendimiento fueron significativos, no sólo por los buenos rendimientos obtenidos con un número apreciable de cultivares sino porque muchos de estos cultivares de alto rendimiento se han utilizado en el programa de hibridación del CIAT, durante dos años. Ocho de los 20 cultivares que han dado los rendimientos más altos se han utilizado ampliamente en programas de hibridación y actualmente se están evaluando cientos de selecciones provenientes de estas hibridaciones en ensayos de observación, dentro y fuera de la sede del CIAT. Existen buenas probabilidades para

perfeccionar cultivares, tales como M Mexico 59 y M Colombia 1468 (los cuales superaron ampliamente en rendimiento a los cultivares locales, dentro y fuera del CIAT), mediante la selección hecha con base en los miles de líneas de híbridos existentes si el problema es lograr un potencial alto de rendimiento y una adaptabilidad amplia. En consecuencia, hemos cambiado la orientación del programa de hibridación del CIAT; el énfasis se está poniendo actualmente en la obtención de resistencia a las enfermedades y en otras características como mayor duración de las raíces una vez cosechadas y en el alto contenido de almidón

El Cuadro 28 presenta las adiciones al programa de hibridación. La variedad M Colombia 638 tiene gran interés por cuanto combina la capacidad de rendimiento y alta resistencia al añublo bacterial de la yuca (ABY). Como resultado de un ciclo inicial de hibridación y selección, se identificaron varios híbridos con altos índices de cosecha y resistencia al ABY. En consecuencia, se les da amplio uso en los programas de hibridación a híbridos como CM 309-41, CM 309-56 y CM 309-206.

Ya se demostró, al presentar la información sobre plantas provenientes de semilla sexual, la existencia de una regresión altamente significativa entre el promedio del material progenitor y el promedio de los híbridos  $F_1$  respecto al índice de cosecha. Con base en la información obtenida en plantas provenientes de cangres, se hizo el mismo tipo de análisis, tanto para los progenitores como para los híbridos  $F_1$ . Por su misma naturaleza, este tipo de análisis es más preciso y práctico que el anterior. Se obtuvo una regresión altamente significativa no sólo en cuanto al índice de cosecha sino también en cuanto al peso total de la planta. La regresión en relación con el rendimiento de las raíces no fue tan alta como la del índice de cosecha y la del peso total por planta, siendo, sin embargo, significativa (Figuras 29, 30 y 31). Estos hechos inclinan a los

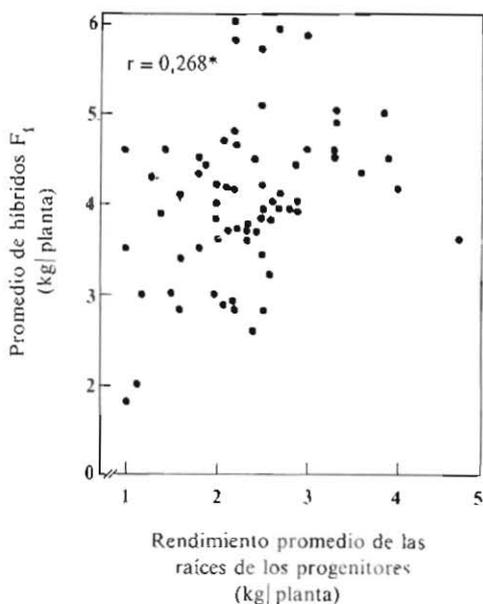


Figura 29 Relación entre los rendimientos promedios de las raíces de los progenitores y sus respectivos híbridos  $F_1$ .

fitomejoradores a suponer que casi todas las características con aplicación práctica se pueden heredar, lo cual justifica que gran parte de las hibridaciones hechas por el programa de yuca del CIAT se hagan por polinizaciones controladas.

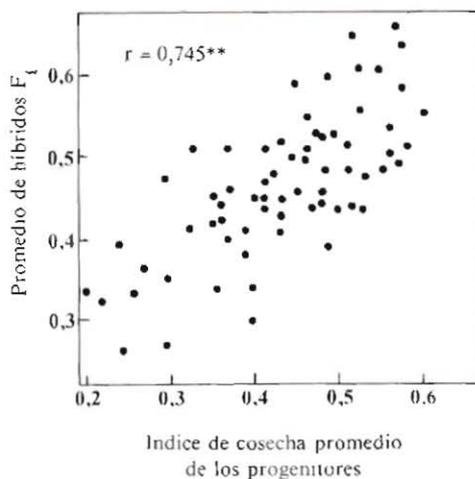


Figura 30 Relación entre los índices de cosecha promedio de los progenitores y los híbridos  $F_1$  respectivos.

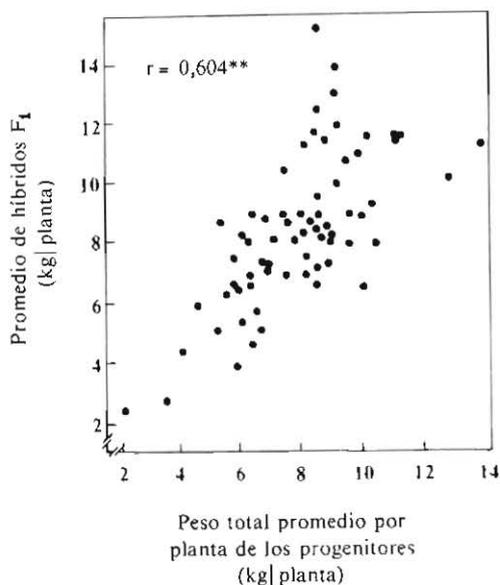


Figura 31. Relación entre el peso total promedio por planta de los progenitores y los correspondientes híbridos  $F_1$ .

### Resistencia a las enfermedades

El grupo de Patología de Yuca del CIAT demostró que existen por lo menos cinco enfermedades principales que se deben tener en cuenta en el diseño de técnicas de fitomejoramiento para obtener resistencia. Se identificaron genotipos altamente resistentes al añublo bacterial de la yuca y a las manchas foliares inducidas por *Cercospora* (ver la sección de Patología en relación con el cultivo de yuca y el Cuadro 28). Estos resultados indican que esta resistencia se puede incorporar fácilmente a tipos de planta agrónomicamente deseables. Igualmente, se identificaron genotipos altamente resistentes a las manchas foliares inducidas por *Phoma*, una enfermedad que prevalece en los climas templados. Se desconoce aún si esta resistencia se puede incorporar fácilmente a tipos de planta con alto rendimiento, cultivados en zonas con temperaturas bajas. También se identificaron varios tipos moderadamente resistentes a la enfermedad del superalargamiento, pero

aún se desconoce hasta qué punto es eficaz esta resistencia y cuánto tiempo durará. Es obvio que todos los tipos resistentes se han hibridado con linajes de alto rendimiento así como también entre ellos mismos.

En el ensayo de observación de rendimientos establecido en Caribia, se presentó una infección de ABY, encontrándose una diferencia varietal marcada en cuanto a la reacción a esta enfermedad. Este mismo ensayo, en la sede del CIAT, no se vio afectado por el ABY. Se compararon en Caribia los rendimientos varietales de las dos localidades bajo cada uno de los niveles de ataque del ABY (Cuadro 29). La diferencia en rendimiento de aproximadamente 3,5 kilogramos que se observó en los ensayos establecidos en la sede del CIAT y en Caribia, con los cultivares resistentes y tolerantes (niveles 1 y 2 de ABY) representa la diferencia general en rendimiento obtenida entre los dos ensayos. La diferencia en rendimiento para los cultivares altamente susceptibles (nivel 5) fue de 6,4 kilogramos. Los resultados indican que incluso con ataques moderados de ABY, los cultivares resistentes son altamente deseables, los moderadamente susceptibles sufren una reducción significativa del rendimiento, y los susceptibles, producen resultados desastrosos. Como consecuencia, el primer cultivar que se produzca y que se vaya a recomendar a los agricultores, debe tener, por lo menos, un nivel moderado de resistencia al ABY, una capacidad alta de rendimiento y una amplia adaptabilidad.

El ensayo de observación de rendimientos, establecido en Carimagua, fue infectado seriamente por el ABY y la enfermedad del superalargamiento. Prácticamente todas las plantas fueron arrasadas y únicamente la variedad M Colombia 638 produjo raíces de un tamaño que podría considerarse como apto para el consumo. Esta observación nos lleva a concluir que, en caso de un ataque muy severo de ABY y de la enfermedad del superalargamiento, se requerirá disponer de material de siembra

Cuadro 29 Comparación de los rendimientos de las raíces en Caribia y en el CIAT con diferentes niveles de reacción varietal al ABY.

| Ataque de ABY en Caribia* | No. de cultivos | Rendimiento en Caribia (kg planta)** | Rendimiento en el CIAT (kg planta)*** | Diferencia |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| 1                         | 6               | 2,23                                 | 5.85                                  | 3.62       |
| 2                         | 52              | 2,18                                 | 6.05                                  | 3.27       |
| 3                         | 76              | 2.47                                 | 6.71                                  | 4.24       |
| 4                         | 37              | 1.87                                 | 6.52                                  | 4.65       |
| 5                         | 25              | 1.09                                 | 7.54                                  | 6.45       |

\* 1 = sin síntomas; 5 = infección severa de ABY

\*\* Sembrado con un espaciamiento de 1 x 1 metro y cosechado a los nueve meses

\*\*\* Sembrado con un espaciamiento de 1 x 1.4 metros y cosechado a los 10 meses.

que tenga un nivel muy alto de resistencia a estas enfermedades; con el tiempo, se podría incorporar este nivel de resistencia a los tipos de alto rendimiento.

### Contenido de almidón y durabilidad de las raíces

En vista de que una gran parte de la producción de yuca será destinada en el futuro al consumo animal y a la extracción de almidón, el rendimiento se debería expresar tanto en términos de materia seca de las raíces o rendimiento de almidón, como en rendimiento de raíces frescas. La variación varietal respecto al contenido de materia seca de las raíces fue grande, incluso entre los 20 cultivares seleccionados con base en el rendimiento de peso fresco (Cuadro 24). De aquí se desprende que aún no se ha alcanzado el nivel máximo en cuanto se refiere al rendimiento de materia seca por unidad de área y por tiempo.

Las correlaciones entre la gravedad específica de la raíz y el contenido de materia seca de la misma y entre la gravedad específica de la raíz y el contenido de almidón de la misma, fueron muy altas. Las Figuras 32 y 33 presentan los diagramas de conversión de la gravedad específica al contenido de materia seca y al

contenido de almidón de la raíz pelada. La proporción entre el peso fresco de la cáscara de la raíz y el peso fresco de la raíz como un todo y el contenido de almidón de la cáscara de la raíz, varía de acuerdo con

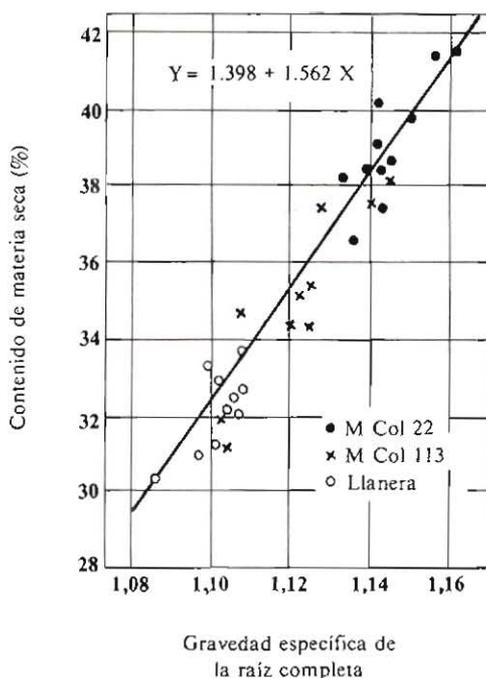


Figura 32. Regresión de la gravedad específica de la raíz sobre el contenido de materia seca (las raíces se cosecharon a los 11 meses).

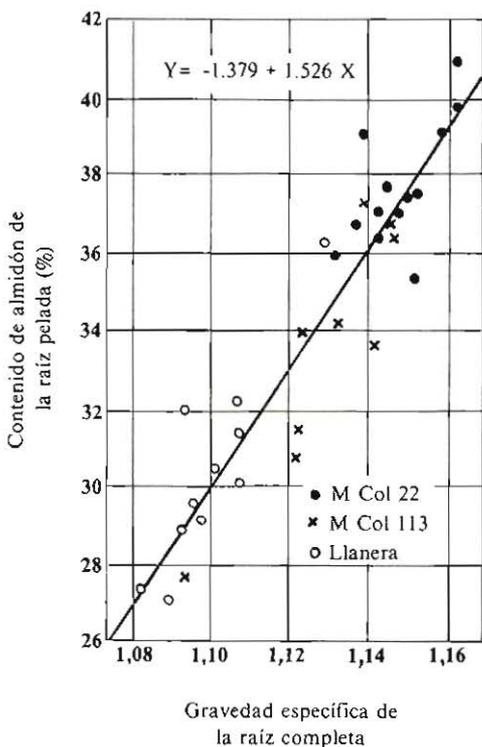


Figura 33. Regresión de la gravedad específica de la raíz sobre el contenido de almidón de la raíz pelada (las raíces se cosecharon a los 11 meses).

los cultivares. Partiendo del supuesto de un promedio aproximado de 20 por ciento para ambos, también se presentan (Figura 34) los diagramas de conversión de la gravedad específica de la raíz al contenido de almidón de: 1) la raíz completa y 2) la raíz pelada con relación a la raíz sin pelar.

Una de las mayores deficiencias de la yuca es el poco tiempo que las raíces se conservan en buen estado, después de la cosecha. Se ha observado alguna variabilidad genética en la durabilidad de las raíces después de cosechadas. Para evaluar estas características se diseñaron dos métodos que representan condiciones extremas a las cuales está sujeta la yuca antes de ser procesada o enviada al mercado. Para la evaluación en el campo, se seleccionaron al azar 15 raíces que se dejaron dos semanas a la intemperie y luego se evaluaron cortándolas en pedazos. La

segunda evaluación se hizo en el laboratorio con 15 raíces seleccionadas al azar, las cuales se mantuvieron dentro de una habitación a la temperatura ambiente normal (aproximadamente, 24°C). Una semana más tarde, las raíces se cortaron en pedazos y se evaluó el nivel de deterioro de las mismas. En esta forma, se puede evaluar más objetivamente la posibilidad de utilizar sin riesgos las raíces almacenadas para el consumo humano, la alimentación animal y la extracción de almidón.

Las raíces de la gran mayoría de los cultivares se comenzaron a deteriorar a los tres o cuatro días de cosechadas, tanto en el campo como en el laboratorio. No obstante, las raíces de algunas líneas híbridas resultaron en buenas condiciones después de dos semanas. El margen de error de estos dos métodos es bastante grande. La correlación entre las evaluaciones de campo y las del laboratorio no fue alta pero sí de cierta utilidad como índice de referen-

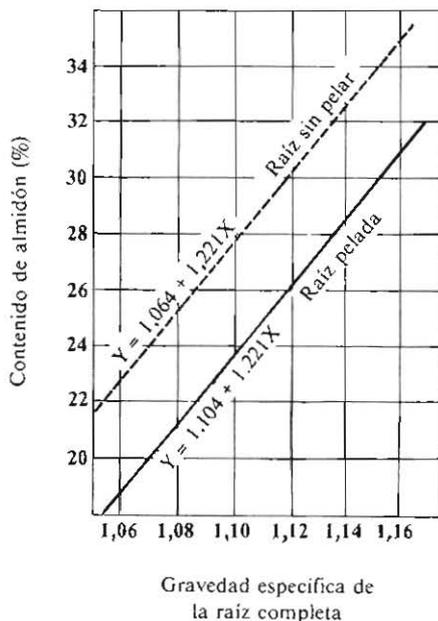


Figura 34. Regresión de la gravedad específica de la raíz completa sobre el contenido de almidón de la raíz completa y la proporción de almidón de la raíz pelada en comparación con la raíz fresca sin pelar.

cia. Después de eliminar los cultivares o líneas que se descomponían demasiado rápidamente por cualquiera de los dos métodos de evaluación, quedaron todavía algunos cultivares híbridos que sobrevivieron a estas pruebas. Parece que no hay relación alguna entre la durabilidad de la raíz y la capacidad de rendimiento. Los materiales seleccionados se están utilizando en el programa de hibridación y se está estudiando su comportamiento genético.

## AGRONOMIA

Durante el año 1975, un 90 por ciento del trabajo en relación con la agronomía en el cultivo de yuca se realizó fuera de la sede del CIAT, principalmente, en colaboración con agricultores e instituciones nacionales, como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Federación Nacional de Cafeteros y las Secretarías de Agricultura de algunos Departamentos de Colombia. Aunque se trabajó en prácticas culturales, se dio mayor énfasis a las pruebas regionales.

### Pruebas regionales

La planta de yuca presenta características muy diversas. Seleccionar una variedad con base en características sustancialmente diferentes, es fácil, pero, seleccionar características genéticas compatibles, que reaccionen favorablemente a varios medios ambientes y produzcan rendimientos óptimos bajo cultivo intenso, es labor difícil.

Se cosecharon nueve de las 14 pruebas sembradas en 14 lugares diferentes de Colombia (Cuadro 30). Cinco de ellas se sembraron en colaboración con el ICA, tres con la Federación Nacional de Cafeteros y una con la Secretaría de Agricultura de Santander del Sur.

## Multiplicación de variedades promisorias

Se utilizó el método de propagación rápida (ver el párrafo sobre Propagación de Yuca, en el capítulo sobre Fisiología de este cultivo) con el propósito de multiplicar 22 variedades promisorias para obtener material vegetativo suficiente para sembrar 21 ensayos regionales. Se envió semilla asexual (estacas) de estas 22 variedades a Filipinas, Australia, Guyana, Ecuador, Venezuela y México.

### Objetivos

Por ser un país no muy extenso geográficamente pero que ofrece una amplia gama de condiciones climatológicas y edáficas, Colombia presenta condiciones óptimas para evaluar la productividad y adaptación de las variedades promisorias. Estas evaluaciones tienen dos objetivos principales: 1) medir los componentes que influyen en mayor grado en los rendimientos bajo diferentes medios ambientes, con el fin de estar en posición de extrapolar resultados a otros lugares dentro y fuera de Colombia y 2) sustituir progresivamente las variedades que utiliza el agricultor por variedades mejores no sólo en cuanto a su rendimiento sino también en relación con la resistencia a las plagas y enfermedades, tolerancia a los suelos con poca fertilidad, facilidad de cosecha y mejor calidad para el consumo humano y el uso industrial.

### Técnicas y métodos de producción

En todas las pruebas regionales se aplicó la misma tecnología procurando utilizar un nivel mínimo de insumos modernos que tienen un alto costo. En suelos pesados se utilizó el sistema de siembra en caballones; en cambio, en suelos arenosos o muy permeables, se sembró en terreno plano. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro replicaciones; se analizó el suelo de cada replicación y se instaló un pluviómetro en cada lugar. La variedad o variedad

Cuadro 30. Localidades en las cuales se sembró el primer grupo de variedades promisorias ICA-CIAT y enumeración de las principales características edáficas y climatológicas.

|               | Altura<br>(msnm) | Temperatura<br>promedia<br>(°C) | Precipitación<br>(mm  año) | Humedad<br>relativa<br>(%) | Tipo de suelo    | pH       | M. O.<br>(%) | P<br>(Bray II)<br>(ppm) | K<br>(meq  100 g) |
|---------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------|--------------|-------------------------|-------------------|
| Media Luna    | 10               | 27,2                            | 1.486                      | 77,6                       | Arenoso          | 6,28 (N) | 0,7 (B)      | 8,2 (B)                 | 0,6 (B)           |
| Carimagua     | 200              | 26,1                            | 2.031                      | 75,2                       | Franco arcilloso | 4,7 (MA) | 0,6 (B)      | 1,0 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Nataima       | 430              | 27,8                            | 1.479                      | 69,0                       | Arenoso          | 6,2 (N)  | 1,3 (M)      | 24,7 (M)                | 0,2 (M)           |
| Villavicencio | 450              | 26,3                            | 4.306                      | 75,6                       | Franco arcilloso | 4,3 (MA) | 2,8 (M)      | 4,1 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Florencia     | 450              | 25,0                            | 3.475                      | 85,0                       | Franco arenoso   | 5,5 (Ac) | 2,3 (M)      | 18,9 (M)                | 0,2 (M)           |
| El Nus        | 847              | 23,7                            | 1.875                      | 63,6                       | Franco           | 5,0 (Ac) | 3,8 (M)      | 4,3 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Rionegro      | 480              | 26,6                            | 1.594                      | 79,5                       | Franco limoso    | 5,1 (Ac) | 1,5 (M)      | 3,9 (B)                 | 0,7 (M)           |
| CIAT          | 1.000            | 23,5                            | 1.055                      | 74,5                       | Arcilloso        | 6,4 (N)  | 3,6 (M)      | 25,0 (M)                | 0,4 (A)           |
| Caicedonia    | 1.100            | 22,2                            | 1.900                      | 80,7                       | Franco limoso    | 5,5 (Ac) | 5,3 (A)      | 70,0 (A)                | 0,7 (A)           |
| La Zapata     | 1.000            | 22,7                            | 1.219                      | 75,2                       | Franco arcilloso | 5,2 (Ac) | 6,8 (A)      | 5,0 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Darién        | 1.450            | 19,5                            | 1.500                      | 83,0                       | Franco limoso    | 5,1 (Ac) | 15,0 (A)     | 1,9 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Pereira       | 1.480            | 19,0                            | 2.000                      | 80,0                       | Limo arcilloso   | 5,1 (Ac) | 8,3 (A)      | 8,3 (B)                 | 0,1 (B)           |
| Popayán       | 1.760            | 18,0                            | 2.500                      | 85,0                       | Franco arcilloso | 5,0 (Ac) | 7,6 (A)      | 2,4 (B)                 | 0,4 (A)           |
| La Unión      | 1.800            | 17,0                            | 1.844                      | 70,0                       | Franco arcilloso | 5,7 (Ac) | 12,3 (A)     | 6,1 (B)                 | 0,4 (A)           |

N=Neutro Ac=Acido MA=Muy ácido B=Bajo M=Medio A=Alto

des regionales sirvieron como testigos. Las áreas en las cuales se obtendrían datos de campo fueron rodeadas por dos surcos de borde como mínimo, los cuales podían ser de la misma variedad o una de la misma variedad y el otro u otros, de variedades vecinas. Las estacas (20 centímetros) se sembraron en posición vertical, con una densidad de población de 10.000 plantas/ha.

Las estacas se sumergieron en una solución de arazán al 5 por ciento, durante cinco minutos, a fin de prevenir la pudrición de las mismas y la muerte de las plántulas durante la germinación. Para controlar los insectos que no son específicos de la yuca pero que pueden impedir la germinación normal del cangre y el buen desarrollo de las plantas en la fase inicial, se aplicó una mezcla de toxafeno y DDT, en proporción 40-20.

Inmediatamente después de la siembra, se aplicó una mezcla de herbicidas preemergentes (diuron y alaclor), en dosis variables, de acuerdo con la textura del suelo (Cuadro 31). Se aplicó diuron para controlar las malezas de hoja ancha y alaclor para las malezas gramíneas. Las desyerbas estuvieron sujetas al patrón de precipitación de cada región. El único lugar en el cual se usó fertilizante fue Carimagua. No se practicó ningún tipo de control sobre las enfermedades ni sobre los insectos que atacan la parte aérea de la planta, con el objeto de determinar el verdadero potencial de las variedades promisorias bajo las condiciones que prevalecen en la mayoría de las fincas yuqueras.

Cuadro 31. Mezcla de herbicidas preemergentes recomendada según la textura del suelo.

|                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| Arcilloso        | 2,0 kg diurón + 3,0 litros alaclor |
| Franco limoso    | 1,5 kg diurón + 2,5 litros alaclor |
| Franco arcilloso | 1,5 kg diurón + 2,0 litros alaclor |
| Arenoso          | 1,0 kg diurón + 2,0 litros alaclor |

La recomendación de variedades para cada país debe ser hecha por la institución nacional a la cual le corresponda hacerlo; sin embargo, el CIAT y la institución local organizan conjuntamente un día de campo en la época de la cosecha con el propósito de informar a los agricultores sobre los resultados obtenidos en las pruebas regionales dándoles así la oportunidad de seleccionar las que mejor se adapten a sus necesidades. Al finalizar el día de campo se les entrega una porción de semilla para que hagan sus propias evaluaciones. Para complementar estas acciones, se lleva un registro de los agricultores y de los lugares en los cuales sembrarán las variedades. Se ha aplicado un criterio flexible para seleccionar las variedades que pasan del primer año de prueba al segundo y luego al tercero; tal criterio varía principalmente de acuerdo con la zona y el comportamiento de la variedad testigo. En Rionegro, por ejemplo, se seleccionaron las variedades que superaron en un 50 por ciento los rendimientos alcanzados por la mejor variedad regional. En Media Luna se aplicó el criterio del 25 por ciento; en Caicedonia, el 20 y en la sede del CIAT, el 34. Las variedades eliminadas por su bajo nivel de eficiencia se reemplazan con variedades nuevas que se ensayarán por primera vez. Este es un proceso continuo y dinámico, con un criterio de selección que exige excelentes características de las variedades bajo prueba.

Cada localidad fue visitada en ocho ocasiones con el fin de comprobar el progreso del ensayo, recoger información y dar instrucciones acerca de las desyerbas necesarias.

## Resultados

Con relación a las enfermedades, es conveniente mencionar que se presentó una grave epifitotia de bacteriosis en Carimagua y en niveles más moderados, en Media Luna, La Zapata y Nataima. Aunque solamente se había llevado material libre de enfermedades a todos los lugares, es

difícil prevenir la contaminación en donde ya existe alguna enfermedad.

También, en Carimagua se constató la presencia del superalargamiento. La mancha foliar inducida por *Phoma* diezmo la mayoría de las variedades en Darién, lo cual explica los bajos rendimientos que se obtuvieron en esta localidad (Cuadro 32). Aunque en todos los lugares se encontraron los tres tipos de *Cercospora*, *C. vicosae* fue más frecuente en Rionegro y Media Luna.

En cuanto a los insectos, La Zapata fue gravemente atacada por trips, los cuales también se presentaron en Caicedonia, aunque en menos cantidad.

Hubo gran variabilidad en cuanto al contenido de materia seca (Cuadro 33). Considerando únicamente las cuatro variedades más sobresalientes se puede apreciar que, a medida que la fertilidad aumenta, el contenido de materia seca

también aumenta (Cuadro 34). Un hecho interesante fue el haber encontrado en áreas poco fértiles, como lo es Media Luna, variedades tan eficientes como CMC-84 (con un 13 por ciento más de materia seca que la variedad M México 59). Esta información es especialmente valiosa para fines industriales tales como la elaboración del almidón y de alimentos granulados para animales, que se obtienen deshidratando y compactando la yuca; por lo tanto, este factor debe ser tomado en cuenta en la evaluación final de las variedades.

El Cuadro 32 presenta las características principales de las variedades más promisorias. Las cifras sobre peso fresco y contenido de materia seca se incluyen en el Cuadro 33.

El rendimiento promedio general de las mejores variedades regionales, en nueve localidades de Colombia, fue 17,8 ton|ha. Si comparamos este rendimiento con el promedio nacional estimado (8 ton|ha), la

Cuadro 32. Características principales de las variedades promisorias de yuca sembradas en ensayos regionales en el año 1974-1975.

|                     | Altura<br>Planta<br>(m) | Facilidad<br>de<br>cosecha | Trips | Resistencia a    |                             |                     |                                |                             |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|-------|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|                     |                         |                            |       | Bacte-<br>riosis | Super-<br>alarga-<br>miento | <i>Phoma</i><br>sp. | <i>C.</i><br><i>henningsii</i> | <i>C.</i><br><i>vicosae</i> |
| M Col 22            | 1,50*                   | Fácil                      | R**   | S                | R                           | S                   | R                              | T                           |
| M Col 113           | 1,98                    | Difícil                    | R     | S                | S                           | S                   | T                              | S                           |
| M Col 673           | 2,00                    | Intermedia                 | T     | S                | -                           | S                   | R                              | S                           |
| M Mex 23            | 2,23                    | Difícil                    | R     | S                | -                           | S                   | T                              | S                           |
| M Mex 55            | 1,70                    | Fácil                      | T     | S                | -                           | S                   | S                              | S                           |
| M Mex 59            | 1,85                    | Intermedia                 | S     | S                | -                           | S                   | R                              | R                           |
| CMC-9 (M Col 1438)  | 2,00                    | Intermedia                 | S     | T                | R                           | S                   | S                              | S                           |
| CMC-40 (M Col 1468) | 2,35                    | Fácil                      | S     | S                | -                           | S                   | R                              | T                           |
| CMC-76 (M Col 1505) | 2,25                    | Fácil                      | S     | ***              | -                           | S                   | R                              | T                           |
| CMC-84 (M Col 1513) | 2,35                    | Fácil                      | T     | S                | -                           | S                   | R                              | T                           |

\* La altura de la planta de las variedades promisorias ICA-CIAT se ha registrado con base en las condiciones del CIAT

\*\* R = resistente; S = susceptible; T = tolerante

\*\*\* Sin evaluar.

Cuadro 33. Peso fresco (ton/ha) y rendimiento de materia seca (kg/día) de variedades de yuca sembradas en nueve lugares de Colombia y cosechadas a los 11 meses (P.F. = peso fresco; M.S. = materia seca).

|                               | Río Negro |      | Media Luna |      | Darien |       | La Zapata |       | Caicedonia |       | Nataima |       | el Nus |       | CIAT |      | Carimagua |
|-------------------------------|-----------|------|------------|------|--------|-------|-----------|-------|------------|-------|---------|-------|--------|-------|------|------|-----------|
|                               | P.F.      | M.S. | P.F.       | M.S. | P.F.   | P.F.  | M.S.      | P.F.  | M.S.       | P.F.  | M.S.    | P.F.  | M.S.   | P.F.  | M.S. | P.F. |           |
| <b>Variedades bajo prueba</b> |           |      |            |      |        |       |           |       |            |       |         |       |        |       |      |      |           |
| M Mex 59                      | 34,7*     | 20,5 | 28,7*      | 22,0 | 2,4    | 29,2* | 30,5      | 40,0* | 49,0       | 43,6* | 44,0    | 14,6* | 16,9   | 33,1  | 35,6 | -    |           |
| CMC-40**                      | 28,6*     | 21,6 | 29,3*      | 25,8 | 5,3    | 18,3  | 17,6      | 32,0  | 35,7       | 45,3* | 40,9    | 15,0* | 17,3   | 42,2* | 42,3 | -    |           |
| CMC-84**                      | 26,0*     | 26,1 | 17,8*      | 15,6 | 4,0    | 26,6  | 29,3      | 27,1  | 31,9       | 33,6* | 36,3    | 26,6* | 33,2   | 40,3* | 44,7 | 7,3* |           |
| CMC-76**                      | 25,8*     | 25,9 | 18,2       | 19,5 | 1,4    | 17,7  | 17,5      | 32,4  | 35,3       | 26,7  | 29,8    | 20,0* | 24,9   | 36,0* | 39,2 | -    |           |
| M Col 113                     | 22,9      | 16,4 | 13,4       | 10,8 | 2,5    | 38,9  | 43,9      | 31,2  | 35,2       | 23,8  | 18,5    | 15,6* | 18,0   | 26,8* | 29,0 | 1,6  |           |
| CMC-9**                       | 20,2      | 21,4 | 8,0        | 7,8  | 0,1    | 20,7  | 21,2      | 24,4  | 28,8       | 17,7  | 16,7    | 7,8*  | 9,0    | 31,7  | 31,9 | -    |           |
| M Col 22                      | 19,8      | 17,4 | 22,3*      | 24,0 | 0,0    | 20,0  | 22,2      | 27,7  | 35,8       | 34,5* | 34,4    | 13,6* | 18,2   | 39,4* | 46,2 | 4,1  |           |
| M Mex 23                      | 14,5      | 12,0 | 11,8       | 12,6 | 1,0    | 35,6  | 41,5      | 39,6* | 43,6       | 24,5  | 24,8    | 4,5   | 5,6    | 34,3* | 36,3 | 5,8* |           |
| M Col 673                     | 25,1*     | 19,0 | 10,5       | 10,8 | -      | 32,8* | 38,2      | -     | -          | -     | -       | -     | -      | 25,0  | 28,8 | 4,7  |           |
| M Mex 55                      | 12,8      | 8,1  | 18,8       | 20,1 | -      | -     | -         | -     | -          | -     | -       | -     | -      | 28,8  | 32,4 | -    |           |
| <b>Variedades regionales</b>  |           |      |            |      |        |       |           |       |            |       |         |       |        |       |      |      |           |
| Colombiana                    | 15,7      | 12,0 |            |      |        |       |           |       |            |       |         |       |        |       |      |      |           |
| Torrana Negrita               | 11,8      | 8,4  |            |      |        |       |           |       |            |       |         |       |        |       |      |      |           |

\* Variedades que pasarán a segundo año de prueba

\*\* Variedades promisorias del ICA

Cuadro 33. (Continuación)

|                       | Río Negro |      | Media Luna |      | Darien | La Zapata |      | Caicedonia |      | Nataima |      | el Nus |      | CIAT |      | Carimagua |     |
|-----------------------|-----------|------|------------|------|--------|-----------|------|------------|------|---------|------|--------|------|------|------|-----------|-----|
|                       | P.F.      | M.S. | P.F.       | M.S. | P.F.   | P.F.      | M.S. | P.F.       | M.S. | P.F.    | M.S. | P.F.   | M.S. | P.F. | M.S. | P.F.      |     |
| Blanca Mona           |           |      | 17,7       | 21,2 |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| Secundina             |           |      | 11,0       | 12,8 |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| Nativa                |           |      |            |      | 6,3    |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| Tolima                |           |      |            |      |        | 28,1      | 32,3 |            |      |         |      |        |      |      | 19,5 | 20,0      |     |
| Chiroza Gallinaza     |           |      |            |      |        |           |      | 32,3       | 33,0 |         |      |        |      |      |      |           |     |
| Varasanta             |           |      |            |      |        |           |      |            |      | 22,3    | 21,6 |        |      |      |      |           |     |
| Aguabajo              |           |      |            |      |        |           |      |            |      | 18,3    | 19,3 |        |      |      |      |           |     |
| Palmireña             |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      | 7,7    | 9,6  |      |      |           |     |
| M Col 113             |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      |        |      | 26,8 | 29,0 |           |     |
| Chiroza Acacias       |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           | 3,8 |
| Promedio incluyendo   |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| variedades regionales | 21,5      | 17,4 | 17,3       | 16,9 | 2,5    | 26,7      | 29,4 | 31,8       | 41,9 | 29,0    | 28,6 | 13,9   | 17,0 | 32,5 | 35,1 |           | 4,3 |
| Promedio sin incluir  |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| variedades regionales | 23,0      | 18,7 | 17,9       | 16,8 | 2,0    | 26,6      | 29,1 | 31,8       | 43,0 | 31,2    | 30,7 | 14,7   | 17,9 | 33,0 | 35,7 |           | 4,4 |
| Mejor promedio        |           |      |            |      |        |           |      |            |      |         |      |        |      |      |      |           |     |
| regional              | 15,7      | 12,0 | 17,7       | 21,2 | 6,3    | 28,1      | 32,3 | 32,3       | 33,0 | 22,3    | 21,6 | 7,7    | 9,6  | 26,8 | 29,0 |           | 3,8 |

Cuadro 34. Variación en el contenido de materia seca (porcentaje) de cuatro variedades sobresalientes, de acuerdo con el lugar y la fertilidad del suelo.

|                                   | M Mex 59 | CMC-40<br>(M Col 1468) | CMC-84<br>(M Col 1513) | M Col 22 |
|-----------------------------------|----------|------------------------|------------------------|----------|
| Media Luna                        |          |                        |                        |          |
| Niveles bajos de NPK              | 19,5     | 24,9                   | 33,0                   | 29,0     |
| Nataima                           |          |                        |                        |          |
| Niveles medios de NPK             | 33,0     | 29,8                   | 35,7                   | 32,9     |
| Caicedonia                        |          |                        |                        |          |
| Niveles altos de NPK              | 40,4     | 36,8                   | 38,9                   | 42,7     |
| La Zapata                         |          |                        |                        |          |
| Nivel alto de N. y bajos de P y K | 34,5     | 31,8                   | 36,3                   | 36,6     |

diferencia es de 9,8 ton|ha. Los resultados de la encuesta agroeconómica llevada a cabo en 300 fincas yuqueras de Colombia sugieren que la diferencia real es aún más grande. O sea que, gracias a algunas prácticas agronómicas tan sencillas como la siembra de semilla tratada y libre de enfermedades, la incorporación de insecticidas al suelo en el momento de la siembra y la desyerba, fue posible superar el promedio nacional en un 122 por ciento. La mejor línea CIAT|ICA, de cada región, dio un rendimiento promedio de cerca de 30 ton|ha; de esta información se desprende el enorme potencial de rendimiento que se puede aprovechar no solamente mediante el uso de tecnología mejorada y pocos insumos sino también empleando variedades mejoradas.

## Prácticas culturales

### Sistemas de siembra

En colaboración con los agricultores yuqueros de la región de Caicedonia, se hizo un ensayo para determinar el efecto del sistema de siembra (sobre caballones o en terreno plano) sobre los rendimientos. La mayoría de los agricultores de esta zona siembra la yuca en caballones, incluso en las laderas, con el objeto de reducir la pudrición radical que se presenta cuando

el suelo es muy húmedo. Algunos agricultores observaron que la siembra en caballones producía menos raíces que en terreno plano; para comprobar la veracidad de este hecho, se hizo un ensayo en el cual se empleo la variedad local Chiroza con una población fija de 10.000 plantas|ha. Se practicó el control de las malezas pero no fue necesario aplicar fertilizantes ni insecticidas.

La recolección tuvo lugar a los 341 días. El rendimiento promedio en caballones fue 28,4 ton|ha, en tanto que sobre el terreno plano se obtuvo un promedio de 32,2 ton|ha. No obstante, no es aconsejable sembrar, en todos los casos, la yuca sobre terreno plano pues se debe tomar en cuenta la textura del suelo. En los suelos arenosos es recomendable la siembra en plano y en los suelos pesados, es aconsejable sembrar en los caballones para prevenir la pudrición. Aun cuando la yuca produce rendimientos más bajos cuando se siembra en caballones, la cosecha se simplifica. Este hecho no resultó evidente en Caicedonia debido a las condiciones tan especiales del suelo de esta región. Con siembra sobre caballones se cosechó un promedio de 1.070 kg|hombre|día durante siete horas y 869 kilogramos con el otro sistema. En un ensayo similar, hecho en la sede del CIAT, se encontró que el primer sistema requería

Cuadro 35. Rendimiento, índice de cosecha, porcentaje y peso de raíces comerciales para las diferentes poblaciones de la variedad Chiroza a los 340 días.

| Plantas   ha | Rendimiento (peso fresco raíces totales) (ton   ha) | Índice de cosecha* | Raíces comerciales (%) | Peso fresco de raíces comerciales (ton   ha) |
|--------------|---|--------------------|------------------------|--|
| 4.000        | 20,5  | 0,50               | 100                    | 20,5   |
| 7.000        | 30,9  | 0,51               | 100                    | 30,9   |
| 11.000       | 31,4  | 0,49               | 91                     | 28,5   |
| 14.000       | 27,8  | 0,46               | 91                     | 25,2   |
| 17.000       | 35,7  | 0,49               | 84                     | 29,9   |

\* Datos tomados de 20 plantas seleccionadas al azar

12,6 horas | ha de tractor, en tanto que el segundo sólo consumió 8,4; en consecuencia, se recomienda la siembra sobre terreno plano en aquellos lugares en los cuales la pudrición no es un riesgo grave.

### Poblaciones óptimas de plantas sobre los caballones

Con el propósito de determinar la población óptima para la variedad Chiroza,

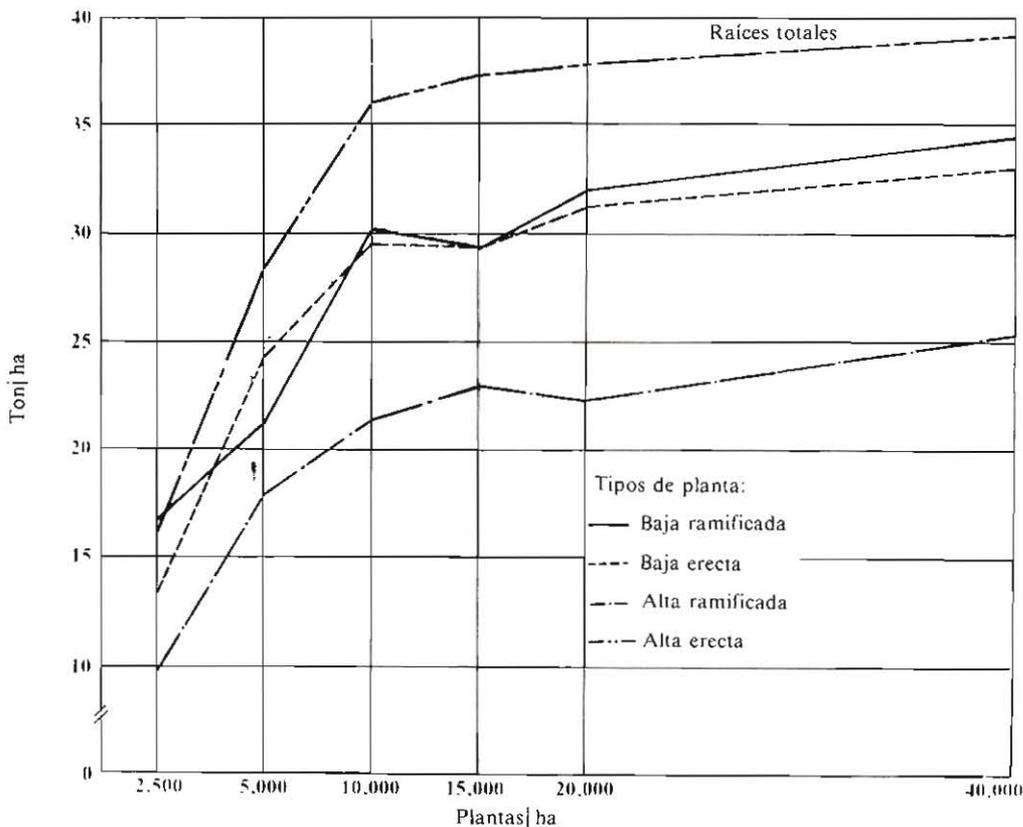


Figura 35. Efecto de la población sobre el rendimiento de peso fresco, del número total de raíces, de cuatro tipos de plantas diferentes.

que es de porte mediano, se estableció un ensayo considerando poblaciones bajas y altas, en contraste con la más usada en la región (7.000 plantas|ha). Se utilizaron poblaciones que oscilaban entre 4.000 y 17.000 plantas|ha.

Entre la población de 7.000 plantas|ha y la de 17.000 hay una diferencia de 4.790 kg|ha, significativa al 5 por ciento en la prueba de Duncan (Cuadro 35). No obstante, este aumento en peso no se traduce en mayores ingresos ya que, a medida que aumenta la población, disminuye el porcentaje de raíces comerciales. En consecuencia, la población de 7.000 plantas|ha es adecuada para las condiciones de Caicedonia, en donde el producto se consume fresco.

### Tipo de planta versus población

En el caso de la yuca, la población óptima de plantas por unidad de superficie, depende del tamaño de la variedad. Con la

utilización de los ensayos en forma de abanico se ha obtenido mucha y valiosa información, pero aún se requiere la continuación del estudio de los diferentes tipos de plantas.

Se seleccionaron dos variedades de porte bajo y dos altas, con diferentes hábitos de ramificación, y se emplearon poblaciones que variaron entre 2.500 y 40.000 plantas|ha. El ensayo se cosechó a los 367 días de la siembra.

La Figura 35 muestra la tendencia de la producción de raíces totales, en la cual se aprecia que, a medida que aumenta la población, aumenta la producción de yuca. Este sería el caso ideal para países como Brasil y Tailandia, en donde la yuca se procesa antes de llegar al mercado. En el Informe Anual del CIAT de 1974 (sección de Fisiología), las curvas de población mostraron una tendencia a la disminución hasta alcanzar poblaciones de 40.000 plantas|ha. En el caso que estamos

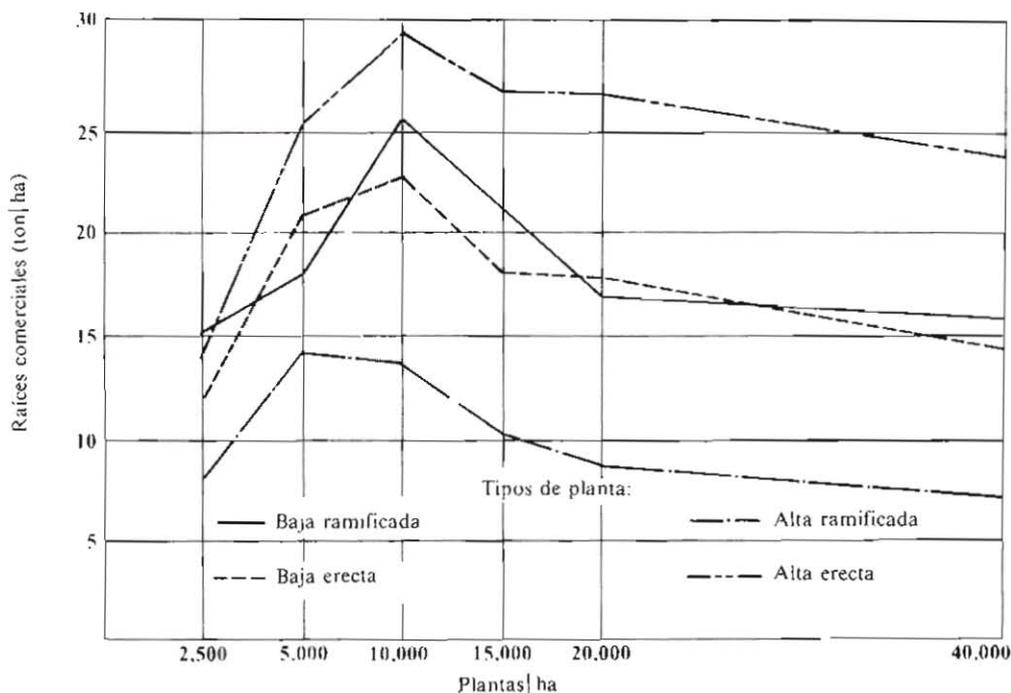


Figura 36. Efecto de la población sobre el rendimiento de peso fresco de las raíces comerciales, de cuatro tipos de plantas diferentes.

considerando, estas curvas no descienden hasta este nivel por cuanto solo se hicieron tres desyerbas y la población de malezas fue mucho más baja a mayores densidades, en tanto que en los ensayos que hizo la sección de Fisiología de Yuca mantuvieron permanentemente las pruebas libres de malezas

Es necesario encontrar una población óptima para la producción de raíces comerciales (que tengan más de 25 centímetros de largo y cinco centímetros de diámetro), en aquellas áreas en las cuales la yuca se consume fresca. Para las variedades de porte bajo y las altas de hábito erecto, esta población resultó ser 10.000 plantas/ha; en cambio, para la variedad alta de hábito ramificado fue de 5.000 (Figura 36). Es importante analizar cada variedad por separado, sin hacer comparaciones, ya que cada una tiene una constitución genética diferente, la cual determina su capacidad potencial de rendimiento. También se encontró que, a medida que la población aumenta, el número de malezas disminuye. Las variedades ramificadas, las cuales impiden el paso de la luz, ejercen un mejor control sobre las malezas que las de hábito erecto.

## SUELOS

A comienzos del año 1974 se establecieron varios experimentos en los suelos ácidos de Carimagua (Llanos Orientales de Colombia) para estudiar la respuesta de la yuca a la fertilización y determinar las mejores prácticas agronómicas para este tipo de suelo. Un ataque severo de añuble bacterial (ABY) diezmó varios experimentos y en otros afectó el crecimiento de las plantas, aunque en menor grado. En octubre de 1974 se repitieron varios experimentos en la localidad denominada Tranquero, situada a unos pocos kilómetros de Carimagua; estos experimentos permanecieron libres de ABY hasta la cosecha. Un poco más adelante en el texto de esta sección se dan los

resultados de los experimentos establecidos en Tranquero, lo mismo que en la región menos afectada de Carimagua. Exceptuando los elementos bajo estudio y cuya ausencia se trataba de observar, todos los ensayos recibieron una aplicación uniforme de los siguientes fertilizantes: 1|2 ton|ha de cal con una relación de Ca|Mg de 10:1; 100 kg|ha de N como urea; 100 kg|ha de  $P_2O_5$  como superfosfato triple; 200 kg|ha de  $K_2O$ , la mitad como KCl y la mitad como  $K_2SO_4$ ; y 10 kg|ha de Zn como sulfato de zinc. Se empleó la variedad Llanera y se cosecharon todos los experimentos a los 9 |2 a 10 meses de edad.

## Fertilización

### Potasio\*

En el Informe Anual del CIAT, 1974, se indicó que en muchos suelos el potasio es el elemento que limita con mayor intensidad los rendimientos en los cultivos de yuca. Nuevamente se demostró la importancia de K en Carimagua y en Tranquero, lo mismo que en Jamundí, que tienen un suelo ácido pero con un contenido de bases relativamente alto (Informe Anual del CIAT, 1974, Cuadro 26). Al estudiar el efecto de tres fuentes de K (KCl, KCl + S y  $K_2SO_4$ ), en Tranquero, se encontró que las plantas a las que se les había aplicado el tratamiento de KCl presentaban un amarillamiento pronunciado de las hojas inferiores (indicativo de la deficiencia de S), a los tres meses de edad, en tanto que las que recibieron KCl + S y  $K_2SO_4$  permanecieron verdes y mostraron un mejor desarrollo. El contenido de S de las hojas, promediado con base en tres niveles de aplicación, fue 0,29, 0,30 y 0,37 por ciento para los tratamientos de KCl, KCl + S y  $K_2SO_4$ , respectivamente. Los contenidos de S excedieron el nivel 0,2-0,25 por ciento, considerado como crítico para la mayoría de los cultivos, pero pudiera ser que el requerimiento de S de la yuca no fuera frecuentemente alto, ya que fue el único

\* Este experimento y los dos siguientes forman parte de un trabajo de tesis para obtener el doctorado.

cultivo que presentó síntomas claros de deficiencia de S en Carimagua.

La Figura 37 muestra la respuesta del rendimiento a las aplicaciones de K en Jamundí y Tranquero. En Jamundí, hubo una respuesta significativa a la aplicación de 120 kg|ha de  $K_2O$  pero no se observaron diferencias significativas entre el KCl y el  $K_2SO_4$ . En Tranquero hubo buena respuesta de la yuca a las aplicaciones de 120 kg|ha de  $K_2O$  como KCl, y de 240 kg|ha de  $K_2O$  como KCl + S o como  $K_2SO_4$ . La respuesta negativa a las aplicaciones altas de KCl se podría deber a la alta proporción foliar de N|S (17,2), en comparación con 15,1 y 14,8 para los tratamientos de KCl + S y  $K_2SO_4$ , respectivamente. Las porciones de N|S que exceden 15 son generalmente indicativos de la deficiencia de S en otros cultivos. Igualmente, la aplicación alta de cloruro redujo la ingestión de sulfato debido a la competencia de los aniones, intensificando aún más la deficiencia de azufre. Otra

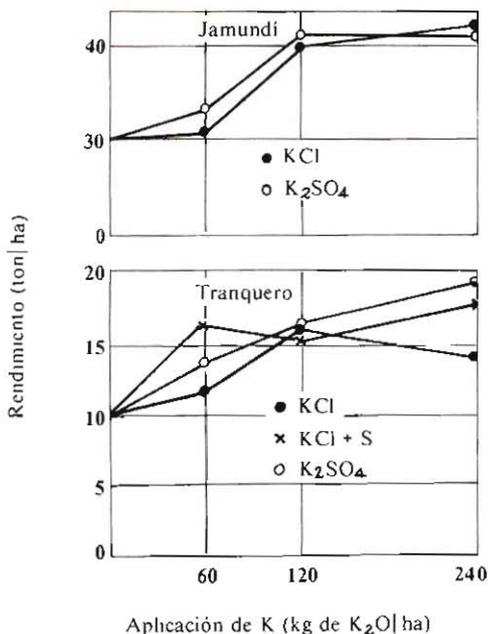


Figura 37. Respuesta de la yuca a la aplicación de varios niveles y fuentes de potasio en Jamundí y Tranquero. La cosecha se efectuó a los 10 y 9 1|2 meses, respectivamente.

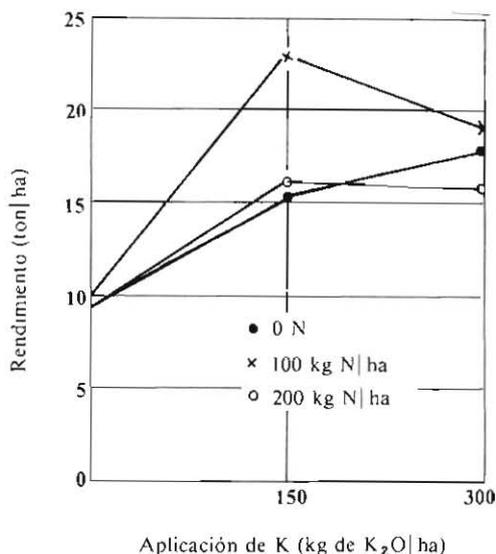


Figura 38. Respuesta de la yuca a la aplicación de varios niveles de potasio y de nitrógeno en Tranquero. La cosecha se efectuó a los 9 1|2 meses.

explicación admisible es la toxicidad directa del anión cloruro (como se observa en las papas), por cuanto con la aplicación de cantidades altas de KCl, el contenido de cloruro en las raíces fue de 0,11 por ciento en comparación con 0,09 y 0,06 por ciento para KCl + S y  $K_2SO_4$ , respectivamente. La ausencia de respuestas significativas de las fuentes de K en Jamundí se debió principalmente a la falta de respuesta al azufre, que a su vez obedece al mayor contenido de S de estos suelos afectados por la ceniza volcánica (7,8 ppm de azufre disponible del sulfato), en comparación con los suelos de los Llanos Orientales (4,0 a 4,5 ppm). Los rendimientos, en ambos ensayos, fueron altos especialmente en los Llanos donde fue de casi 20 ton|ha.

### Interacción de N x K

En Tranquero se hizo un ensayo factorial completo, con tres niveles de N por tres niveles de K, para estudiar la interacción de estos nutrimentos esenciales para las plantas. No hubo respuesta al nitrógeno en ausencia de K pero hubo una marcada respuesta positiva al potasio en la ausencia de N (Figura 38). Los rendimientos de la

yuca sin aplicaciones de N y 300 kilogramos de  $K_2O$  casi duplicaron los obtenidos con 200 kilogramos de N y sin aplicación de K. En presencia de K, hubo una respuesta positiva a la aplicación de 100 kg|ha de N pero ésta fue negativa con 200 kg|ha. En presencia de N, hubo una marcada respuesta positiva a la aplicación de 150 kg|ha de  $K_2O$  (como KCl), pero no hubo un incremento adicional en el rendimiento con 300 kg|ha de  $K_2O$ .

Pareciera que K es el principal elemento limitante de los rendimientos, pero, una vez que se ha satisfecho el requerimiento de K, las plantas responden a una aplicación moderada de N. La información disponible según la cual una aplicación alta de N aumenta el crecimiento foliar y disminuye el de las raíces, no fue confirmada en este experimento, ya que las aplicaciones altas de N en presencia de K redujeron tanto el área foliar como el rendimiento. La producción de materia seca de las raíces estuvo altamente correlacionada ( $r = 0,97$ ) con la producción total de materia seca.

Aunque los rendimientos aumentaron, la fertilización con K disminuyó significativamente el contenido de N y por consiguiente, el contenido proteínico de las raíces; sin embargo, el rendimiento proteínico por hectárea aumentó. La aplicación de K redujo el contenido de Mg de las láminas y de los pecíolos de las hojas, al provocar posiblemente la deficiencia de Mg y dando como resultado la reducción en los rendimientos con las aplicaciones altas de potasio.

### Magnesio

Con base en que las plantas de yuca que se cultivan en Carimagua generalmente tienen un contenido muy bajo de Mg en las hojas, se hizo un ensayo con dos fuentes y cinco niveles de Mg para determinar la significación de fertilizar con Mg. La Figura 39 muestra que los rendimientos se pueden aumentar en 10 ton|ha aplicando 50 kg|ha de Mg como  $MgSO_4$ . Los niveles

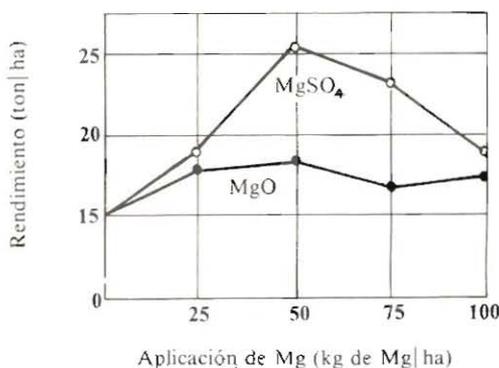


Figura 39 Respuesta de la yuca a varios niveles de aplicación de magnesio utilizando dos fuentes diferentes de magnesio, en Tranquero. La cosecha se efectuó a los 9 1/2 meses.

más altos de  $MgSO_4$  fueron en detrimento de los rendimientos, al inducir posiblemente deficiencia de Ca. Las aplicaciones altas de  $MgSO_4$  redujeron los niveles de Ca en los pecíolos a los tres meses y medio de edad desde 2,95 hasta 1,38 por ciento. El  $MgSO_4$  fue una fuente más eficaz que el MgO por cuanto es mucho más soluble y contiene sulfato, el cual aparentemente es esencial para obtener una producción óptima de yuca en estos suelos. El rendimiento de 25 ton|ha, el más alto obtenido hasta ahora en los Llanos, es muy prometedor toda vez que se logró después de los nueve y medio meses.

### Interacciones entre cal y elementos menores

Durante una evaluación previa se observó que la mayoría de los cultivares de yuca producían altos rendimientos con las aplicaciones de 1|2 a 2 ton|ha de cal, pero que mostraban una respuesta marcadamente negativa con aplicaciones más altas de cal. Con un nivel de 6 ton|ha de cal, muchas variedades presentaron una clorosis grave y deformación de los puntos de crecimiento, que se atribuyeron a la posible deficiencia de elementos menores. Aunque se consideraba que este problema era causado principalmente por la deficiencia de Zn, se estableció un experimen-

to para estudiar la interacción de la cal con los elementos menores exceptuando el hierro, el cual es abundante en estos suelos. Dentro de las parcelas principales, a las que se les aplicó 0, 1/2, 2 y 6 ton|ha de cal, se establecieron subparcelas con elementos menores que se agregaron individualmente o en conjunto.

Ya se había demostrado el efecto del encalado sobre el pH y el contenido de Al (Informe Anual del CIAT, 1973). La variedad Chiroza que fue la que se sembró, se afectó moderadamente por el ABY; el ataque fue menos severo con niveles altos de cal. Las plantas no mostraron síntomas de deficiencia durante el ciclo de crecimiento; aparentemente, hubo una respuesta positiva a la aplicación de 2 a 6 ton|ha de cal.

Los análisis foliares realizados a los dos meses (Figura 40) demostraron, que al no aplicar Zn, el contenido de este elemento disminuyó de 72 a 38 ppm con la aplicación de 6 ton|ha de cal. La aplicación de 20 kg|ha de Zn redujo el contenido de Zn de 212 a 71 ppm. Con relación a otras variedades, la variedad Chiroza posee un alto contenido de Zn; sin embargo, dicho contenido (38 ppm) fue bajo al no hacerse

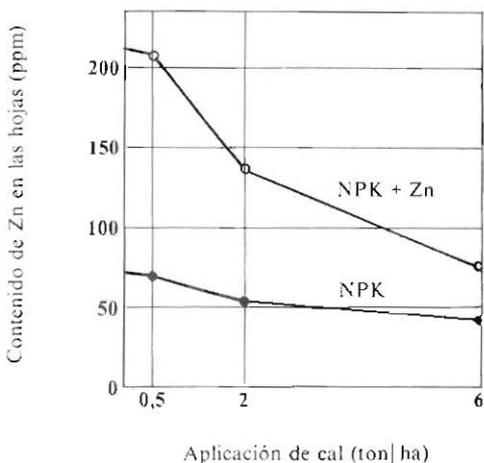


Figura 40. Efecto de la aplicación de cal en el contenido de zinc de las hojas de yuca habiendo aplicado y sin aplicar zinc al suelo.

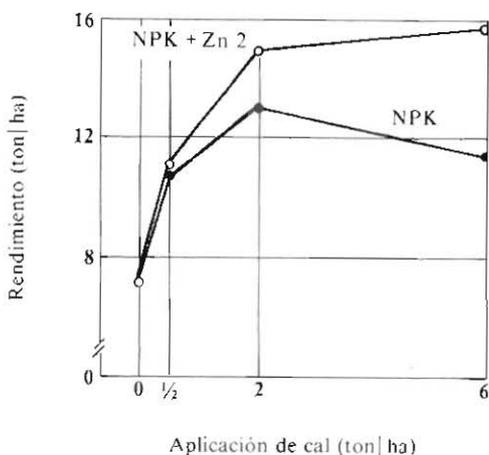


Figura 41. Respuesta de la yuca a las aplicaciones de cal en Carimagua, habiendo aplicado y sin aplicar zinc al suelo. La cosecha se efectuó a los 10 meses (Variedad: Chiroza de Acacias).

ninguna aplicación de Zn, aunque no lo suficientemente bajo para producir síntomas de deficiencia, los cuales aparecen generalmente cuando el contenido es inferior a 20 ppm.

La Figura 41 muestra las respuestas del rendimiento a las aplicaciones de cal con y sin Zn. La respuesta a una aplicación alta de cal es negativa cuando no se ha aplicado Zn, en tanto que la variedad responde positivamente hasta 6 ton|ha de cal cuando se ha aplicado Zn. Este fue el único tratamiento establecido con elementos menores en el que no se presentó reducción del rendimiento con tasas altas de cal. Por consiguiente, la respuesta negativa de la yuca, incluso a niveles moderados de cal (condición que no se observó en ninguno de los otros cultivos estudiados), se debe a la deficiencia inducida de Zn, a la cual la yuca parece ser muy susceptible. La Figura 42 presenta la respuesta del rendimiento a todos los elementos menores, con un nivel de aplicación de cal de 6 ton|ha y permite apreciar claramente la importancia relativa del Zn y en menor grado, del Cu y del Mn. La respuesta de los elementos menores decreció a medida que se redujeron los niveles de cal.

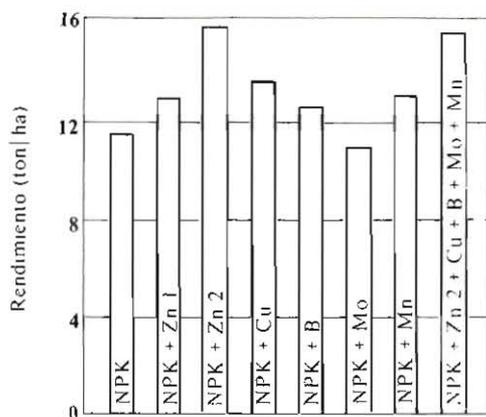


Figura 42. Respuesta de la yuca en Carimagua a las aplicaciones de elementos menores con un nivel de aplicación de cal de 6 ton| ha. La cosecha se efectuó a los 10 meses.

### Contenido de nutrimentos en las partes de la planta

El Cuadro 36 presenta los contenidos de nutrimentos de las láminas foliares, de los peciolo y de las raíces, en diferentes épocas, durante el ciclo de crecimiento. Estos contenidos corresponden aproximadamente a los rendimientos máximos en Carimagua y dan un indicio sobre los que pueden considerarse contenidos "normales" de nutrimentos, aun cuando éstos varían de acuerdo con los suelos, las variedades, las condiciones climatológicas y la fertilización.

Cuadro 36. Contenido de nutrimentos en las láminas foliares y en los peciolo y en las raíces, en diferentes épocas del ciclo de crecimiento de la yuca, en Carimagua.

| Meses    | Láminas foliares |      |      | Peciolo |      |      | Raíces |
|----------|------------------|------|------|---------|------|------|--------|
|          | 2                | 4    | 6    | 2       | 4    | 6    | 10     |
| N (%)    | 5.60             | 4.90 | 5.00 | 1.60    | 1.50 | 1.40 | 0.50   |
| P (%)    | 0.27             | 0.25 | 0.25 | 0.13    | 0.12 | 0.12 | 0.05   |
| K (%)    | 1.80             | 1.60 | 1.50 | 3.30    | 2.80 | 2.20 | 0.80   |
| Ca (%)   | 0.60             | 0.60 | 0.70 | 1.20    | 1.50 | 1.50 | 0.04   |
| Mg (%)   | 0.23             | 0.23 | 0.22 | 0.37    | 0.30 | 0.41 | 0.05   |
| S (%)    | -                | 0.37 | 0.34 | -       | 0.14 | 0.13 | 0.05   |
| Zn (ppm) | 60               | 60   | -    | -       | -    | -    | -      |

Las láminas foliares presentaron contenidos más altos de N, P y S que los peciolo pero éstos tuvieron niveles más altos de K, Ca y Mg. Los peciolo mostraron también un rango más alto para el último grupo de elementos mencionados dando una idea más clara de su contenido de nutrimentos. En cuanto a las raíces, su contenido de nutrimentos fue mucho más bajo que el de las láminas foliares o los peciolo. Exceptuando el calcio, el contenido de elementos menores disminuyó ligeramente durante el ciclo de crecimiento. En comparación con los de otros suelos, en Carimagua, los contenidos de Ca y Mg fueron bajos dando como resultado, posiblemente, contenidos relativamente altos de potasio.

### Aspectos económicos de la fertilización

Los rendimientos de yuca en los suelos de los Llanos Orientales son sumamente bajos (5 a 10 ton| ha) cuando se prescinde de la fertilización. Un suelo al que se haya aplicado los siguientes elementos se podría considerar como adecuadamente fertilizado: 500 kg| ha de cal dolomítica; 100 kg| ha de N como urea, aplicados en bandas en el momento de la siembra y 60 días más tarde; 100 kg| ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicados en bandas, como escoria básica, en el momento de la siembra; 200 kg| ha de K<sub>2</sub>O aplicados en bandas en la forma de

KCl; 25 kg| ha de azufre elemental; y dos aplicaciones foliares de Zn como sulfato de zinc al 27 por ciento.

Con base en los precios actuales de los fertilizantes y del transporte, el total a pagar sería \$6.000 por hectárea, de los cuales \$4.500 corresponden al costo de los fertilizantes y \$1.500 al valor del transporte. Con los precios actuales de la yuca (\$3| kg), el precio de la fertilización se puede cubrir produciendo dos toneladas más por hectárea. El incremento potencial del rendimiento de por lo menos 15 a 20 ton| ha que se obtendría con la fertilización justifica la aplicación de fertilizantes, desde el punto de vista económico.

## Prácticas agronómicas

### Métodos de fertilización

Al comparar los diversos métodos de aplicación (al voleo, en bandas, colocado directamente en el lugar o alrededor de la planta) de un fertilizante completo se encontró que las aplicaciones dispersas, o sea al voleo, fueron totalmente ineficaces para abastecer de nutrimentos a las plantas de yuca recientemente sembradas fomentando, además, el crecimiento excesivo de las malezas. Entre los métodos de aplicación directa del fertilizante, los más prometedores en la primera etapa de crecimiento parecen ser la colocación directa en la perforación hecha para sembrar el cangre o la colocación a 15 centímetros del mismo, y la colocación en bandas interrumpidas tanto sencillas como dobles. Las plantas a las que se les aplicó directamente el fertilizante presentaban un tamaño de 31 a 36 centímetros a los dos meses de edad; en cambio, con la aplicación dispersa y en las parcelas testigo sólo alcanzaron una altura de 19 y 20 centímetros, respectivamente.

### Época y método de siembra

En las regiones que tienen una estación seca pronunciada es conveniente determi-

nar la mejor época para la siembra teniendo en cuenta estas condiciones climatológicas. Las siembras mensuales se realizaron entre octubre y junio, época en que se suspendió el ensayo debido al ataque del ABY. En Carimagua, la época seca abarca de diciembre a marzo y presenta la tasa más alta de precipitación en junio y julio. Las plantas sembradas en enero, febrero y marzo, recibieron un riego en el momento de la siembra para aumentar la humedad del suelo, la cual era insuficiente para la germinación.

Los mejores rendimientos se obtuvieron sembrando de uno a tres meses antes del comienzo de la estación seca o durante la época seca, cuando se disponía de facilidades de riego. La siembra dos a tres meses, antes de los meses más húmedos, produjo los rendimientos más bajos ya que el alto volumen de precipitación coincide con un período de gran susceptibilidad de las plantas a las enfermedades y la formación de las raíces se presenta durante una época de estrés, por exceso de humedad del suelo. La siembra sobre caballones resultó más favorable durante la estación húmeda y la

Cuadro 37 Rendimientos de la yuca sembrada en Carimagua, a intervalos mensuales, sobre caballones o sobre una superficie plana; la cosecha se hizo a los 10 meses.

| Mes de la siembra | Rendimientos (ton  ha) |                  |
|-------------------|------------------------|------------------|
|                   | Caballones             | Superficie plana |
| Octubre           | 17,1                   | 18,1             |
| Noviembre         | 8,6**                  | 17,5             |
| Diciembre         | 12,0                   | 12,3             |
| Enero*            | 17,7                   | 14,4             |
| Febrero*          | 18,9                   | 20,2             |
| Marzo*            | 14,5                   | 12,8             |
| Abril             | 9,0                    | 5,3              |
| Mayo              | 10,5                   | 9,1              |
| Junio             | 12,8                   | 11,7             |

\* Un riego inicial en el momento de la siembra.

\*\* Rendimiento bajo debido al daño causado por los cerdos.

siembra sobre una superficie llana, fue más conveniente durante la época seca (Cuadro 37).

## CONTROL DE MALEZAS

En el estudio agroeconómico que se llevó a cabo el año pasado se encontró que el helecho común (*Pteridium aquilinum*) era una maleza que causaba daños de consideración en algunas regiones yuqueras. Ninguno de los herbicidas recomendados para la yuca controlaron eficazmente esta maleza rizomatosa. Se ha recibido información de que el asulam, como herbicida posemergente, controla el helecho común; por consiguiente, se decidió hacer un ensayo para determinar su selectividad en dos variedades de yuca. Se aplicaron de 2 a 4 kg/ha del herbicida sobre la parte superior o sobre la mitad inferior de plantas de yuca, 45 días después de sembradas.

La aplicación sobre la parte superior causó grave daño a ambas variedades con la tasa alta de aplicación pero sólo a la variedad M Colombia 137 con la tasa baja (Cuadro 38). La recuperación de los efectos iniciales fue parcial al tratar toda la

planta. La aspersión de la mitad inferior causó un daño insignificante con ambas tasas de aplicación. Por consiguiente, en las regiones en las cuales el helecho común constituye un problema grave, se deben ensayar las aplicaciones controladas de asulam, como una posible medida de control.

Para concluir la labor de evaluación de herbicidas para el cultivo de yuca, la cual comenzó en 1972, se hizo un ensayo de selectividad a largo alcance. A la variedad M Colombia 113, sembrada en un suelo de testura media, se le aplicó la tasa recomendada como preemergente y en otro tratamiento, cuatro veces esta tasa. Las observaciones de los daños causados se hicieron durante los primeros tres meses y los rendimientos de la parte aérea y de las raíces se obtuvieron a los 10 meses después de la siembra. En el Cuadro 39 se presenta un resumen de la selectividad relativa de los herbicidas de la yuca, el cual fue hecho con base en estos ensayos y en los anteriores.

Veinte y tres compuestos resultaron altamente selectivos. Estos productos, aplicados solos o en combinación con otros, son tratamientos eficaces para casi todas

Cuadro 38. Tolerancia de dos variedades de yuca a las aplicaciones posemergentes de asulam.

| Tasa de asulam | Parte tratada de la planta | Severidad del daño |        |          |        |
|----------------|----------------------------|--------------------|--------|----------|--------|
|                |                            | M Col 137          |        | M Pan 64 |        |
|                |                            | 30 DDS**           | 60 DDS | 30 DDS   | 60 DDS |
| 2              | Mitad inferior             | 1.0                | 1.2    | 0.8      | 1.3    |
| 2              | Toda                       | 5.2                | 3.5    | 3.3      | 3.0    |
| 4              | Mitad inferior             | 2.3                | 1.6    | 1.3      | 1.0    |
| 4              | Toda                       | 7.3                | 6.6    | 7.0      | 6.6    |
| Testigo        |                            | 0.0                | 0.0    | 0.0      | 0.0    |

\* Escala visual según la cual: 0 = no hubo daño; 10 = muerte del cultivo

\*\* DDS = días después de la siembra.

Cuadro 39. Resumen de tres años de investigación sobre herbicidas selectivos de la yuca<sup>1</sup>.

| Altamente selectivo <sup>2</sup> | Marginalmente selectivo <sup>3</sup> | No selectivo <sup>4</sup>   |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| alaclor                          | butilate                             | ametrina                    |
| bentiocarbo                      | clorobromuron                        | amitrol (post) <sup>5</sup> |
| butaclor                         | CIPC + naptalam                      | atrazina                    |
| cloramben                        | diuron                               | bentazor (post)             |
| cianazina                        | fluometuron                          | bromacil                    |
| dinitramina                      | linuron                              | dalapon (post)              |
| DNBP                             | metabenzentiazuron                   | DNBP (post)                 |
| DPX-6774                         | metribuzina                          | DPX-1108 (post)             |
| fluorodifen                      | oxadiazon                            | DPX-3674                    |
| FMC-25213                        |                                      | EPTC                        |
| H-22234                          |                                      | glifosato (post)            |
| IT-5914                          |                                      | karbutilate                 |
| metazol                          |                                      | MSMA (post)                 |
| napropamida                      |                                      | paraquat (post)             |
| nitralina                        |                                      | prometrina                  |
| nitrofen                         |                                      | tebutiuron                  |
| norea                            |                                      | terbutrina                  |
| perfluidone                      |                                      | 2,4-D (post)                |
| pronamida                        |                                      | vernolate                   |
| prinaclor                        |                                      |                             |
| S-2846                           |                                      |                             |
| trifluralina                     |                                      |                             |

Todos los herbicidas se incorporaron antes de la siembra o se aplicaron como preemergentes, a menos de que se indique lo contrario

- <sup>2</sup> No presentó daño para la yuca, incluso cuando se cuadruplicó la tasa normal
- <sup>3</sup> No hubo daño con la tasa normal, pero éste fue de consideración cuando se duplicó o se cuadruplicó dicha tasa
- <sup>4</sup> Daño grave incluso a las tasas recomendadas
- <sup>5</sup> Se aplicó como posemergente sobre la parte superior de las plantas jóvenes de yuca.

las especies de malezas que se encuentran comúnmente en las regiones yuqueras. Por otra parte, también se podrían recomendar los compuestos marginalmente selectivos para la mayoría de los casos, siempre y cuando se apliquen correctamente.

### PUBLICACIONES \*

- COCK, J.H. and ROSAS, C. Ecophysiology of cassava. Paper presented to International Symposium on ecophysiology of tropical crops, Manaus, Brazil. 1.1-14
- COCK, J.H., WHOLEY, D.W. and GUTIERREZ DE LAS CASAS, O. The spacing response of cassava (In press).
- COCK, J.H. Some physiological aspects of yield in cassava. (In press).
- COCK, J.H. Characteristics of high yielding cassava varieties. (In press)
- LOZANO, J.C. Bacterial blight of cassava. Pans 21(1):38-43.
- LOZANO, J.C. y van SCHOONHOVEN, A. El peligro de diseminar enfermedades y pestes por la introducción de material de propagación de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Cali, Colombia. CIAT 12 p.

\* Esta lista incluye únicamente artículos que no han sido publicados dentro de las series del CIAT

- LOZANO, J.C. y van SCHOONHOVEN, A.** Danger of dissemination of diseases and pests through the introduction of material for the propagation of cassava. In: The international exchange and testing of cassava germ plasm. Workshop. Palmira, Colombia pp.41-44.
- LOZANO, J.C.** Algunas consideraciones fisiológicas y biológicas sobre enfermedades de plantas. Noticias Fitopatológicas 4(1):104-111.
- TAKATSU, A. y LOZANO, J.C.** Translocación del agente causal del añublo bacterial de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en los tejidos del hospedero. Fitopatología 10(1):13-22.
- WHOLEY, D.W. and COCK, J.H.** Rooted shoots for physiological experiments with cassava. Tropical Agriculture 52(2) 187-189.







# Sistemas de producción de frijol

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

En su segundo año de operaciones, el Programa de Sistemas de Producción de Frijol prosiguió en su desarrollo y consolidación. Las prioridades establecidas, después de hacer un profundo análisis de los problemas que se presentan en la producción de frijol en América Latina, hacen énfasis en los siguientes puntos: la caracterización del germoplasma y el suministro de material mejorado a los programas nacionales de investigación; asistencia a los científicos de América Latina en lo referente a documentación y adiestramiento; y el desarrollo de sistemas de producción de frijol que minimicen el uso de fertilizantes y de productos agroquímicos costosos. Durante 1975, el nombramiento de nuevos miembros del personal científico en fisiología y en sistemas agronómicos, hizo posible progresar considerablemente en tales áreas. A continuación se presentan algunos de los principales progresos logrados durante el año.

En el primer año de hibridaciones en frijol, se utilizaron 85 progenitores en un programa intensivo de cruzamientos. Se hicieron 4.530 polinizaciones, las cuales representan 1.266 hibridaciones diferentes; además, se establecieron pruebas de progenies en el campo de 35.400 plantas en generaciones  $F_1$  y  $F_2$ .

Tanto en frijol arbustivo como trepador, se obtuvieron altos rendimientos bajo condiciones experimentales, haciendo promisoria su utilización para lograr altos rendimientos comercialmente lo cual parecía ser un objetivo inalcanzable con estas especies. Con el frijol arbustivo, el máximo rendimiento logrado en parcelas replicadas fue de 4,26 ton|ha; con frijol trepador, bajo condiciones de monocultivo, los rendimientos oscilaron consistentemente entre 4,5 y 5,5 ton|ha.

En 1975, se continuaron los ensayos varietales sobre frijol arbustivo, y una vez más, se alcanzaron niveles satisfactorios con respecto a los rendimientos. Los científicos que asistieron al Simposio sobre Mejoramiento Genético y Germoplasma de Frijol contribuyeron al diseño y aprobación de planes de acción relacionados con el establecimiento de una serie internacional de ensayos de variedades, durante 1976.

Los estudios sobre fijación de nitrógeno, realizados cerca a la ciudad de Popayán, mostraron tasas de fijación similares a las registradas para la soya. En un período de 120 días, las 10 variedades estudiadas fijaron un promedio de 25 kg|ha de N.

Se hizo un estudio agroeconómico que cubrió las principales regiones productoras de frijol en Colombia, el cual proporciona información valiosa sobre la incidencia y severidad de las enfermedades, problemas de la producción y el almacenamiento y la calidad de la semilla.

Como parte de su nueva responsabilidad en la coordinación de las investigaciones sobre frijol en América Latina, durante 1975 el Programa organizó una serie de conferencias para discutir los problemas sobre mejoramiento, germoplasma y enfermedades. También, el Comité Asesor del Cultivo del Frijol se reunió para evaluar las actividades del Programa. En el CIAT recibieron adiestramiento 26 becarios, incluyendo dos candidatos al doctorado y tres a la maestría.

Además, se presentaron cambios en cuanto al énfasis de algunos objetivos del Programa. Los estudios sobre germoplasma jugaron un papel menos preponderante que en años anteriores, en tanto que se dio un mayor énfasis a las investigaciones sobre frijol trepador y cultivos asociados de maíz y frijol. Las investigaciones sobre ataque de ácaros, los cuales, anteriormente fueron considerados como de importancia primaria en América Latina se remplazaron por investigaciones sobre un solo ácaro, del género **Tarsonemus**.

## **ECONOMIA AGRICOLA**

En 1974 se inició el análisis de los sistemas de producción de frijol, en cuatro regiones\* de Colombia (Informe Anual del CIAT, 1974). El objetivo fundamental del análisis es el de conocer algunas características del proceso de producción de frijol que sean de utilidad para establecer prioridades en lo referente a la investigación agrícola y políticas gubernamentales. En 1975 se concluyó la recolección de información correspondiente a tres de las cuatro regiones, la cual está en proceso de análisis. Aunque algunos de los resultados que se presentan en este informe corresponden a las cuatro regiones, la discusión se ha concentrado en una de ellas: la región del Valle del Cauca puesto que el análisis de sus datos está más avanzado.

---

\* Se ha empleado la palabra región en lugar de departamento, subdivisión política equivalente a estado o provincia.

## **Factores agronómicos de la producción de frijol en Colombia**

### **Niveles tecnológicos y rendimientos del frijol**

Las 177 fincas estudiadas se localizan en las siguientes regiones: Valle del Cauca, 31; Huila, 105; Antioquia, 22; y Nariño, 19. En la región del Valle del Cauca, se emplea primordialmente el monocultivo del frijol mientras que en Huila, Antioquia y Nariño se cultiva asociado con maíz, especialmente. En Huila, parte del área dedicada al cultivo de frijol se siembra también con frijol solamente. En otros sistemas de cultivos intercalados, el frijol se siembra con papa, arveja o mani. El Cuadro 1 presenta los tamaños de finca, utilización de la tecnología moderna y rendimiento para las cuatro regiones. El Valle del Cauca se caracteriza por sus fincas comerciales relativamente grandes, la utilización extensiva de la tecnología moderna, el uso del monocultivo y los rendimientos de frijol relativamente altos. En contraste, la región de Nariño está

Cuadro 1. Características de la producción de frijol en cuatro regiones de Colombia.

|   | Valle | Huila | Antioquia | Nariño |
|---|-------|-------|-----------|--------|
| Superficie promedio de la finca (ha)      | 48,0  | 25,2  | 4,5       | 4,0    |
| Superficie cultivada en frijol (ha)       | 22,6  | 5,9   | 1,5       | 1,8    |
| Porcentaje de fincas que utilizan:        |       |       |           |        |
| Riego                                     | 45    | 3     | 0         | 0      |
| Semilla certificada                       | 52    | 7     | 0         | 5      |
| Fertilizantes                             | 94    | 24    | 100       | 0      |
| Herbicidas                                | 33    | 0     | 0         | 0      |
| Insecticidas                              | 87    | 23    | 64        | 10     |
| Fungicidas                                | 97    | 10    | 59        | 0      |
| Credito                                   | 87    | 53    | 54        | 58     |
| Asistencia técnica                        | 71    | 30    | 32        | 32     |
| Cultivos asociados                        | 0     | 74    | 100       | 95     |
| Maquinaria                                | 100   | 44    | 5         | 0      |
| Rendimiento de frijol (kg ha)             | 906   | 683   | 509       | 447    |
| Rendimiento equivalente de frijol (kg ha) | 906   | n.d.  | 919       | 703    |

conformada principalmente por fincas pequeñas en las cuales la utilización de la tecnología moderna es muy limitada, predomina el sistema de cultivos múltiples y los rendimientos de frijol son relativamente bajos. En el Valle del Cauca, los rendimientos en las fincas pequeñas fueron solamente algo más de la mitad de los obtenidos en las grandes. El Cuadro 2 muestra que incluso en una misma región, se presentan amplias diferencias entre los sistemas de cultivo y los niveles de tecnología utilizados para la producción de frijol. Las diferencias son más marcadas en lo relacionado con la utilización del riego, semilla certificada, herbicidas, crédito y asistencia técnica.

Estos nuevos conocimientos indican que los esfuerzos de la investigación orientados hacia la ampliación y mejoramiento de la productividad, deben tener en cuenta el sistema de producción específico y la región hacia la cual van enfocados los esfuerzos. Es factible que las nuevas tecnologías para el sistema del monocultivo a gran escala, sean adoptadas rápidamente por los agricultores más

progresistas que caracterizan a la región del Valle del Cauca. Posiblemente se requerirá hacer esfuerzos especiales para diseñar y difundir tecnología con el fin de beneficiar a los pequeños agricultores, que son típicos de las regiones de Nariño y de Antioquia.

### Enfermedades e insectos

En todas las regiones estudiadas se encontraron cultivos de frijol afectados por mancha angular, roya y añublo bacterial. Se constató que otras enfermedades son importantes en algunas pero no en todas las regiones (Cuadro 3). En una sección posterior de este capítulo, se discute el impacto de algunas de estas enfermedades sobre el rendimiento.

Se encontraron muchas especies de insectos perjudiciales en aquellos cultivos de frijol bajo observación, siendo **Empoasca** y trips, los más frecuentes. El porcentaje de fincas afectadas por cada especie de insecto, difiere bastante entre las regiones (Cuadro 4).

**Cuadro 2. Características seleccionadas para la producción de frijol en fincas de tres tamaños en el Valle del Cauca.**

|  | Tamaño de la finca |         |        |
|--|--------------------|---------|--------|
|  | Pequeña            | Mediana | Grande |
| Superficie promedio de las fincas (ha) | 2,8                | 21,0    | 115,0  |
| Superficie cultivada en frijol (ha)    | 2,4                | 17,0    | 47,5   |
| Porcentaje de fincas que utilizan:     |                    |         |        |
| Riego                                  | 18                 | 44      | 73     |
| Semilla certificada                    | 18                 | 22      | 54     |
| Fertilizantes                          | 90                 | 100     | 100    |
| Aplicado al suelo                      | 40                 | 66      | 64     |
| Foliales                               | 60                 | 78      | 100    |
| Herbicidas                             | 20                 | 33      | 45     |
| Insecticidas                           | 91                 | 78      | 91     |
| Sistema de aplicación:                 |                    |         |        |
| Aérea                                  | 0                  | 22      | 64     |
| Con tractor                            | 0                  | 22      | 27     |
| Con fumigadora de espalda              | 100                | 89      | 64     |
| Fungicidas                             | 100                | 100     | 100    |
| Crédito                                | 73                 | 89      | 100    |
| Asistencia técnica                     | 27                 | 89      | 100    |
| Cultivos asociados                     | 0                  | 0       | 0      |
| Maquinaria                             | 100                | 100     | 100    |
| Rendimiento de frijol (kg ha)          | 683                | 896     | 1.118  |

**Cuadro 3. Porcentaje de las fincas productoras de frijol en cuatro regiones de Colombia, en las cuales se observaron enfermedades durante las visitas.**

|                                | Región             |     |                    |    |                        |     |                     |    |
|--------------------------------|--------------------|-----|--------------------|----|------------------------|-----|---------------------|----|
|                                | Valle <sup>1</sup> |     | Huila <sup>2</sup> |    | Antioquia <sup>3</sup> |     | Nariño <sup>4</sup> |    |
|                                | Visitas: I         | II  | I                  | II | I                      | II  | I                   | II |
| Mancha angular de la hoja      | 74                 | 100 | 30                 | 78 | 91                     | 91  | 32                  | 79 |
| Roya                           | 94                 | 94  | 63                 | 71 | 41                     | 68  | 26                  | 16 |
| Añublo bacterial               | 55                 | 84  | 40                 | 77 | 0                      | 9   | 53                  | 79 |
| Mancha gris                    | 0                  | 3   | 44                 | 63 | 68                     | 82  | 63                  | 53 |
| Antracnosis                    | 0                  | 0   | 50                 | 51 | 86                     | 100 | 37                  | 42 |
| Mancha harinosa                | 0                  | 0   | 11                 | 72 | 73                     | 64  | 10                  | 47 |
| Mildeu polvoso                 | 0                  | 0   | 6                  | 28 | 50                     | 68  | 0                   | 0  |
| Virus                          | 10                 | 19  | 21                 | 6  | 0                      | 0   | 21                  | 11 |
| Pudrición radicular            | 39                 | 13  | 19                 | 1  | 5                      | 9   | 37                  | 5  |
| Mancha de la hoja (Alternaria) | 0                  | 0   | 21                 | 11 | 14                     | 9   | 16                  | 5  |

<sup>1</sup> Período vegetativo del cultivo: 80-100 días. Visita I, 20-30 días después de la siembra; II, 50-60 días después de la siembra

<sup>2</sup> Período vegetativo del cultivo: 80-120 días. Visita I, 30-50 días después de la siembra; II, 70-90 días después de la siembra

<sup>3</sup> Período vegetativo del cultivo: 120-160 días. Visita I, 60-80 días después de la siembra; II, 90-100 días después de la siembra

<sup>4</sup> Período vegetativo del cultivo: 90-110 días. Visita I, 30-40 días después de la siembra; II, 60-70 días después de la siembra

Cuadro 4. Porcentaje de las fincas de frijol en cuatro regiones de Colombia, en las cuales se observaron insectos durante las dos visitas.

|   | Región     |    |       |    |           |    |        |    |
|---|------------|----|-------|----|-----------|----|--------|----|
|   | Valle      |    | Huila |    | Antioquia |    | Nariño |    |
|   | Visitas: I | II | I     | II | I         | II | I      | II |
| Atacan las plántulas:                     |            |    |       |    |           |    |        |    |
| Tierreros                                 | 13         | 0  | 14    | 4  | 0         | 0  | 0      | 0  |
| Grillos                                   | 13         | 0  | 11    | 0  | 0         | 0  | 0      | 0  |
| Chupadores de follaje:                    |            |    |       |    |           |    |        |    |
| Afidos                                    | 32         | 6  | 56    | 77 | 18        | 14 | 37     | 53 |
| Trips                                     | 39         | 36 | 79    | 70 | 36        | 36 | 68     | 63 |
| ( <i>Nezara</i> sp.)                      | 0          | 6  | 0     | 2  | 9         | 0  | 5      | 0  |
| <i>Empoasca</i> sp. (adultos)             | 61         | 97 | 87    | 85 | 68        | 64 | 68     | 79 |
| <i>Empoasca</i> sp. (ninfas)              | 36         | 87 | 78    | 83 | 64        | 77 | 63     | 95 |
| Mosca blanca                              | 62         | 26 | 42    | 38 | 36        | 0  | 47     | 26 |
| <i>Gargaphia</i> sp.                      | 0          | 0  | 14    | 30 | 0         | 0  | 0      | 0  |
| Minadores de la hoja:                     |            |    |       |    |           |    |        |    |
| <i>Agromyza</i> sp., <i>Liriomyza</i> sp. | 26         | 42 | 60    | 57 | 0         | 0  | 58     | 32 |
| <i>Hemichalepus</i> sp.                   | 0          | 43 | 55    | 30 | 68        | 55 | 47     | 5  |
| Comedores de follaje:                     |            |    |       |    |           |    |        |    |
| <i>Estigmene</i> sp.                      | 13         | 13 | 3     | 6  | -         | 5  | 0      | 0  |
| <i>Trichoplusia</i> sp.                   | 0          | 55 | 16    | 39 | 14        | 45 | 5      | 0  |
| <i>Hedylepta</i> sp.                      | 6          | 16 | 7     | 32 | 0         | 0  | 0      | 0  |
| <i>Urbanus</i> sp.                        | 0          | 3  | 9     | 4  | 0         | 0  | 0      | 0  |
| <i>Spodoptera</i> sp.                     | 3          | 3  | 0     | 0  | 0         | 0  | 0      | 0  |
| Crisomélidos                              | 36         | 52 | 12    | 7  | 32        | 0  | 53     | 16 |
| Atacan las vainas:                        |            |    |       |    |           |    |        |    |
| <i>Heliothis</i> sp.                      | 0          | 16 | 0     | 10 | 0         | 0  | 0      | 16 |
| <i>Trichoplusia</i> sp.                   | 0          | 32 | 0     | 30 | 0         | 0  | 0      | 16 |
| <i>Maruca</i> sp., <i>Epinotia</i> sp.    | 0          | 48 | 0     | 52 | 0         | 59 | 0      | 5  |
| Dípteros                                  | 0          | 0  | 0     | 8  | 0         | 23 | 0      | 26 |
| Barrenadores del tallo:                   | 0          | 0  | 1     | 0  | 82        | 59 | 0      | 0  |
| Acaros:                                   |            |    |       |    |           |    |        |    |
| <i>Tetranychus</i> sp.                    | 0          | 0  | 16    | 48 | 0         | 0  | 0      | 0  |

## Suelos

En cada finca incluida en el estudio, se tomaron muestras de suelo para comprender mejor las necesidades de fertilizantes y los rendimientos obtenidos. Estas muestras se están analizando para determinar el contenido de materia orgánica, el pH y los niveles de calcio, magnesio, fósforo y potasio.

## Población de plantas y pérdida de semilla

A los 30 días de la siembra, se estimó que la población promedio de plantas, para la región del Valle del Cauca, era de 387.000 plantas por hectárea. La población de plantas por hectárea tiende a ser mayor en las fincas grandes. Se observó una pérdida considerable de semilla o de plántulas,

durante los primeros 30 días después de la siembra; las pérdidas en la población de plantas, en la época de establecimiento del cultivo, fueron de 50 y 32 por ciento en las fincas pequeñas y grandes, respectivamente y se están estudiando las causas de estas pérdidas tan altas.

Mediante el análisis de la función de producción y utilizando los precios actuales de la semilla (US\$700/ton), la población óptima se estimó en 419.500 plantas por hectárea y se calculó que la producción máxima se obtendría con 486.600 plantas por hectárea. Se estimó que con los precios actuales de la semilla el aumento de la densidad de la población al nivel económico óptimo incrementaría solamente en 14 kg/ha los rendimientos.

## Utilización de mano de obra

La Figura 1 muestra la estimación de la mano de obra que se utiliza en la producción de frijol en el Valle del Cauca de acuerdo con las diferentes actividades de producción y con el tamaño de la finca. La producción de frijol en la región es altamente mecanizada; por lo tanto, la mano de obra utilizada es baja en comparación con otras regiones. El control de malezas y las prácticas culturales representan casi la mitad del total de la mano de obra empleada la cual en el proceso de producción es mayor en las fincas pequeñas que en las grandes; esta diferencia se acentúa en las desyerbas y prácticas culturales debido a que son pocos los pequeños agricultores que utilizan herbicidas. La mano de obra empleada en el

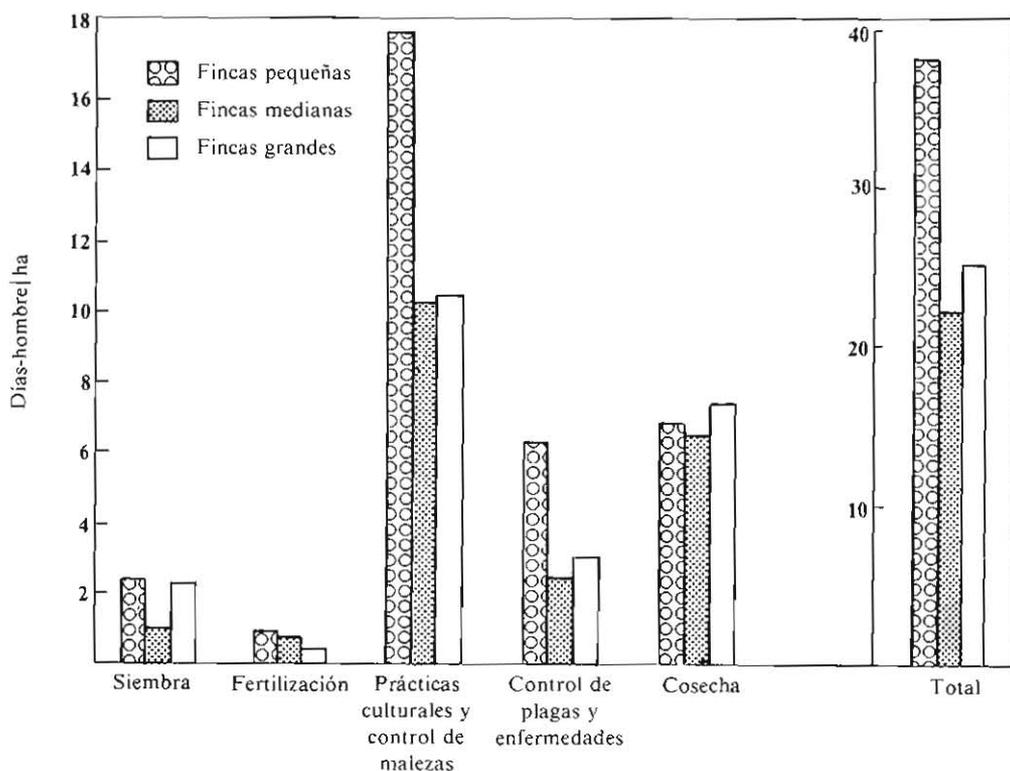


Figura 1. Uso de mano de obra en la producción de frijol por actividad y tamaño de la finca (Valle del Cauca, Colombia 1975).

Cuadro 5. Costos variables estimados de la producción de frijol para tres tamaños de finca en la región del Valle del Cauca, Colombia (1974-1975).

|   | Tamaño de la finca |       |           |       |           |       |
|---|--------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|   | Pequeña            |       | Mediana   |       | Grande    |       |
|   | (US\$/ha)          | (%)   | (US\$/ha) | (%)   | (US\$/ha) | (%)   |
| Preparación de la tierra                  | 33,87              | 14,5  | 46,57     | 17,0  | 42,70     | 13,0  |
| Semilla y siembra                         | 67,57              | 29,0  | 61,00     | 22,2  | 67,57     | 20,6  |
| Fertilizantes y aplicación                | 17,37              | 7,5   | 22,93     | 8,3   | 24,40     | 7,4   |
| Riego, drenaje                            | -                  | -     | 3,47      | 1,3   | 5,57      | 1,7   |
| Prácticas culturales y control de malezas | 36,67              | 15,8  | 30,63     | 11,2  | 30,70     | 9,4   |
| Control de plagas y enfermedades          | 38,33              | 16,5  | 57,50     | 21,0  | 74,23     | 22,6  |
| Cosecha                                   | 15,83              | 6,8   | 21,67     | 7,9   | 45,27     | 13,8  |
| Otros costos                              | 23,23              | 9,9   | 30,47     | 11,1  | 37,80     | 11,5  |
| Total                                     | 232,87             | 100,0 | 274,24    | 100,0 | 328,24    | 100,0 |

control de plagas y de enfermedades también difiere, en virtud de que los grandes agricultores utilizan tractores para aplicar insecticidas y fungicidas, mientras que los pequeños tienden a utilizar fumigadoras de espalda.

### Factores económicos de la producción de frijol en Colombia

#### Costos de producción e ingresos

El Cuadro 5 presenta los costos variables estimados, con base en la actividad de la producción y el tamaño de la finca. Los costos de la semilla y de la siembra representan, aproximadamente, el 25 por ciento del total de los costos variables, seguidos por el control de plagas y

enfermedades (20 por ciento) y preparación del suelo (15 por ciento). Se encontró una notoria diferencia en los costos de producción entre los grupos de fincas clasificados por tamaño. Los costos variables totales se estimaron en US\$233 y US\$328 por hectárea para las fincas pequeñas y grandes, respectivamente. Las diferencias en los costos, se deben primordialmente a las cantidades aplicadas de fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas, y en menor grado, a diferencias en los costos de la cosecha que a su vez obedecen a las variaciones en el rendimiento.

El Cuadro 6 presenta los ingresos brutos y netos estimados para la producción de

Cuadro 6. Resultados económicos estimados de la producción de frijol para tres tamaños de finca en la región del Valle del Cauca, Colombia (1974-1975).

|                                  | Tamaño de la finca |         |        |
|----------------------------------|--------------------|---------|--------|
|                                  | Pequeña            | Mediana | Grande |
| Rendimiento (kg/ha)              | 683                | 896     | 1.118  |
| Valor de la producción (US\$/ha) | 366                | 508     | 626    |
| Costos totales (US\$/ha)         | 317                | 352     | 432    |
| Ganancia neta (US\$/ha)          | 49                 | 156     | 194    |
| Relación costo/beneficio         | -1,15              | 1,44    | 1,45   |

frijol en el Valle del Cauca, durante el período de estudio. Los incrementos en el rendimiento, los costos totales y los ingresos netos fueron directamente proporcionales al aumento de tamaño de la finca. La relación costo|beneficio fue de 1,15 para las fincas pequeñas y de 1,45 para las grandes.

Se hizo un análisis de la función de producción para determinar los niveles óptimos de los costos variables (excluyendo los costos de la cosecha) y los rendimientos por unidad de superficie.\* Se encontró que el nivel actual de los costos variables (US\$251,77|ha) era óptimo para un precio del producto de US\$533|ton. Al precio promedio recibido por los agricultores de US\$550|ton, los ingresos netos se maximizarían a un costo variable de US\$260|ha, lo cual a su vez, aumentaría los rendimientos en 18 kg|ha y los ingresos netos en US\$1.27|ha.

Los precios recibidos por los agricultores en estudio oscilaron entre US\$400 y US\$720|ton, con los cuales los ingresos netos se maximizarían a un costo variable de US\$152 y US\$326|ha, respectivamente. Antes de la siembra, algunas compañías privadas ofrecieron a los agricultores contratos con un precio garantizado de US\$583|ton; menos de la cuarta parte de ellos aceptó firmar tales contratos. Aparentemente al momento de la siembra, los agricultores esperaban que los precios futuros para el frijol fueran iguales o superiores a los precios del contrato y que este precio sería la base para tomar decisiones con relación a los niveles mínimos de utilización de insumos y a los costos variables. Al precio del contrato, se estimó que los costos variables óptimos eran de US\$277|ha. Por lo tanto, se puede

concluir que la inversión de los agricultores en estudio fue ligeramente menor al nivel óptimo ya sea basado en el promedio real de precios o en los precios mínimos esperados. Sin embargo, dado el riesgo e incertidumbre asociados con los rendimientos y precios del frijol, la inversión de los agricultores se acercó tanto como fue posible a los niveles óptimos.

### Causas de las pérdidas de rendimiento

Se hizo un análisis de la función de producción para estimar las pérdidas en el rendimiento, debidas a factores seleccionados. El Cuadro 7 presenta las pérdidas estimadas en el rendimiento ocasionadas por ocho factores, suponiendo que el lote cultivado hubiera sido totalmente afectado. También se presenta el porcentaje del área total afectada y la pérdida total para la región. Asumiendo precios constantes como en el caso de una demanda infinitamente elástica, y utilizando el precio promedio recibido por los agricultores incluidos en el estudio (US\$550|ton), la pérdida para la región debida a la precipitación pluvial adversa y a la ausencia de un control de las aguas, se estimó en casi US\$1,2 millones para el período de cultivo que se inició en octubre de 1974.\* Se estimó que la pérdida causada por la roya era ligeramente menor a la anterior. El añublo bacterial redujo los rendimientos regionales promedios en 137 kg|ha y la producción regional total, en aproximadamente 1.700 toneladas; otros factores importantes que limitaron los rendimientos fueron el ataque de **Empoasca** y la mancha angular. En el 59 por ciento del área se utilizó semilla certificada y se estimó en US\$0,5 millones la ganancia potencial usando esta semilla en el resto del área. Las ganancias potenciales al op-

\* Los costos de cosecha se excluyeron de los costos variables debido a que son determinados por la cantidad de producto cosechado y no lo contrario. Por lo tanto debido a que los costos de cosecha son fijos para cada unidad de producción en la región tales costos fueron deducidos del precio del producto, en el análisis marginal.

\* Debido a que casi todo el frijol negro producido en el Valle del Cauca se exporta y a que representa una proporción pequeña de la oferta total en los mercados a los cuales se exporta, el supuesto de una demanda infinitamente elástica es probablemente válido para los límites considerados en el estudio.

Cuadro 7. Pérdidas estimadas en la producción de frijol debidas a factores seleccionados en la región del Valle del Cauca, Colombia (1974-1975).

| Factor                    | Pérdida estimada por lote totalmente afectado |       |                   | Pérdida estimada en el Valle del Cauca |      |       |                   |
|---------------------------|---|-------|-------------------|--|------|-------|-------------------|
|                           | (kg/ha)                                       | (%)   | Area afectada (%) | (kg/ha)                                | (%)  | (ton) | Valor (US\$1.000) |
| Lluvias adversas          | 416   | 31,5  | 42                | 175                                    | 16,2 | 2.168 | 1 192             |
| Roya                      | 307   | 25,3  | 56                | 172                                    | 16,0 | 2.130 | 1.171             |
| Añublo bacterial          | Total   | 100,0 | 12                | 137                                    | 13,1 | 1.697 | 933               |
| Empoasca                  | 315   | 25,8  | 35                | 110                                    | 10,8 | 1.362 | 749               |
| Mancha angular de la hoja | 538   | 37,5  | 15                | 81                                     | 8,2  | 1.003 | 552               |
| Semilla certificada       | 186   | 17,0  | 41                | 76                                     | 7,7  | 941   | 517               |
| Costos variables          | -   | -     | -                 | 18                                     | 1,9  | 223   | 123               |
| Población de plantas      | -   | -     | -                 | 14                                     | 1,5  | 173   | 95                |

\* El porcentaje se determinó con base en el rendimiento promedio estimado más la pérdida estimada debida a cada factor en particular

\*\* Valor estimado de la pérdida regional a precios constantes de US\$550/ton.

timizar los costos variables y las densidades de población, fueron bastante reducidas.

Los estimativos que se presentan en el Cuadro 7 se refieren más bien a las pérdidas brutas que a las pérdidas netas. Para poder calcular las pérdidas netas es necesario estimar los costos y beneficios secundarios, asociados con la reducción o eliminación de las pérdidas. Finalmente, los estimativos del Cuadro 7 se deben interpretar con precaución, dada su naturaleza preliminar, el escaso número de observaciones y la dificultad que se presenta en separar los efectos de los diversos factores que inciden sobre los rendimientos.

## FITOMEJORAMIENTO

### Programa de hibridación

En 1974, se inició un programa de hibridación entre selecciones promisorias del banco de germoplasma de frijol, utilizando 10 progenitores (Informe Anual del CIAT, 1974). En 1975, el número de progenitores se aumentó a 85, ampliando de esta manera las características deseables

de selección; este aumento en el número de progenitores dio un nuevo impulso al programa de hibridaciones. En octubre del mismo año, se habían hecho 4.530 polinizaciones, lo cual equivale a 1.266 hibridaciones diferentes. En el desarrollo de este programa, la eficiencia global de la polinización aumentó de un 31,5 por ciento, nivel logrado el año pasado, hasta más de un 50 por ciento. Más adelante, este punto se discutirá con mayor amplitud.

Se completaron dos ciclos de cruzamientos intensivos. A partir de los 10 progenitores iniciales, se desarrollaron 23 cruces simples en generación F<sub>2</sub> y 51 cruces dobles en F<sub>1</sub>. Estos materiales se llevaron al campo este año y se hicieron 27 selecciones masales y más de 450 selecciones individuales. Aunque aún es prematuro hablar de cifras concretas sobre rendimiento, debido a que las densidades experimentales de siembra fueron bajas, dos de los resultados merecen comentario: 1) La selección P459 probó ser un progenitor excelente. Todos los materiales promisorios procedentes de cruces dobles F<sub>1</sub> tuvieron este progenitor, como también ocho de nueve selecciones masales de poblaciones F<sub>2</sub> provenientes de cruces simples. 2) en general, las cifras

preliminares sobre los rendimientos de la progenie de los cruces dobles fueron notablemente más altos que los de la progenie de los cruces simples.

El Cuadro 8 presenta los materiales parentales y las características a seleccionar en el segundo grupo de cruces. El objetivo fue el de tratar de establecer poblaciones de base que reunieran diferentes fuentes de genes determinantes de características con herencia cuantitativa, como son la resistencia a **Empoasca**, resistencia al añublo bacterial común y rendimiento. También se hizo énfasis en combinar rasgos de herencia simple, como es la resistencia al mosaico común, en variedades comerciales prominentes. Durante 1976, se continuarán haciendo cruces y evaluaciones posteriores.

El personal técnico del Programa de Fríjol, con base en las discusiones que se realizaron en el simposio sobre fitomejoramiento realizado en octubre, dedicó gran parte de su tiempo al desarrollo de una metodología para mejorar y distribuir nuevas líneas de *Phaseolus vulgaris*. Es

factible que a corto plazo, se pueda avanzar asignando mayor importancia a las características de herencia simple, como la resistencia al mosaico común y a la antracnosis, para incorporar luego estos rasgos a las variedades comerciales superiores. Esto se puede lograr mediante hibridaciones para obtener cruces simples que incorporen el carácter de resistencia a la enfermedad, junto con un programa de retrocruzamientos, para recuperar rasgos deseables de la semilla. El mejoramiento de características con herencia cuantitativa — como por ejemplo tolerancias al añublo bacterial común, al lorito verde y al virus del mosaico dorado— y la incorporación de estas características en variedades de alto rendimiento, será mucho más difícil. Parecen muy adecuados los procedimientos de la selección recurrente, como los que se presentan en la Figura 2 para seleccionar por resistencia a **Empoasca**. Para lograr tal objetivo, se harán cruzamientos y autofecundaciones con líneas consanguíneas que se probarán primero, para determinar su tolerancia a **Empoasca** (factor A) y posteriormente, su capacidad de rendimiento (factor B). En esta fase, las

Cuadro 8. Grupos de factores que se están mejorando genéticamente en *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 1975).

| No. de cruces diferentes | Grupos de factores bajo fitomejoramiento   |
|--------------------------|--|
| 160                      | Fuentes de tolerancia (5) a bacteriosis común, <i>Xanthomonas phaseoli</i> , y alto potencial de rendimiento.  |
| 183                      | Fuentes de tolerancia (6) a mustia hilachosa, <i>Thantephorus cucumeris</i> , y alto potencial de rendimiento.   |
| 143                      | Fuentes de resistencia (5) a mosaico común, <i>Marmor phaseoli</i> , alto potencial de rendimiento y variedades comerciales de América Latina                                    |
| 118                      | Fuentes de tolerancia (14) a lorito verde (chicharritas), <i>Empoasca kraemeri</i> , y alto potencial de rendimiento.  |
| 96                       | Fuentes de resistencia (6) a roya, <i>Uromyces phaseoli</i> , y alto potencial de rendimiento.   |
| 13                       | Fuentes de resistencia (2) a mosaico amarillo y variedades comerciales de Chile.   |
| 37                       | Fuentes de tolerancia (2) a mosaico dorado y variedades comerciales de Honduras.   |
| 31                       | Fuentes de resistencia (1) a mancha angular, <i>Isariopsis griseola</i> , y alto potencial de rendimiento.   |
| 485                      | Combinaciones de caracteres fisiológicos por: floración tardía (3), insensibilidad a fotoperiodo (3), estabilidad en hábito de crecimiento (3), y alto potencial de rendimiento. |

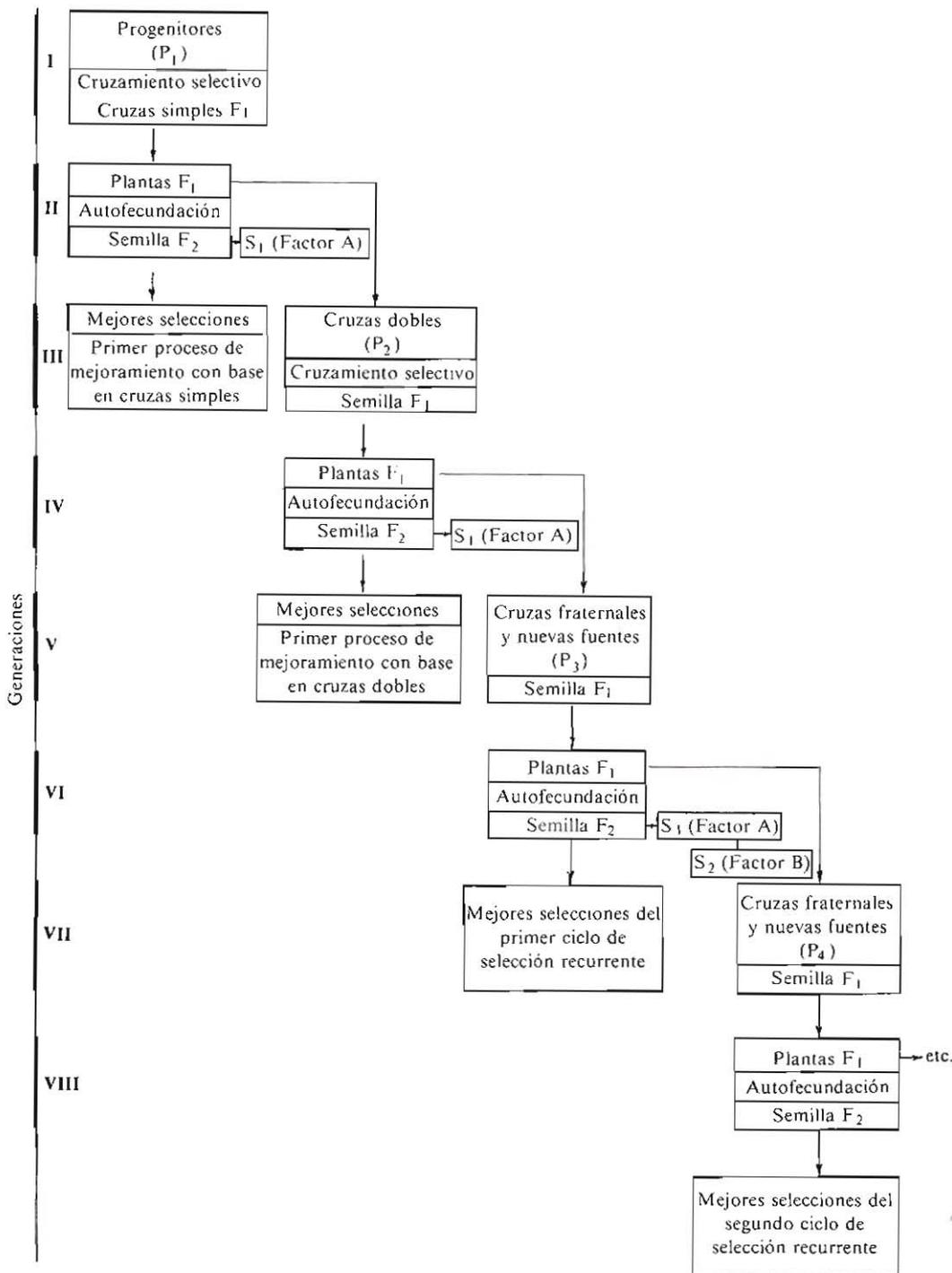


Figura 2. Proceso en el mejoramiento genético del frijol, *Phaseolus vulgaris*, con base en el método de selección recurrente. Consideración de un número inicial de 10-15 progenitores para lograr combinaciones en dos factores poligénicos (CIAT, 1975).

disciplinas de investigación correspondientes, tendrán que dar prioridad al desarrollo de procedimientos de selección que permitan distinguir diferencias relativamente pequeñas en los niveles de resistencia o de rendimiento.

### Técnicas de hibridación

Como se afirmó con anterioridad, en 1974 la eficiencia de la polinización fue sólo de aproximadamente 32 por ciento. Con el propósito de mejorar este porcentaje, en 1975 se inició un estudio para evaluar la metodología de los cruzamientos. Sin controlar las condiciones del medio ambiente se efectuaron en una casa de malla cruces utilizando las líneas P4 y P5 como progenitor femenino y masculino, respectivamente. Entre los factores que se estudiaron se pueden citar: a) uso de ácido p.4-clorofenoxiacético para evitar la abscisión de las flores polinizadas; b) colocación de un algodón húmedo alrededor de las flores polinizadas; c) hora del día que presenta mayores ventajas para efectuar la polinización; d) eliminación de todas las flores que no se han de polinizar;

e) necesidad de polinizar nuevamente; y f) tiempo óptimo de emasculación con relación a la polinización.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados. La máxima eficiencia (81 por ciento) se logró mediante la aplicación de hormonas, haciendo los cruces hasta el medio día, polinizando una sola flor por racimo y eliminando todas las flores que no se polinizaron. La utilización del algodón húmedo alrededor de la flor aumentó la abscisión de flores, igual que en toda situación en la que se permitió la competencia por nutrientes entre la flor fertilizada y otras flores en la planta. La labor de volver a polinizar no es práctica dado que el aumento en la eficiencia no es significativo.

### Estudios sobre la herencia

Los becarios en adiestramiento sobre mejoramiento de frijol, están participando directamente en una serie de estudios para obtener información sobre la herencia de los principales factores genéticos que limitan la producción.

Cuadro 9. Efecto de diversos tratamientos para aumentar la eficiencia de cruzamiento en *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 1975).

| Tratamiento   | Eficiencia (%) | Temperatura media (°C) | Humedad relativa media (%) |
|---|----------------|------------------------|----------------------------|
| Hormona*  | 81,0           | 31,0                   | 54,5                       |
| Hormona + algodón húmedo                                | 71,0           | 30,0                   | 53,6                       |
| Algodón húmedo  | 62,0           | 29,4                   | 52,4                       |
| Testigo   | 74,0           | 29,1                   | 57,4                       |
| Una sola polinización (sin efectos de competencia)      | 63,3           | 24,6                   | 98,2                       |
| Repolinización después de 24 horas                      | 66,6           | 24,6                   | 98,2                       |
| Presencia de otras flores al momento de la polinización | 40,0           | 24,0                   | 98,2                       |
| Dos flores polinizadas por racimo                       | 38,3           | 29,8                   | 85,1                       |
| Emasculación y polinización a las 24 horas              | 31,4           | 25,3                   | 96,1                       |

\* Ácido p 4-clorofenoxiacético.

En los estudios sobre resistencia a la roya, se evaluaron en el campo dos poblaciones independientes en generación F<sub>2</sub> utilizando un inóculo de una fuente local. Las fuentes de resistencia fueron los progenitores PR-5 (P568) y Cacahuate 72 (P569). Como se muestra en el Cuadro 10, ambos estudios indican que la resistencia fue dominante y de herencia simple.

Bajo condiciones de invernadero se hizo un estudio genético sobre la tolerancia al añublo bacterial común utilizando la línea tolerante denominada Tara (P567) y el inóculo C6 del CIAT. En el Cuadro 10 se presenta la reacción promedio del follaje a la bacteria. La naturaleza de la reacción a la enfermedad fue heredada cuantitativamente y mostró un efecto genético aditivo.

## COLECCION DE GERMOPLASMA

En 1975 se continuó con la evaluación y desarrollo de la documentación de las introducciones de *Phaseolus vulgaris* y especies afines. Las principales actividades se han concentrado en cuatro áreas de trabajo.

1. El banco de germoplasma tiene aproximadamente 1.800 introducciones; para su establecimiento se dispuso de muy poca semilla. Estos materiales fueron sembrados en el invernadero para minimizar las pérdidas de las introducciones individuales las cuales se seleccionarán en el campo en 1976.

Cuadro 10. Estudios sobre la herencia de resistencia a la roya, *Uromyces phaseoli*, y tolerancia a la bacteriosis común, *Xanthomonas phaseoli*, en el frijol común *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 1975).

| Herencia de resistencia a roya |                  |              |                          |              |                |           |
|--------------------------------|------------------|--------------|--------------------------|--------------|----------------|-----------|
| Generación                     | Datos observados |              | Relación calculada (3:1) |              | X <sup>2</sup> | P         |
|                                | Resistentes      | Susceptibles | Resistentes              | Susceptibles |                |           |
| P <sub>1</sub> (P459)          | -                | 20           |                          |              |                |           |
| P <sub>2</sub> (P569)          | 20               | -            |                          |              |                |           |
| F <sub>1</sub>                 | 4                | -            |                          |              |                |           |
| F <sub>2</sub>                 | 126              | 49           | 131                      | 44           | 0,840          | 0,50-0,30 |
| P <sub>1</sub> (P568)          | 20               | -            |                          |              |                |           |
| P <sub>2</sub> (P459)          | -                | 20           |                          |              |                |           |
| F <sub>1</sub>                 | 4                | -            |                          |              |                |           |
| F <sub>2</sub>                 | 171              | 73           | 183                      | 61           | 3,147          | 0,10-0,05 |

| Herencia de tolerancia a bacteriosis común |                          |    |    |    |                |                                |  |
|--|--------------------------|----|----|----|----------------|--------------------------------|--|
| Generación                                 | Reacción a la enfermedad |    |    |    | No. de plantas | Reacción media a la enfermedad |  |
|  | 1                        | 2  | 3  | 4  |                |                                |  |
| P <sub>1</sub> (P459)                      | -                        | -  | -  | 8  | 8              | 4,00                           |  |
| P <sub>2</sub> (P567)                      | 8                        | -  | -  | -  | 8              | 1,00                           |  |
| F <sub>1</sub>                             | 1                        | -  | -  | 3  | 4              | 3,25                           |  |
| F <sub>2</sub>                             | 33                       | 38 | 45 | 23 | 139            | 2,41                           |  |

2. En 1975 se aumentó de 26 a 52 el número de términos utilizados para caracterizar la colección de germoplasma. En el Cuadro 11 se presenta una lista completa de las características. Se están recolectando los datos adicionales en las nuevas parcelas de observación, las cuales incluyen 2.000 introducciones por semestre. La información que corresponde a la descripción de las introducciones se tiene actualmente computada; tal información se está adaptando para ser utilizada por medio de los sistemas de recuperación y análisis de datos EXIR y SAS.
3. Se han hecho más de 700 selecciones que presentan una o más características promisorias y se está elaborando un catálogo que describe en detalle estos materiales promisorios, el cual, posiblemente, estará disponible en 1976. Además, el catálogo describirá la frecuencia y la variación para cada característica de la colección de germoplasma. En el Cuadro 12 se presentan los rangos de variación para algunas características.
4. El banco de germoplasma recibe y distribuye semilla continuamente. En

Cuadro 11. Características determinadas para la evaluación de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* en el CIAT.

|  |     |   |
|--|-----|---|
| Fisiológicas y físicas:                    | 29  | Materia seca total  |
| 1. Días a la emergencia                    | 30. | Grado de volcamiento  |
| 2. Vigor de la planta                      | 31  | Posición que ocupa dentro de la clasificación por rendimiento |
| 3. Longitud del hipocotilo                 |     | Resistencia a:  |
| 4. Color del hipocotilo                    | 32. | Roya  |
| 5. Tamaño de la hoja                       | 33. | Mancha angular  |
| 6. Índice de área foliar (IAF)             | 34. | Mustia hilachosa  |
| 7. Altura efectiva de la planta            | 35. | Antracnosis   |
| 8. No. de nudos al momento de la floración | 36  | Pudriciones radicales   |
| 9. No. de nudos en la madurez              | 37. | Virus del mosaico común                                       |
| 10. Días al inicio de la floración         | 38. | Virus del mosaico dorado                                      |
| 11. Duración de la floración               | 39. | Virus del moteado clorótico                                   |
| 12. Color de la flor                       | 40  | Añublo bacterial  |
| 13. Sensibilidad al fotoperíodo            | 41. | Empoasca  |
| 14. Hábito de crecimiento                  | 42. | Apion   |
| 15. Altura de la planta                    | 43. | Mosca blanca  |
| 16. Espesor del tallo                      | 44. | Acaro rojo  |
| 17. No. de racimos por planta              | 45. | Acaros tropicales   |
| 18. No. de vainas por planta               | 46. | Zabrotes  |
| 19. No. de ramas con vainas                | 47. | Gorgejos del frijol   |
| 20. Angulo de las ramas                    |     | Otras características:  |
| 21. Semillas por vaina                     | 48. | Eficiencia del <i>Rhizobium</i>                               |
| 22. Forma de la semilla                    | 49  | Otras referencias para introducción                           |
| 23. Color principal de la semilla          | 50. | Semilla mezclada  |
| 24. Color secundario de la semilla         | 51. | Semilla limpia  |
| 25. Brillo de la semilla                   | 52. | Especies  |
| 26. Peso de la semilla                     |     |   |
| 27. Rendimiento por planta                 |     |   |
| 28. Índice de cosecha                      |     |   |

Cuadro 12. Variación de características especificadas entre 2.216 introducciones evaluadas de *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 1975).

|  |          |
|--|----------|
| Días a la emergencia                     | 5 - 12   |
| Días a la floración                      | 29 - 72  |
| Altura de la planta (cm)                 | 22 - 220 |
| Racimos   planta                         | 1 - 29   |
| Vainas   racimo                          | 1 - 5    |
| Vainas   planta                          | 3 - 47   |
| Semillas   vaina                         | 2 - 10   |
| Peso de la semilla<br>(g   100 semillas) | 12 - 58  |
| Peso de la semilla   planta (g)          | 1 - 37   |
| Días a la cosecha                        | 61 - 110 |

1975, se recibieron 1.105 nuevas introducciones provenientes casi todas de México y América Central, en tanto que se distribuyeron 2.832 muestras de introducciones a otras instituciones de investigación agrícola.

## FISIOLÓGIA

### Estudios sobre el crecimiento y desarrollo de la planta

Durante 1975, se analizaron exhaustivamente las variedades ICA-Gualí, Porrillo Sintético y PI 310-740, representativas de los tipos de hábito de crecimiento I, II y III, respectivamente, para comprender mejor los procesos de crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* bajo las condiciones del trópico. Los experimentos se llevaron a cabo en Palmira a una densidad de siembra de 30 plantas/m<sup>2</sup> con riego por gravedad y protección adecuada contra insectos y enfermedades.

En las Figuras 3 y 4 se presentan los parámetros claves de crecimiento para la variedad Porrillo Sintético. La producción de materia seca alcanzó un máximo de 450 g/m<sup>2</sup> y disminuyó a medida que la defoliación aumentó después de alcanzar

un área foliar verde máxima de 3,0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. La tasa de crecimiento del cultivo fue virtualmente lineal entre los 20 y 60 días después de la siembra, presentándose la floración a los 38 días y la madurez fisiológica aproximadamente a los 80 días. La producción de nudos fue buena hasta bien entrada la floración y la tasa máxima alcanzada durante la prefloración fue de 18 nudos vegetativos producidos por m<sup>2</sup>/día. La abscisión de vainas fue severa durante la fase de desarrollo del frijol aun bajo las excelentes condiciones de cultivo del CIAT.

Como se presenta en la Figura 5 se tomaron plantas representativas de cada variedad para determinar la producción de "flores" y su fase consecutiva de desarrollo. El Cuadro 13 resume los patrones de abscisión de "flores" (vainas < 3 cm) y de "vainas" (> 3 cm). En el caso de la variedad ICA-Gualí, de crecimiento determinado la cual, en el momento de la floración, tiene un máximo de ocho nudos localizados en el tallo principal, se presentó abscisión tanto de todas las flores producidas directamente en los nudos 7 y 8, como de las flores formadas en las ramas inferiores al terminar el proceso de floración. En las variedades de crecimiento indeterminado se observó un patrón de abscisión similar pero, además fue notoria la abscisión de flores de los nudos del tallo principal producidos después de la floración. La formación de vainas para todas las variedades fue significativamente mayor en las primeras flores y el caso más severo corresponde a la variedad Porrillo Sintético por cuanto las flores formadas durante los últimos 16 días no produjeron vainas. Es pues evidente que la abscisión de flores y vainas, es un campo de la fisiología que requiere mayores esfuerzos en investigación.

En la Figura 6 se muestran en forma gráfica los análisis del contenido total de carbohidratos solubles presentes en el tallo principal. El patrón de almacenamiento de carbohidratos demostró estar muy

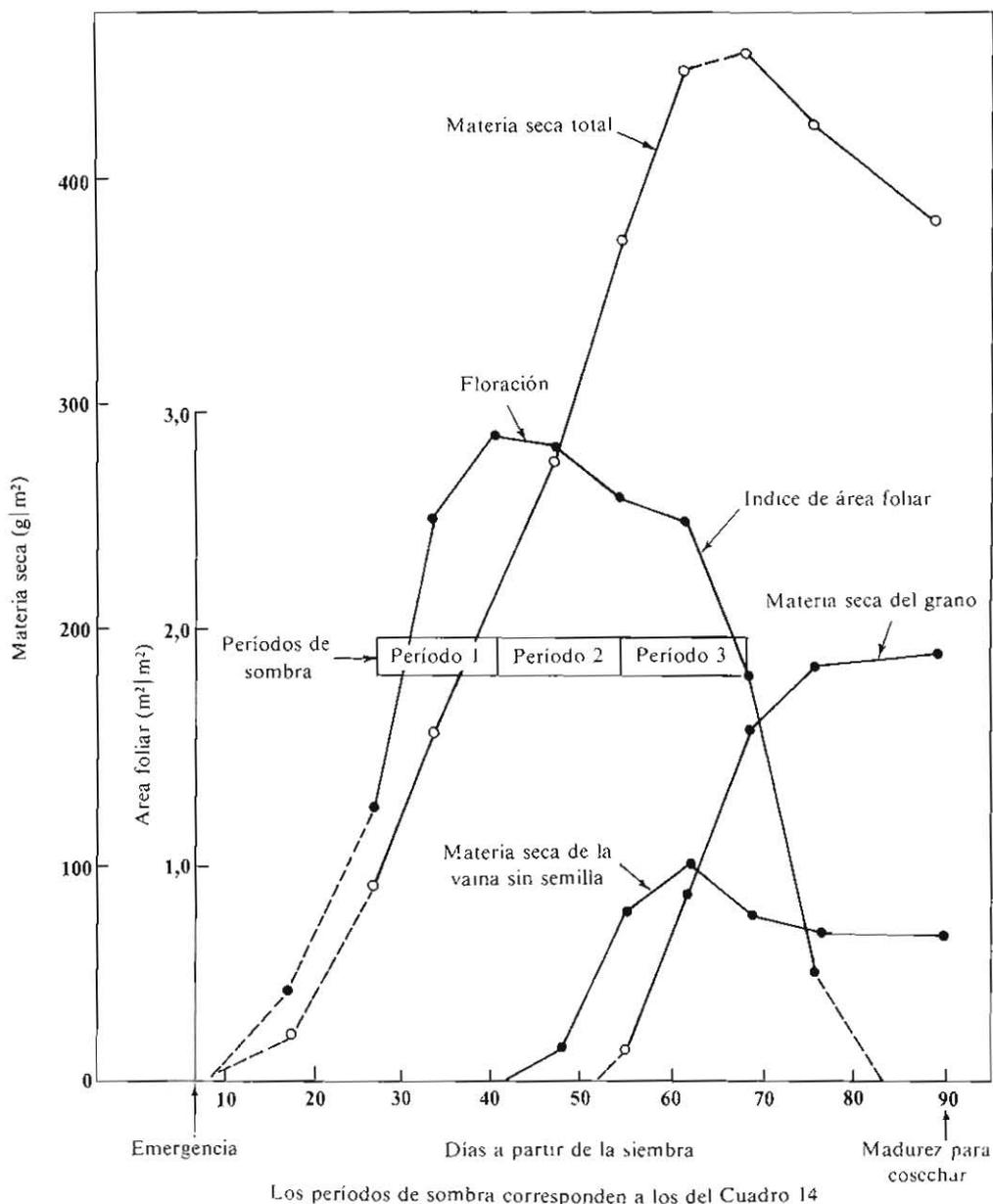


Figura 3. Parámetros claves de crecimiento para la variedad Porrillo Sintético a una densidad de siembra de 40 plantas/m<sup>2</sup>, bajo fertilización, riego y protección contra plagas y enfermedades (CIAT, 1975).

relacionado con el hábito de crecimiento. La variedad ICA-Gualí llegó a contener hasta más del 12 por ciento de carbohidratos (almidón más azúcares) en la fase de la posfloración. En contraste, la variedad Trujillo 3 (variedad del Tipo IV

que se incluyó en este análisis) presentó un nivel de carbohidratos relativamente constante y bajo, durante todos los estadios del crecimiento. En la variedad de crecimiento determinado, el nivel de carbohidratos decreció rápidamente sólo cuando comen-

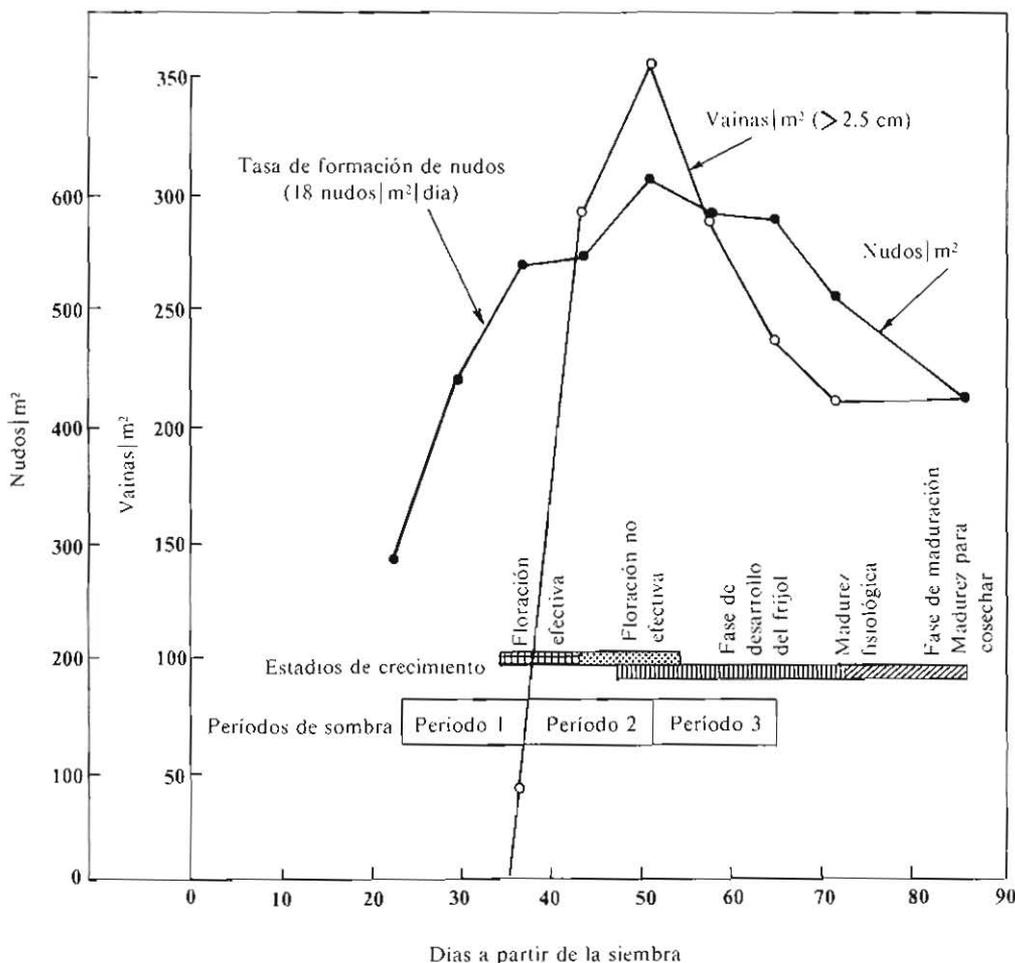


Figura 4. Variaciones en la densidad de nudos y vainas con relación a los estadios del crecimiento de la variedad Porrillo Sintético durante el mismo ensayo y bajo las mismas condiciones de la Figura 2.

zó el llenado significativo de la vaina. No es factible que la causa directa de la abscisión de flores en esta variedad sea el cambio debido a la deficiencia de productos fotosintéticos.

### Relación entre sitio de origen de productos fotosintéticos y sitio de acumulación

Se recurrió a una serie de experimentos con la variedad Porrillo Sintético que incluyeron las variables efecto de sombra (interceptación del 48 por ciento de la luz), fertilización con bióxido de carbono,

reducción del follaje y alargamiento de la fase de floración, inducido fotoperiódicamente, para alterar el patrón de desarrollo de los diferentes estadios del crecimiento que se muestran en las Figuras 3 y 4. La sombra redujo igualmente los rendimientos (Cuadro 14) durante las fases de prefloración (-14 a 0 días de la floración) y floración (0 a +14 días). La reducción de los rendimientos durante la prefloración se relacionó con la disminución en la densidad de nudos y con la subsiguiente reducción en el número de racimos potenciales. La sombra no afectó la

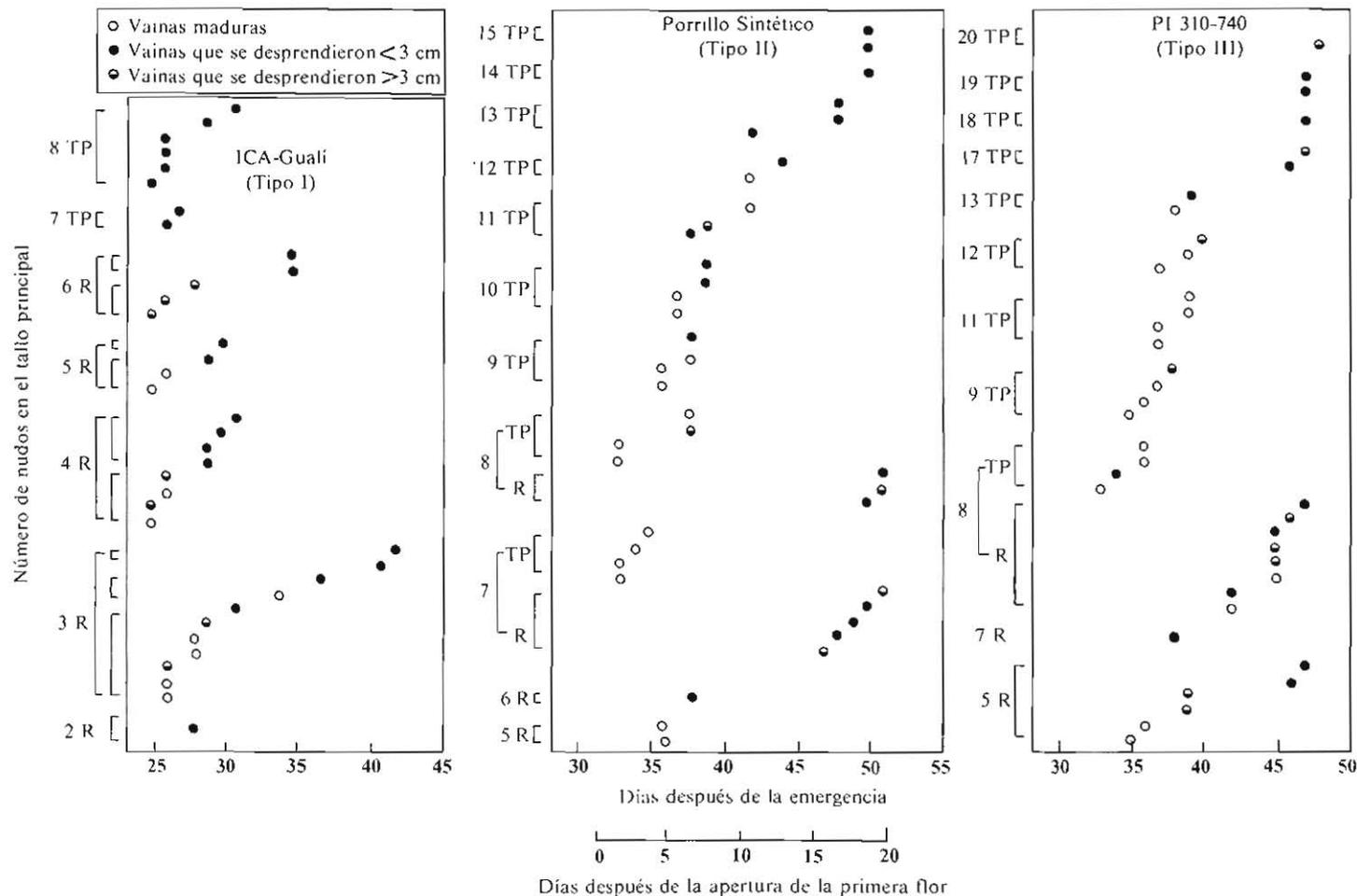


Figura 5. Patrones de abscisión de "flores" (vainas < 3 cm) y "vainas" (> 3 cm), localización de las vainas maduras con relación al tiempo en que cada botón floral se abrió, y localización de las vainas en el tallo principal (TP) o en las ramas (R) para plantas de frijol con tres hábitos de crecimiento distintos (CIAT, 1975A).

Cuadro 13 Resumen de los datos sobre abscisión de flores y vainas para tres variedades de *Phaseolus vulgaris* (CIAT, 1975).

| Variedad  | ICA-Guali | Porrillo Sintético | PI 310-740 |
|---|-----------|--------------------|------------|
| Hábito de crecimiento (Tipo)                                      | I         | II                 | III        |
| No. total de flores/planta  | 37        | 39                 | 39         |
| Vainas que se desprendieron < 3 cm                                | 21        | 20                 | 13         |
| Vainas que se desprendieron > 3 cm                                | 7         | 5                  | 9          |
| Vainas maduras/planta   | 9         | 14                 | 17         |
| Eficiencia de la formación de vainas (%)                          | 24        | 36                 | 44         |
| Período de floración (días)                                       | 18        | 19                 | 17         |
| Período A para la formación del 60% de las flores (días)          | 4         | 10                 | 10         |
| Eficiencia de la formación de vainas durante A (%)                | 36        | 60                 | 70         |
| Período B para la formación del 40% restante de las flores (días) | 14        | 9                  | 7          |
| Eficiencia de la formación de vainas durante B (%)                | 7         | 0                  | 6          |

producción de nudos durante la floración de racimos. El tratamiento de posfloración pero se correlacionó con un menor número (+14 a +28 días) no redujo los rendimientos (+14 a +28 días) no redujo los rendimientos

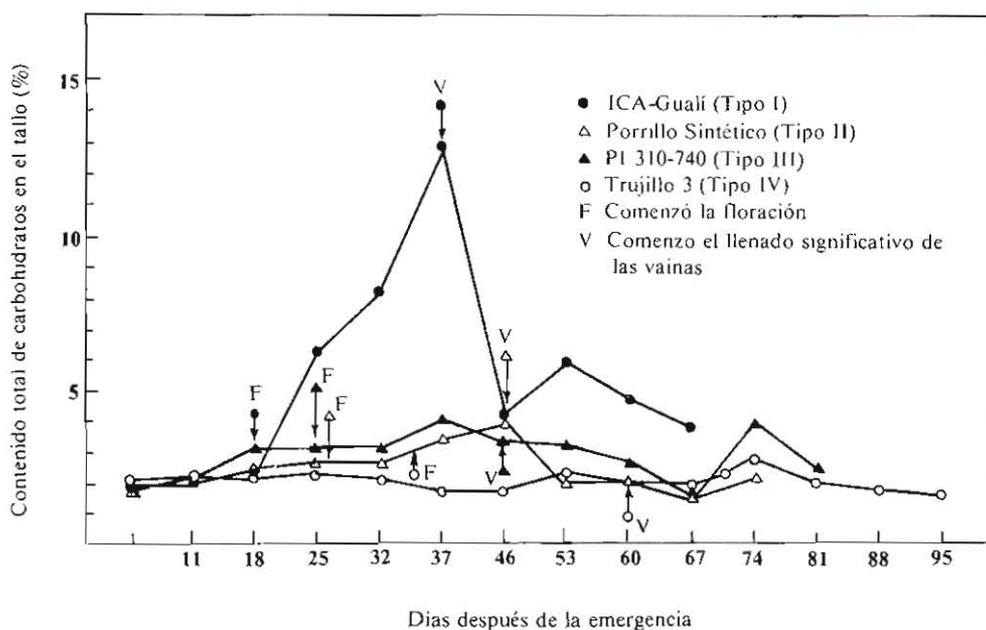


Figura 6. Contenido total de carbohidratos en los tallos principales (método de Anthrone) de cuatro variedades de *Phaseolus vulgaris* (Tipos I a IV) con relación a los días después de la emergencia. Se indica el día de inicio de la floración y del llenado significativo de las vainas para cada variedad. (CIAT, 1975).

Cuadro 14. Efecto de sombra (48% interceptación) sobre el rendimiento y parámetros asociados de la variedad Porrillo Sintético durante tres etapas de crecimiento (CIAT, 1975)\*.

| Parámetro                              | Etapas del crecimiento      |                         |                              |
|--|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|
|  | Prefloración<br>(-14 a 0)** | Floración<br>(0 a + 14) | Posfloración<br>(+ 14 a +28) |
| Rendimiento de grano                   | 78,2                        | 74,3                    | 91,2                         |
| Materia seca total                     | 79,7                        | 79,3                    | 93,7                         |
| Índice de cosecha                      | 97,1                        | 92,4                    | 96,9                         |
| Racimos m <sup>2</sup>                 | 80,4                        | 78,0                    | 88,4                         |
| Vainas m <sup>2</sup>                  | 81,2                        | 81,1                    | 101,2                        |
| Granos vaina                           | 95,2                        | 90,1                    | 94,0                         |
| Peso del grano (mg grano<br>de frijol) | 99,5                        | 99,0                    | 96,5                         |
| Nudos m <sup>2</sup>                   | 79,0                        | 98,0                    | 92,0                         |
| Racimos m <sup>2</sup>                 | 80,0                        | 78,0                    | 88,4                         |

\* Los datos se expresaron como porcentaje de la parcela testigo sin sombra, el rendimiento medio del testigo fue de 205 g|m<sup>2</sup> (14%)

\*\* Día 0 = el 50% de las plantas tiene por lo menos una flor

lo cual indica que la producción de nudos en la época anterior a la floración y la eficiencia en la formación de vainas durante la fase de floración fueron los principales factores que controlaron el rendimiento potencial en esta situación cultivo-medio ambiente.

La reducción del follaje (Cuadro 15) durante los períodos de la floración tardía (+13 días de la floración) y llenado de la vaina (+22 días) redujo los rendimientos significativamente, pero si se tiene en cuenta la severidad del tratamiento, la disminución no fue significativa. En este caso, la reducción en el rendimiento estuvo

asociada con un menor peso medio del grano, como es de esperarse si se elimina gran parte del sistema foliar durante el período intensivo de llenado de las vainas.

La aplicación de bióxido de carbono a la cobertura foliar, con el fin de alterar el equilibrio entre los sitios de origen y acumulación ha probado ser una excelente herramienta fisiológica en otros cultivos. Los estudios preliminares en los que se aplicó CO<sub>2</sub> durante la prefloración, indicaron un aumento en el rendimiento del 19 por ciento. Este aspecto se estudiará con mayor profundidad durante 1976.

Cuadro 15. Efecto de la reducción o poda del follaje sobre el rendimiento y parámetros asociados de la variedad Porrillo Sintético durante tres etapas de crecimiento (CIAT, 1975)\*.

| Epoca de la poda | Rendimiento de frijol (g m <sup>2</sup> ) | No. de vainas m <sup>2</sup> | Peso del frijol (g vaina) | Peso del grano (mg grano de frijol) |
|------------------|---|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Testigo          | 274 (100)                                 | 236                          | 1,16                      | 228 (100)                           |
| Día 0**          | 222 ( 81)                                 | 213                          | 1,03                      | 205 ( 90)                           |
| Día 13           | 152 ( 55)                                 | 174                          | 0,80                      | 182 ( 80)                           |
| Día 22***        | 181 ( 66)                                 | 220                          | 0,82                      | 172 ( 75)                           |

\* Media de los tratamientos eliminando el 33%, 66% y 100% de las hojas durante las tres etapas de crecimiento

\*\* Día 0 = el 50% de las plantas tiene por lo menos una flor

\*\*\* El llenado de las vainas se inició el día 14

Cuando se sometió la variedad Porrillo Sintético (sensible al fotoperíodo), a fotoperíodos que oscilaron entre las 13 y 19 horas, la floración se retardó hasta en seis días, lo cual se reflejó en un aumento en el rendimiento del 71 por ciento, equivalente a un total de 3.390 kg|ha (Cuadro 16). Este incremento en el rendimiento estaba correlacionado con un aumento del 26 por ciento en la densidad de nudos|m<sup>2</sup> durante la floración y con un incremento del 58 por ciento en la densidad final del frijol|m<sup>2</sup> (número de granos). La producción total de materia seca y el tamaño del grano también aumentaron. La tasa de producción de nudos vegetativos, durante los seis días adicionales antes de la floración, fue de 19,3 nudos|m<sup>2</sup>|día, la cual es similar a la de la fase normal de desarrollo anterior a la floración. El aumento en la formación de vainas obedece aparentemente a la disminución de la abscisión, particularmente en los nudos (sobre el tallo principal y ramas) que se hubieran producido normalmente después de la floración. En el

Cuadro 17 se resumen los resultados obtenidos con la aplicación de tres tratamientos durante la fase de la prefloración. Estos datos confirman la importancia de un mayor número de nudos al momento en que se inicia la floración. El aumento en la duración de la fase de prefloración podría ser el medio más rápido para lograr un mejoramiento en este sentido.

### Potencial de rendimiento de una amplia gama de genotipos

Se tomaron datos fisiológicos de 193 genotipos representativos de los cuatro hábitos de crecimiento (las variedades del tipo IV recibieron apoyo físico mediante una espaldera de 2 metros de altura). En el Cuadro 18 se presenta una matriz de correlación que incluye las interrelaciones entre una amplia gama de caracteres. Estos resultados corroboran nuevamente que la densidad de nudos (en este caso, medida en la madurez de la planta) es la primera

Cuadro 16. Efecto de la regulación del fotoperíodo sobre el rendimiento y otros parámetros de la variedad Porrillo Sintético durante la fase de la prefloración (CIAT, 1975).

| Parámetro  | Fotoperíodo                          |                                      | Testigo                   |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
|  | 16 hr 30 min<br>(1-4 m) <sup>1</sup> | 16 hr 30 min<br>(4-8 m) <sup>1</sup> | 12 hr 30 min <sup>2</sup> |
| Rendimiento (kg ha, 14% de humedad)                            | 3388 (171)                           | 3053 (154)                           | 1978 (100)                |
| Días hasta la floración <sup>3</sup>                           | 39                                   | 35                                   | 33                        |
| Días hasta la madurez fisiológica <sup>3</sup>                 | 75                                   | 71                                   | 68                        |
| Días después de la floración                                   | 36                                   | 36                                   | 35                        |
| No. de nudos m <sup>2</sup> al momento de la floración         | 560 (126)                            | 473 (106)                            | 444 (100)                 |
| Peso del grano (mg grano de frijol) <sup>4</sup>               | 172 (107)                            | 168 (105)                            | 160 (100)                 |
| No. de granos m <sup>2</sup>                                   | 1693 (158)                           | 1560 (145)                           | 1070 (100)                |
| Materia seca m <sup>2</sup> al momento la madurez <sup>5</sup> | 498                                  | 488                                  | 377                       |
| Índice de cosecha  | 0,58                                 | 0,54                                 | 0,45                      |
| Eficiencia del rendimiento de frijol (g m <sup>2</sup>  día)   | 3,88                                 | 3,69                                 | 2,50                      |

<sup>1</sup> Distancia desde la línea de iluminación

<sup>2</sup> Longitud normal del fotoperíodo. Palmira, 3°N

<sup>3</sup> Días a partir de la emergencia (de la siembra a la emergencia transcurrieron 7 días)

<sup>4</sup> Con base en materia seca

<sup>5</sup> Excluye peciolo y hojas al momento de la maduración.

Cuadro 17. Efecto de tres tratamientos sobre el rendimiento y parámetros asociados de la variedad Porrillo Sintético a una densidad de 30-40 plantas/m<sup>2</sup> durante el período de la prefloración (CIAT, 1975)<sup>1</sup>.

| Tratamiento                                    | Rendimiento (g/m <sup>2</sup> ) |             | Nudos/m <sup>2</sup><br>con relación<br>al testigo (%) | Vainas/m <sup>2</sup><br>con relación<br>al testigo (%) |
|--|---------------------------------|-------------|--|---|
|  | Testigo                         | Tratamiento |  |   |
| Fertilización con CO <sub>2</sub> <sup>2</sup> | 217 (100)                       | 258 (119)   | 97   | 117   |
| Efecto de sombra <sup>3</sup>                  | 222 (100)                       | 171 (78)    | 79   | 81  |
| Alargamiento del fotoperiodo <sup>4</sup>      | 198 (100)                       | 339 (171)   | 126  | 158   |

<sup>1</sup> Período de prefloración. 38 días desde la emergencia hasta la floración

<sup>2</sup> Aplicado a una concentración de 700 ppm durante 2 semanas antes de la floración

<sup>3</sup> Sombra (48%) durante 2 semanas antes de la floración

<sup>4</sup> El fotoperiodo de 16 hr 30 min se aplicó durante la época de prefloración

determinante de una secuencia de factores que inciden en el rendimiento. Las correlaciones positivas de la densidad de nudos con las densidades de racimos y de grano, y

Cuadro 18. Matriz de correlación del rendimiento del frijol y otros parámetros<sup>1</sup> para 193 variedades pertenecientes a 4 tipos de hábito de crecimiento (CIAT, 1974)<sup>2</sup>.

|  | Densidad de vainas/m <sup>2</sup> | Densidad de grano/m <sup>2</sup> | Peso del grano (mg/frijol) | Densidad de nudos/m <sup>2</sup> | Densidad de racimos/m <sup>2</sup> | No. de vainas/racimo | Rendimiento de frijol/racimo | No. de granos/vaina | Peso de la vaina sin semilla/vaina | Proporción de la vaina sin semilla | Materia seca total (g/m <sup>2</sup> ) | Índice de cosecha |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|-------------------|
| Rendimiento del frijol/m <sup>2</sup>            | <u>.70</u>                        | <u>.64</u>                       | <u>.21</u>                 | <u>.42</u>                       | <u>.63</u>                         | <u>.04</u>           | <u>.46</u>                   | <u>.18</u>          | <u>.32</u>                         | <u>-.18</u>                        | <u>.94</u>                             | <u>.36</u>        |
| Densidad de vainas/m <sup>2</sup>                |                                   | <u>.80</u>                       | <u>-.29</u>                | <u>.51</u>                       | <u>.78</u>                         | <u>.29</u>           | <u>-.28</u>                  | <u>.17</u>          | <u>-.19</u>                        | <u>-.02</u>                        | <u>.70</u>                             | <u>.14</u>        |
| Densidad del frijol/m <sup>2</sup>               |                                   |                                  | <u>-.56</u>                | <u>.41</u>                       | <u>.53</u>                         | <u>.32</u>           | <u>-.15</u>                  | <u>.66</u>          | <u>-.04</u>                        | <u>.01</u>                         | <u>.69</u>                             | <u>.06</u>        |
| Peso del frijol (mg/frijol)                      |                                   |                                  |                            | <u>-.09</u>                      | <u>-.04</u>                        | <u>-.36</u>          | <u>.70</u>                   | <u>-.63</u>         | <u>.45</u>                         | <u>-.16</u>                        | <u>.13</u>                             | <u>.26</u>        |
| Densidad de nudos/m <sup>2</sup>                 |                                   |                                  |                            |                                  | <u>.58</u>                         | <u>-.15</u>          | <u>-.09</u>                  | <u>.04</u>          | <u>-.08</u>                        | <u>-.02</u>                        | <u>.48</u>                             | <u>-.11</u>       |
| Densidad de racimos/m <sup>2</sup>               |                                   |                                  |                            |                                  |                                    | <u>-.30</u>          | <u>-.11</u>                  | <u>-.06</u>         | <u>-.13</u>                        | <u>-.08</u>                        | <u>.59</u>                             | <u>.20</u>        |
| No. de vainas/racimo                             |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      | <u>-.27</u>                  | <u>.20</u>          | <u>-.13</u>                        | <u>.19</u>                         | <u>.11</u>                             | <u>-.15</u>       |
| Rendimiento del frijol/vaina                     |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      |                              | <u>.07</u>          | <u>.69</u>                         | <u>-.23</u>                        | <u>.39</u>                             | <u>.34</u>        |
| No. de frijoles/vaina                            |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      |                              |                     | <u>.14</u>                         | <u>.02</u>                         | <u>.28</u>                             | <u>-.01</u>       |
| Peso de la vaina sin semillas/vaina              |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      |                              |                     |                                    | <u>.47</u>                         | <u>.40</u>                             | <u>-.14</u>       |
| Proporción de la vaina sin semillas <sup>4</sup> |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      |                              |                     |                                    |                                    | <u>.02</u>                             | <u>-.66</u>       |
| Materia seca total/m <sup>2</sup>                |                                   |                                  |                            |                                  |                                    |                      |                              |                     |                                    |                                    |  | <u>.07</u>        |

<sup>1</sup> Las variedades del Tipo IV se sostuvieron mediante una espaldera de 2 m

<sup>2</sup> Media de 2 repeticiones, tamaño de la parcela = 1 x 2 m

<sup>3</sup> Los valores subrayados son significativos a P= 0.05

<sup>4</sup> Peso de la vaina sin semillas/peso total.

la relación no significativa entre la densidad de nudos y otros caracteres de la vaina (por ejemplo, vainas|racimo y número de granos|vaina) indican que el número de nudos puede ser aumentado sin que se presenten compensaciones negativas en otros componentes del rendimiento que actúan posteriormente en la secuencia. La correlación negativa entre la densidad y el peso del frijol (-0,56), o entre la densidad de vainas y el rendimiento de frijol|vaina (-0,28), indican que la limitación de los productos fotosintéticos durante la posfloración podría restringir el rendimiento potencial en aquellas variedades que poseen un receptáculo de gran tamaño, es decir, una mayor densidad de vainas|m<sup>2</sup>.

Igualmente, los resultados obtenidos en 1974 mostraron una marcada correlación positiva de la materia seca total con el rendimiento (0,94) y una correlación más bien pobre con el índice de cosecha. Es lógico que el incremento en el número de nudos y en el área foliar conduzca a un aumento en la producción de materia seca.

Al comparar los resultados entre los rendimientos de 26 variedades, se observó una marcada correlación entre la densidad de nudos en la floración y el rendimiento (Figura 7). Únicamente, tres variedades arbustivas con alta densidad de nudos, no siguieron esta tendencia. En este experimento se obtuvieron altos rendimientos con los frijoles trepadores (hasta 5 ton|ha) y los arbustivos (3 ton|ha). En los estudios sobre densidad de siembra en la sección de agronomía se informa acerca de otros ensayos con frijol trepador en condiciones de monocultivo o en asociación con maíz.

### Insensibilidad al fotoperíodo

Durante el primer semestre de 1975, se seleccionaron por su sensibilidad al fotoperíodo, 173 introducciones promisorias de los tipos de hábito de crecimiento I, II y III, mediante un sistema

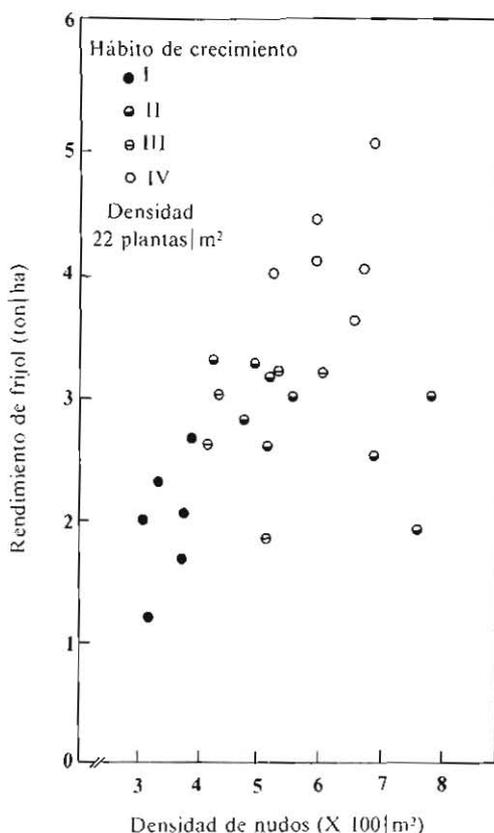


Figura 7. Rendimiento del frijol con relación a la densidad de nudos vegetativos (tallo principal y ramas) al momento de la floración para 26 variedades de *Phaseolus vulgaris*.

de iluminación previamente descrito (Informe Anual del CIAT, 1973). El 39 por ciento resultó insensible al régimen de fotoperíodo de 18 horas bajo condiciones de campo en el CIAT (Cuadro 19). No se observó ninguna correlación entre la respuesta al fotoperíodo y el hábito de crecimiento o la etapa de madurez. Se presentaron variedades insensibles en cada grupo de hábito de crecimiento y en los materiales con un amplio rango de variación en el número de días hasta la floración.

La insensibilidad al fotoperíodo ha contribuido al mejoramiento de la adaptabilidad de las plantas y es una característica que se investiga inter-

Cuadro 19. Número de variedades identificadas en una colección de 173 introducciones promisorias de *Phaseolus vulgaris* sometidas a un fotoperíodo de 18 hr, con relación al hábito de crecimiento y días hasta la floración (CIAT, 1975)\*.

| Días hasta la floración** | Hábito de crecimiento |    |     |       |
|---------------------------|-----------------------|----|-----|-------|
|                           | I                     | II | III | Total |
| 30-34                     | 5                     | 2  | 2   | 9     |
| 35-39                     | 5                     | 1  | -   | 6     |
| 40-44                     | 4                     | 30 | 3   | 37    |
| 45-49                     | 2                     | 6  | 3   | 11    |
| 50-54                     | 1                     | 2  | -   | 3     |
| 55                        | -                     | 2  | -   | 2     |
| Total                     | 17                    | 43 | 8   | 68    |
| Total evaluado            | 40                    | 98 | 35  | 173   |
| Porcentaje insensible     | 42                    | 40 | 22  | 39    |

\* Temperatura media = 23.8°C; duración normal del día = 12 hr 20 min

\*\*Días después de la siembra.

nacionalmente en trigo, arroz y otros cultivos. La amplia gama de fuentes potenciales de insensibilidad que se han

identificado en este estudio, garantiza a los fitomejoradores que los mejores materiales del CIAT serán insensibles. La existencia de introducciones de frijol insensibles al fotoperíodo y de floración tardía, podría conducir a la producción de materiales de alto rendimiento, con alta densidad de nudos y amplia adaptación al fotoperíodo.

En la Universidad de Cornell se está llevando a cabo un estudio cooperativo para determinar la influencia de la temperatura, particularmente de la nocturna en el fotoperíodo.

### Selección por tolerancia a la sequía

En La Molina, Perú, se llevó a cabo un experimento con 20 genotipos similar al descrito en el Informe Anual del CIAT de 1974. Se utilizaron dos sistemas de riego: a) un solo riego, aproximadamente a los 13 días de iniciada la floración, y b) cuatro riegos durante el ciclo de crecimiento de 80 a 110 días. En términos generales, los rendimientos de las parcelas en condiciones de sequía, fueron más bajos en

Cuadro 20. Evaluación de campo por tolerancia a la sequía (1975) y comparación de los rendimientos entre parcela bajo sequía/ parcela testigo (1974 y 1975) en la Estación Experimental La Molina, Perú.

| Identificación |                      | Rendimiento del testigo (ton/ha) | Relación con base a rendimientos entre parcela bajo sequía/parcela testigo* |      |
|----------------|----------------------|----------------------------------|---|------|
| CIAT No.       | Línea promisoría No. |                                  | 1975  | 1974 |
| G 00073        | -                    | 0,61                             | 0,49  | 0,69 |
| G 01643        | P748                 | 0,66                             | 0,50  | 1,02 |
| G 01951        | P729                 | 1,13                             | 0,61  | 0,74 |
| G 02206        | P730                 | 0,91                             | 0,57  | 1,16 |
| G 03790        | P747                 | 1,22                             | 0,36  | 0,90 |
| G 03836        | -                    | 0,52                             | 0,63  | 0,87 |
| G 05704        | P689                 | 1,03                             | 0,52  | -    |
| G 04109        | P735                 | 0,82                             | 0,51  | 0,58 |
| G 04115        | -                    | 1,34                             | 0,45  | 1,08 |
| G 04498        | P392                 | 0,91                             | 0,36  | -    |
| G 02409        | P359                 | 0,65                             | 0,53  | 0,49 |
| G 03241        | P734                 | 0,66                             | 0,28  | -    |
| G 04118        | -                    | 0,92                             | 0,27  | 1,04 |
| G 04128        | P750                 | 0,84                             | 0,62  | 0,89 |
| G 04198        | -                    | 1,21                             | 0,38  | -    |

\* Relación entre el rendimiento obtenido bajo estrés y el rendimiento del testigo con riego

1975 (Cuadro 20). Los menores rendimientos se debieron a la baja densidad de siembra, la cual a su vez, se debió al sistema de riego utilizado que requería una distancia considerable entre surcos.

De los genotipos que mostraron tolerancia a la sequía, en los experimentos de 1975, la variedad P750 parece que no sufrió los efectos adversos de sequía por tener un período de floración largo y por producir vainas en las flores tardías. Los materiales P729, P730 y CIAT G 03836 aparentemente pudieron soportar la sequía durante el período de floración, por cuanto éste no fue largo.

### Estabilidad del hábito de crecimiento

Los resultados obtenidos en 1974 demostraron la importancia de la estabilidad del hábito de crecimiento en los materiales promisorios cultivados en una gama de condiciones climáticas. Durante 1975, en colaboración con la Universidad de Cornell, se compararon cinco selecciones del tipo II que demostraron tener un hábito de crecimiento estable bajo condiciones ambientales muy diversas en Colombia y Ecuador, con cinco variedades que presentan un hábito de crecimiento inestable (expresión variable de la dominancia apical). Se utilizaron ocho regímenes de temperatura, duración del día e intensidad luminosa. Los resultados

confirman las evaluaciones de campo sobre estabilidad. Actualmente, se está profundizando en el estudio de esta característica.

## MICROBIOLOGIA

### Interacción variedad-cepa

El énfasis de los estudios microbiológicos realizados durante 1975 se centró nuevamente en las respuestas de las variedades a la inoculación, más que en las pruebas de cepas.

Los experimentos preliminares realizados cerca a la ciudad de Popayán, se hicieron con el fin de comparar 60 introducciones de *Phaseolus vulgaris* bajo dos condiciones de tratamiento: inoculadas con la cepa CIAT 57 y sin inocular. Hubo amplias diferencias entre las introducciones en cuanto al número de nódulos, peso seco de los nódulos, rendimiento y porcentaje de N (Cuadro 21). Además, algunas introducciones, como por ejemplo la 72 Vul 26549, nodularon más fácilmente que otras con **Rhizobium** presente en el suelo o en la semilla. El contenido de N de algunas introducciones aumentó hasta en ocho veces después de la inoculación (Figura 8) mientras que el rendimiento global aumentó en un 10 por ciento.

Cuadro 21. Respuesta de algunas líneas seleccionadas de *Phaseolus vulgaris* a la inoculación con *Rhizobium*.

| Línea        | Sin inocular       |   |                           |          | Inoculadas         |  |                           |          |
|--------------|--------------------|---|---------------------------|----------|--------------------|--|---------------------------|----------|
|              | Nodulos <br>planta | Peso seco<br>de los<br>nódulos<br>(mg planta) | Rendimiento<br>(g planta) | N<br>(%) | Nodulos <br>planta | Peso seco<br>de los<br>nódulos<br>(mg plant) | Rendimiento<br>(g planta) | N<br>(%) |
| 72 Vul 20972 | 40.1               | 91.0  | 7.55                      | 4.21     | 105.0              | 340.0  | 13.02                     | 4.50     |
| 72 Vul 25093 | 10.5               | 20.0  | 3.02                      | 3.67     | 223.0              | 627.0  | 5.36                      | 3.61     |
| 72 Vul 25146 | 1.8                | 34.0  | 3.92                      | 3.68     | 26.3               | 30.0   | 1.26                      | 4.99     |
| 72 Vul 26259 | 49.3               | 29.4  | 0.67                      | 3.17     | 47.5               | 70.0   | 1.42                      | 4.53     |
| 72 Vul 26549 | 70.9               | 118.0   | 4.44                      | 3.13     | 112.0              | 396.0  | 8.38                      | 4.93     |
| 72 Vul 26689 | 4.3                | 11.0  | 12.07                     | 3.53     | 61.5               | 228.0  | 16.09                     | 4.71     |

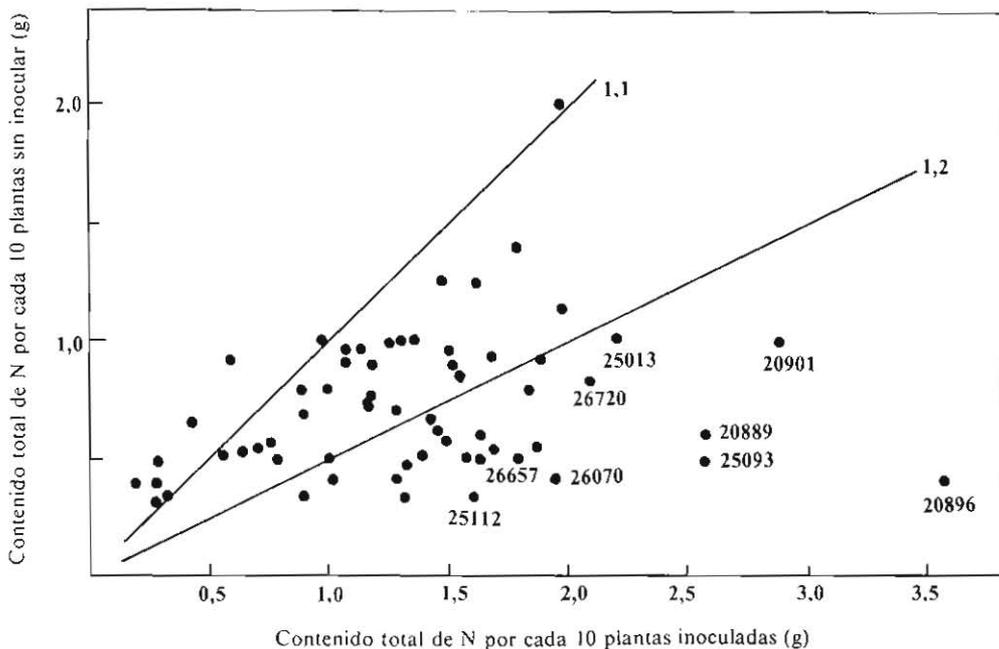


Figura 8. Aumento en el contenido total de nitrógeno de 60 introducciones de *Phaseolus vulgaris* como respuesta a la inoculación. Cada punto representa la respuesta de una sola introducción. Las introducciones más promisorias son las que se encuentran debajo de la línea 1, 2, las cuales fijaron más del doble del N total. Se dan los nombres de las introducciones más sobresalientes.

Posteriormente, en otro experimento realizado en Popayán, se compararon 10 introducciones, incluyendo las selecciones más promisorias del experimento descrito con anterioridad. Las introducciones presentaron diferencias en su hábito de crecimiento, características de nodulación, tiempo de floración y maduración e índice máximo de área foliar. Se sembraron dos bloques de cada línea: uno, se inoculó con la cepa CIAT 57 y cal peletizada, y el otro se peletizó pero no se inoculó. Durante la mayor parte del ciclo de crecimiento se tomaron semanalmente muestras repetidas de cada bloque y se sometieron a la prueba de reducción de acetileno para medir la fijación de nitrógeno. Además se determinó el número y peso seco de los nódulos, peso seco de hojas y tallos, peso de la semilla y porcentaje de nitrógeno y carbohidratos. En la Figura 9 se muestra el método de reducción de acetileno.

Se obtuvieron tasas de fijación hasta de

20  $\mu\text{M}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  producido por planta/hora (Figura 10). Este nivel de fijación es comparable con los de otras leguminosas de grano. Los niveles máximos de actividad específica de los nódulos (AEN) que se obtuvieron (100-120  $\mu\text{M}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  producido por gramo de peso seco de los nódulos por hora) también se pueden comparar favorablemente con los niveles registrados para otras leguminosas. Sin embargo, la duración de la fijación fue mucho más corta que las registradas para el maní y la soya. La mayoría de las líneas fijaron poco nitrógeno antes de los 39 días o después de los 74. A pesar de esto, los aumentos en fijación de las diez variedades durante el período de crecimiento de 120 días promediaron más de 25 kg/ha de N fijado, y las parcelas inoculadas superaron en 20 por ciento los rendimientos de las no inoculadas. La Figura 11 muestra los promedios de las tasas totales de acumulación de N para las 10 introducciones.

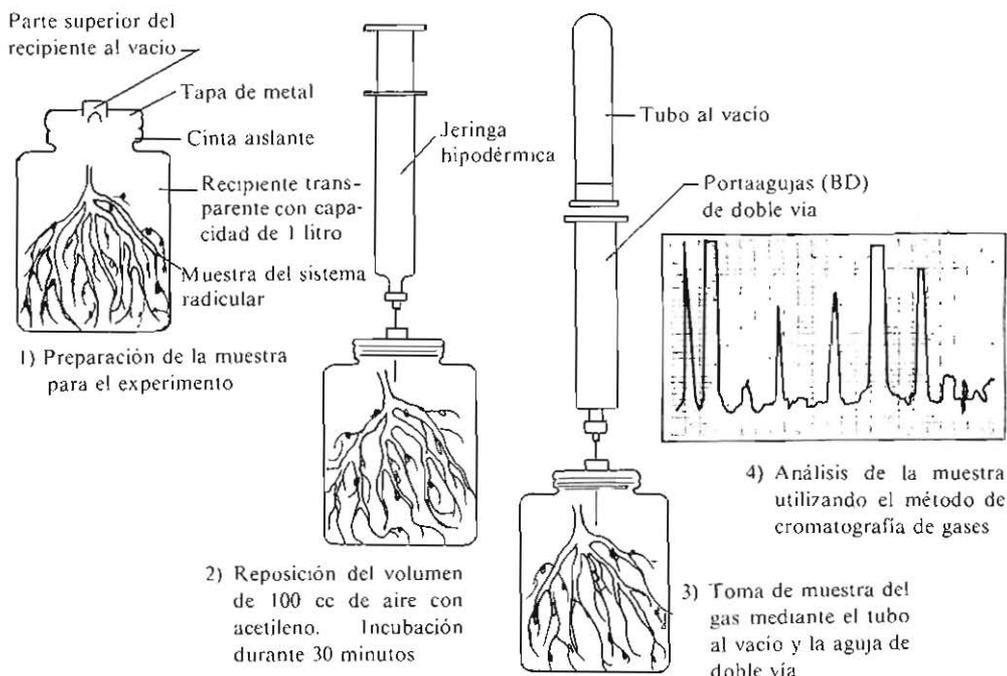


Figura 9. Determinación de la fijación de nitrógeno mediante la reducción de acetileno.

Se observó claramente que el equilibrio y desplazamiento de la energía influyó en la fijación de nitrógeno por parte de las 10 introducciones. Por lo tanto, de aquí se desprende que: a) la fijación por planta y el peso unitario de los nódulos, declinó al momento de la floración, siendo más acentuada la disminución en cuanto a la actividad específica de los nódulos (Figura 12); b) las introducciones de floración temprana, como la variedad Bayos, fijaron menos nitrógeno que las selecciones de maduración tardía, como por ejemplo, la 72 Vul 26689 (Figura 13); c) en la fase de prefloración, los niveles de fijación de nitrógeno estuvieron correlacionados con el peso de la hoja; y d) también se observaron diferencias entre las variedades con relación a los niveles de fijación por peso unitario de la hoja, destacándose la variedad P566-A por su baja eficiencia en la utilización de energía para la fijación de nitrógeno (Figura 14).

Los estudios sobre los efectos de sombra en el frijol (Cuadro 14) y el tiempo hasta la maduración demostraron la importancia que tiene la relación sitio acumulación-sitio origen con el rendimiento. Equilibrios similares parecen controlar la fijación de nitrógeno. Los estudios en proceso se están concentrando en la translocación de energía de las hojas a las raíces, y en cómo los hábitos de crecimiento, los patrones de floración y las características de maduración afectan la disponibilidad de energía para la fijación de N. Se debe anotar que los niveles de carbohidratos obtenidos en estos experimentos fueron similares a los registrados en la Figura 6.

Los resultados obtenidos en los estudios de invernadero correlacionan el tiempo hasta la floración con el desarrollo de los nódulos en *Phaseolus vulgaris* (Figura 15).

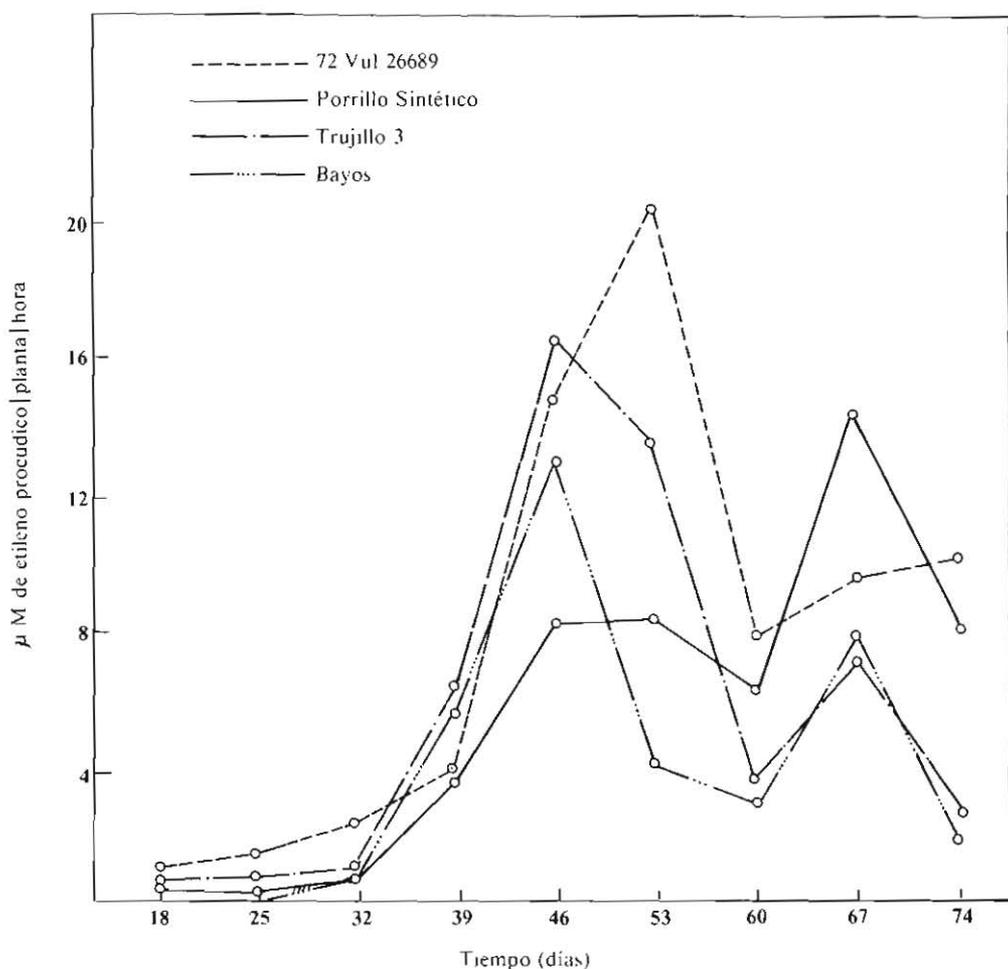


Figura 10. Niveles de reducción de acetileno en 4 variedades de *Phaseolus vulgaris* en distintas etapas del ciclo de crecimiento.

Los equipos de microbiólogos y de fisiólogos proseguirán con estos estudios.

### Comparación del frijol y de la soya con relación a la fijación de nitrógeno

Como generalmente al *Phaseolus vulgaris* se le considera inferior a la soya en lo referente a la fijación simbiótica del nitrógeno, se hizo un experimento para comparar la fijación entre las variedades de frijol Trujillo 3 (Tipo IV) y Porrillo Sintético (Tipo II) con la de la variedad de soya Pelikan. Las plantas se sembraron en almácigos formados por una mezcla de

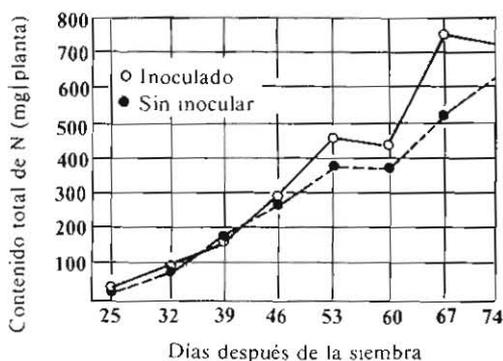


Figura 11. Acumulación de nitrógeno por planta de *Phaseolus vulgaris* como respuesta a la inoculación (promedio de las 10 variedades estudiadas).

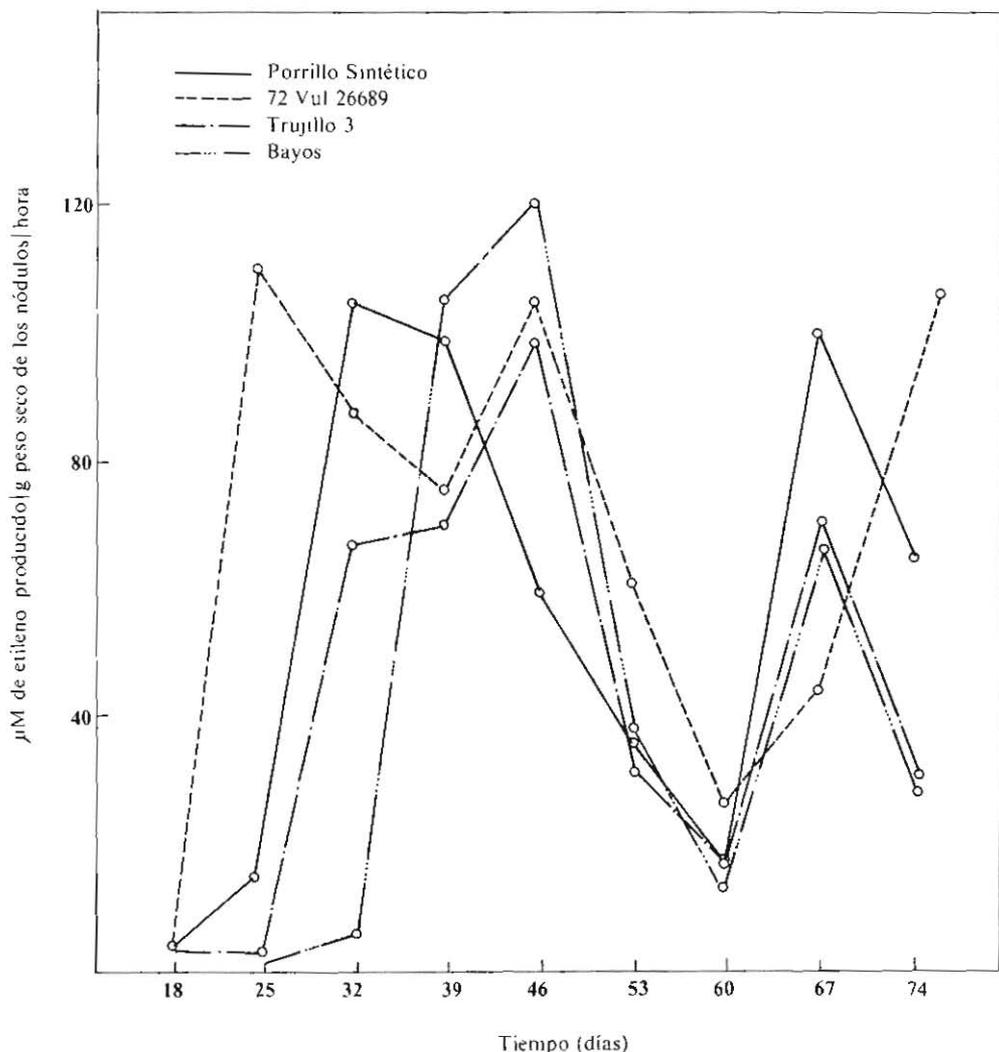


Figura 12. Cambios en la actividad específica de los nódulos ( $\mu\text{M}$  de etileno producido/g de peso seco de los nódulos/hora) durante el ciclo de crecimiento de 4 variedades de frijol.

tierra y arena y se tomaron muestras cada 10 días. Las características consideradas fueron las mismas que las registradas en el experimento realizado en Popayán con 10 introducciones.

Aunque la variedad Pelikan noduló lentamente, 38 días después de la siembra ya había desarrollado un número significativamente mayor de nódulos que cualquiera de las dos variedades de frijol y finalmente, produjo más del doble del peso

en nódulos que Porrillo Sintético o Trujillo 3. La soya presentó una fijación de nitrógeno considerablemente mayor (Figura 16) y se observó que, bajo las condiciones del CIAT, las dos variedades de frijol respondieron pobremente a la inoculación. Se están adelantando experimentos para determinar si este hecho se debió a las altas temperaturas. En vista de que probablemente los pequeños agricultores dependerán de las variedades trepadoras y de que las aplicaciones de

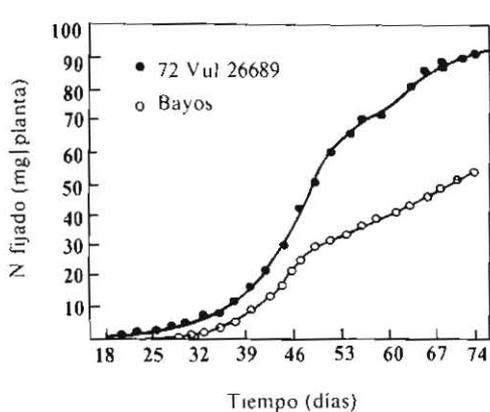


Figura 13. Curvas cumulativas de fijación de nitrógeno para introducciones de floración precoz (Bayos) y tardía (72 Vul 26689).

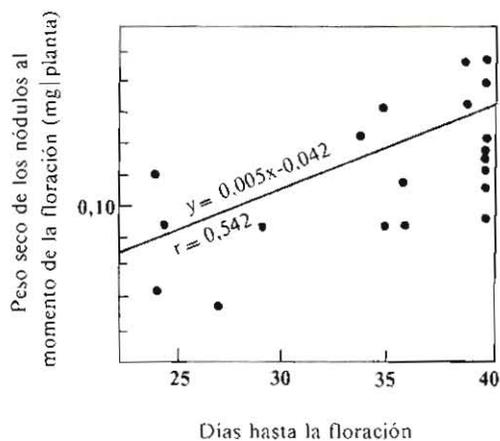


Figura 15. Relación entre los días hasta la floración y el peso seco de los nódulos en *Phaseolus vulgaris*.

fertilizantes nitrogenados son limitadas, es preocupante el hecho de que la variedad

Trujillo 3 fije tan bajos niveles de nitrógeno, bajo las condiciones de Palmira

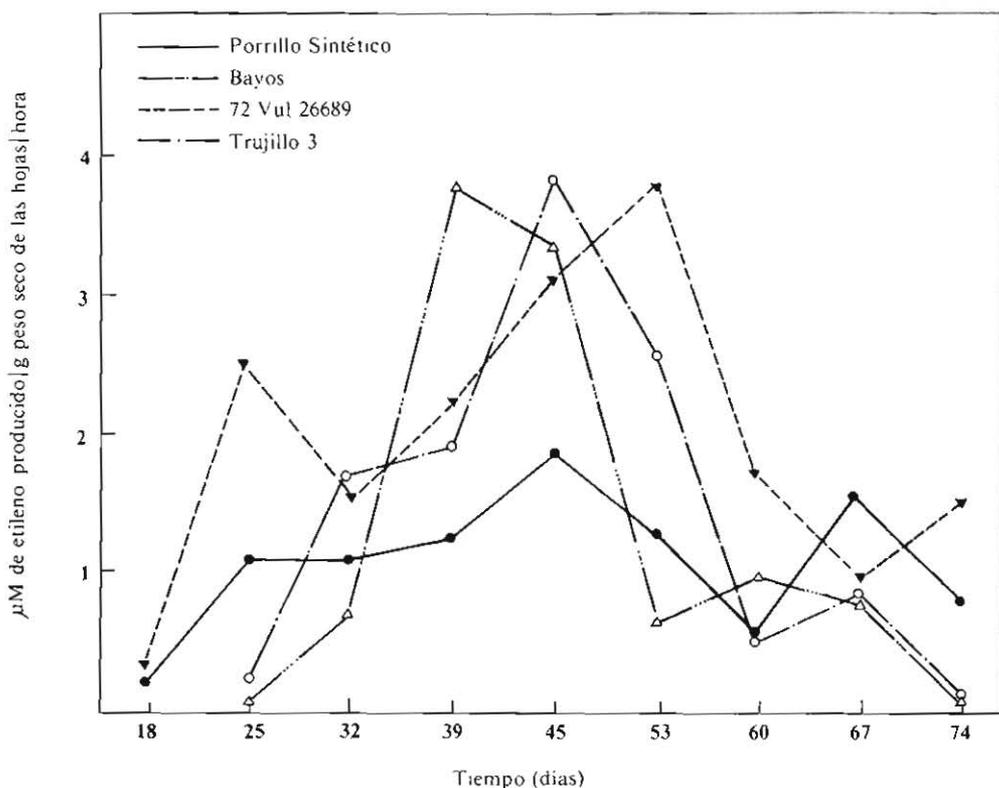


Figura 14. Reducción de acetileno por unidad de peso seco de las hojas en 4 variedades de *Phaseolus vulgaris* durante diferentes etapas del ciclo de crecimiento.

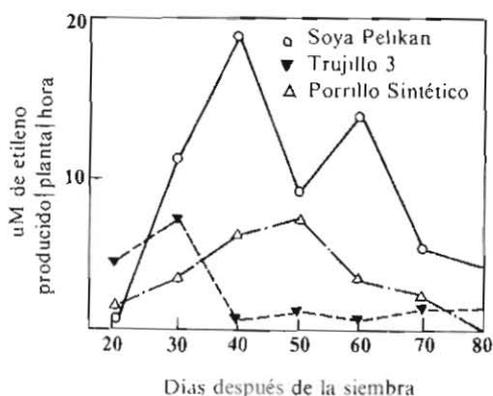


Figura 16. Niveles de reducción de acetileno de dos variedades de frijol y una de soya durante el ciclo de crecimiento.

y Popayán. Se están llevando a cabo estudios para determinar si otras variedades del tipo IV responden de manera similar a la inoculación.

### Pruebas de cepas

En 1975 se repitieron las pruebas de cepas utilizando como hospedero la variedad ICA-Pijao; nuevamente, la cepa CIAT 57 demostró ser la más eficiente en fijar nitrógeno, como se comprobó mediante la reducción de acetileno. Sin embargo, las diferencias en los rendimientos no fueron significativas.

### Suministro de inoculantes

Como en años anteriores, el equipo de microbiología del suelo continuó suministrando una amplia gama de inoculantes de **Rhizobium** a los científicos y agricultores de América Latina.

## ENTOMOLOGIA

### *Empoasca kraemeri*

#### Selección por resistencia

Se continuó dando mucha importancia a la selección de aquellas introducciones del

banco de germoplasma que presentan resistencia al lorito verde (*Empoasca kraemeri*). Este año se concluyó la selección de todos los materiales de los cuales había disponibilidad de semilla. Se seleccionaron aproximadamente 1.000 líneas para continuar su evaluación. De estas líneas, se seleccionarán 395 para determinar las poblaciones de ninfas que se albergaban en ellas, con la esperanza de encontrar mecanismos de resistencia diferentes al de la tolerancia. Se escogieron las 14 líneas más prometedoras para incluirlas en cruzamientos dialélicos, con el fin de elevar los niveles de resistencia y determinar cuáles progenitores forman las mejores combinaciones. Estas líneas son: P6-C, P231, P346, P458-A, P478, P511-A, P512-A, P560-B, P680-A, P681-A, P682-A, P722, P723-A y PI 200-974.

Se midieron los niveles de resistencia de 54 variedades durante la estación de lluvias para comparar los resultados con los de la sequía del año pasado (Cuadro 22). La reducción en el rendimiento de los cultivos de la estación de lluvias fue mucho menor; se dio el caso de que la selección 73 Vul 3624 produjo rendimientos mayores cuando no fue tratada con pesticidas. Este hecho indica que el nivel de resistencia encontrado en algunas líneas es más que suficiente para proteger a la planta de un leve ataque de **Empoasca**. Sin embargo, algunas líneas que se comportaron como las mejores en la estación seca, crecieron y se desarrollaron pobremente durante la estación de lluvias. Probablemente, las adaptaciones específicas ejercen algún efecto en estos tipos de experimentos.

Aún no se ha encontrado un alto nivel de resistencia a *E. kraemeri* dentro de las variedades de *P. vulgaris*. Por esta razón, en la búsqueda de resistencia, se probaron otras especies con la esperanza de que, mediante cruces interespecíficos, sea posible la incorporación de esta resistencia en el frijol común. En las selecciones preliminares, otras especies como *P. mungo* presentaron niveles más altos de

Cuadro 22. Niveles de resistencia a *Empoasca kraemeri* de introducciones seleccionadas de *Phaseolus vulgaris*, determinados con base en los aumentos de rendimiento resultantes de la aplicación de pesticidas (siembra durante la estación de lluvias).

| Introducción   | Rendimiento por planta (g) |                | Incremento (%) |
|----------------|----------------------------|----------------|----------------|
|                | Sin pesticidas             | Con pesticidas |                |
| 73 Vul 3624    | 10,88                      | 9,76           | -11            |
| PI 200-974     | 9,03                       | 9,28           | 3              |
| 72 Vul 25221-1 | 9,58                       | 10,60          | 11             |
| PI 208-769     | 7,99                       | 10,42          | 30             |
| ICA-Bunsi      | 7,95                       | 10,59          | 34             |
| Línea 32       | 10,06                      | 14,61          | 45             |
| Brasil 1059    | 7,19                       | 11,30          | 57             |
| Brasil 1074    | 5,52                       | 9,37           | 70             |
| Brasil 1089    | 9,98                       | 17,15          | 72             |
| 72 Vul 25299 M | 7,89                       | 14,71          | 86             |
| Brasil 1031    | 2,34                       | 7,41           | 217            |

resistencia que *P. vulgaris* (Cuadro 23) pero en estas especies también hubo diferencias sustanciales de resistencia. Actualmente se están evaluando otras especies que podrían cruzarse con *P. vulgaris*.

### Mecanismos de resistencia a *Empoasca*

Nuevamente, se realizaron estudios detallados sobre el mecanismo de resistencia de seis variedades de frijol con diferentes niveles de resistencia. En en-

Cuadro 23. Niveles de resistencia a *Empoasca kraemeri* expresados en términos de los conteos de ninfas en las selecciones de las especies de *Phaseolus*\*.

| Especies                               | Selección No | No. de ninfas   10 hojas<br>(días después de la siembra) |     |    | Promedio |
|--|--------------|--|-----|----|----------|
|  |              | 20   | 35  | 50 |          |
| <i>P. acutifolius</i>                  | 1            | 3  | 5   | 4  | 4,0      |
|  | 2            | 17   | 54  | 13 | 28,0     |
| <i>P. lunatus</i>                      | 1            | 5  | 11  | 2  | 6,0      |
|  | 2            | 14   | 102 | 37 | 51,0     |
| <i>P. aureus</i> ( <i>V. radiata</i> ) | 1            | 0  | 0   | 1  | 0,3      |
|  | 2            | 1  | 2   | 3  | 2,0      |
| <i>P. mungo</i> ( <i>V. mungo</i> )    | 1            | 0  | 0   | 0  | 0,0      |
|  | 2            | 0  | 0   | 0  | 0,0      |
| <b>Testigos</b>                        |              |  |     |    |          |
| Calima                                 | Susceptible  | 17   | 54  | 18 | 30,3     |
| 73 Vul 299                             | Resistente   | 3  | 19  | 9  | 10,3     |

\* Se utilizó un testigo susceptible y otro resistente de *Phaseolus vulgaris* para la adecuada comparación

Cuadro 24. Número promedio de ninfas de *Empoasca kraemeri* que emergen por variedad en pruebas de oviposición de libre preferencia y sin preferencia, y número de machos determinado en pruebas de preferencia de alimentación.

| Variedad      | Prueba de oviposición |                 | Prueba de alimentación<br>(no. de machos) |
|---------------|-----------------------|-----------------|---|
|               | Libre preferencia     | Sin preferencia |   |
| Diacol-Calima | 71,7 a*               | 75,0            | 4,6 a                                     |
| P680          | 54,3 ab               | 58,7            | 3,3 ab                                    |
| Brasil 1087   | 50,0 ab               | 81,0            | 2,3 b                                     |
| ICA-Pijao     | 46,3 b                | 53,7            | 3,6 ab                                    |
| Brasil 343    | 36,3 b                | 67,7            | 3,3 ab                                    |
| ICA-Tui       | 30,3 b                | 60,0            | 1,3c                                      |

\* Los datos precedidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%.

sayos de libre preferencia para la oviposición y alimentación (en este último caso, con machos solamente), se determinó que existe una preferencia significativa por la postura y alimentación en la variedad Diacol-Calima (susceptible) en comparación con ICA-Tui (tolerante y menos apetecida) (Cuadro 24). Sin embargo, igual número de ninfas emergieron cuando el lorito verde fue expuesto a una sola variedad lo cual indica que el nivel de no preferencia es bajo. No se observó efecto de antibiosis en estas seis variedades (Cuadro 25), ni en 54 introducciones adicionales que se probaron. Aunque se observó tolerancia en la selección de campo, ésta no se pudo medir con exactitud en los ensayos de laboratorio. En ensayos con hojas cortadas mantenidas en solución nutritiva se observaron siete adultos por hoja cortada de las variedades Diacol-Calima e

ICA-Tui con un daño de 5,0 y de 3,1 (medido en una escala de 1 al 9) después de 3 días. A pesar de que la variación observada fue muy grande para utilizar esta técnica en la evaluación de los aumentos de resistencia en plantas individuales de poblaciones segregantes, se están adelantando estudios con el fin de obtener una metodología de selección más precisa.

### Biología de *Empoasca*

La poca literatura disponible sobre aspectos biológicos de *E. kraemeri*, hizo necesario un estudio en este campo, para el cual se utilizó la variedad susceptible Diacol-Calima como hospedero. El estado de huevo duró casi tanto como el de ninfa (Cuadro 26). En promedio el período de huevo a adulto de las hembras duró 24,2

Cuadro 25. Prueba para la determinación de antibiosis en 6 variedades de frijol.

| Variedad      | Duración del estado de ninfa (días) | Supervivencia de adultos durante 6 días (%) | Peso promedio ( $\mu$ g) |
|---------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
| Diacol-Calima | 11,0                                | 94  | 144                      |
| Brasil 343    | 10,7                                | 79  | 140                      |
| Brasil 1087   | 11,2                                | 86  | 133                      |
| ICA-Pijao     | 10,7                                | 94  | 144                      |
| P680          | 11,0                                | 92  | 141                      |
| ICA-Tui       | 10,6                                | 92  | 141                      |

Cuadro 26. Ciclo de vida y reproducción de *Empoasca kraemeri* bajo condiciones de laboratorio en plantas de la variedad Diacol-Calima.

| Estadio del desarrollo     | No. de días |        |          |
|----------------------------|-------------|--------|----------|
|                            | Mínimo      | Máximo | Promedio |
| Huevo                      | 9           | 10     | 9,1      |
| Primer estadio             | 1           | 2      | 1,9      |
| Segundo estadio            | 1           | 2      | 1,8      |
| Tercer estadio             | 1           | 2      | 1,2      |
| Cuarto estadio             | 2           | 2      | 2,0      |
| Quinto estadio             | 3           | 3      | 3,0      |
| Período de preoviposición  | 4           | 7      | 5,2      |
| Duración del ciclo de vida |             |        |          |
| Hembra                     | 13          | 86     | 64,8     |
| Macho                      | 14          | 80     | 58,2     |
| No. de huevos              | 13          | 168    | 107,2    |

días y su ciclo de vida dos meses. Las hembras adultas prefirieron los pecíolos a las hojas como sitios para la oviposición. En la línea 73 Vul 3624, el 82 por ciento de los huevos se encontró en los pecíolos y sólo el 18 por ciento en las láminas foliares. En los cotiledones se encontró un porcen-

taje extraordinariamente alto del total de huevos por planta. Durante las primeras cuatro semanas, más de la mitad de los huevos por planta se encontraron en estas hojas (Figura 17). El recuento de huevos se hizo bajo el microscopio después de hacer un lavado de los tejidos foliares con lactofenol.

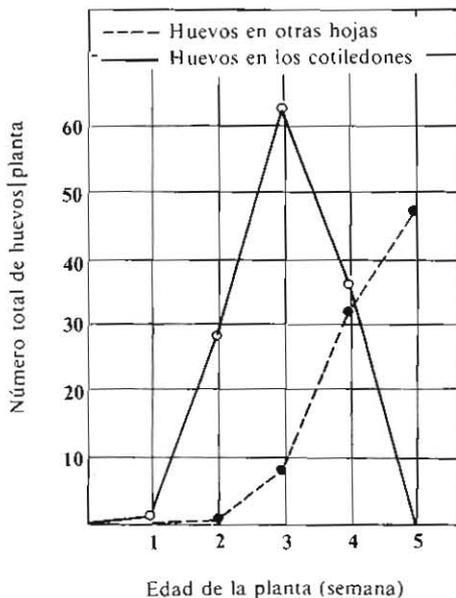


Figura 17. Distribución de los huevos sobre las hojas de plantas de la variedad Diacol-Calima durante las primeras 5 semanas.

Se observó un nivel relativamente alto de parasitismo de huevos por *Anagrus* sp. (Myrmaridae). Después de separar los insectos de las muestras de las plantas y de haber registrado el número de ninfas y parásitos recién emergidos, se encontró un porcentaje de parasitismo de los huevos del 60 al 66 por ciento (Cuadro 27). Estos datos pueden ser sobreestimativos debido a que algunos huevos son infértiles y a que los parásitos recién emergidos pueden ovipositar en los huevos en desarrollo.

También se estudió el daño relativo causado por los diferentes estadios del desarrollo de *E. kraemeri* utilizando hojas cortadas en soluciones nutritivas. Diez insectos en cada estadio de su desarrollo se colocaron en jaulas sobre la hoja y se registró el número de días hasta que las hojas comenzaron a enrollarse y a secarse a lo largo de sus bordes. Los resultados preliminares indican que los adultos son

Cuadro 27. Nivel de parasitismo de los huevos de *Empoasca kraemeri* por *Anagrus* sp. (Myrmaridae).

| Tratamiento                                       | No. promedio de insectos que emergieron |                           | Parasitismo (%) |
|---|---|---------------------------|-----------------|
|   | Ninfas de <i>E. kraemeri</i>            | Adultos de <i>Anagrus</i> |                 |
| Plantas recolectadas en el campo                  | 11.6                                    | 28.5                      | 66              |
| Plantas expuestas a condiciones de campo (4 días) | 9.2                                     | 14.2                      | 60              |

más perjudiciales que las ninfas y que el cuarto estadio ninfal es más dañino que el quinto (Figura 18). En condiciones de campo, se observó una correlación estrecha entre el daño causado por *Empoasca* y el número de ninfas por hoja (Figura 19). En este experimento se aplicó monocrotophos a una tasa de 0,35 litros por hectárea, cada vez que la población de ninfas llegó a ser de una, tres, cinco o siete por hoja. La frecuencia de las aspersiones en los tratamientos con cinco o siete ninfas por hoja fue la misma, debido a que después de la primera aplicación la población no alcanzó nuevamente un número de siete ninfas por hoja. Estos datos indican que, por cada ninfa adicional por hoja, los rendimientos se reducen en un 7 por ciento. Sin embargo, esta relación no parece ser lineal cuando las poblaciones son altas.

La etapa de crecimiento de la planta más susceptible al ataque de *Empoasca* se determinó dejando de controlar los insectos durante una de las siguientes etapas del crecimiento: de la siembra hasta la formación de la primera hoja trifoliada; de la formación de la primera hoja trifoliada hasta 15 días después; desde esa etapa hasta la floración; de la floración, hasta el llenado de las vainas; y desde el llenado de las vainas, hasta la cosecha. Pareciera que el frijol es más susceptible al daño causado por *Empoasca* desde el momento en que se forma la primera hoja trifoliada hasta 15 días después. Para lograr altos rendimientos es esencial el control del *Empoasca* hasta la floración (Figura 20). Estos

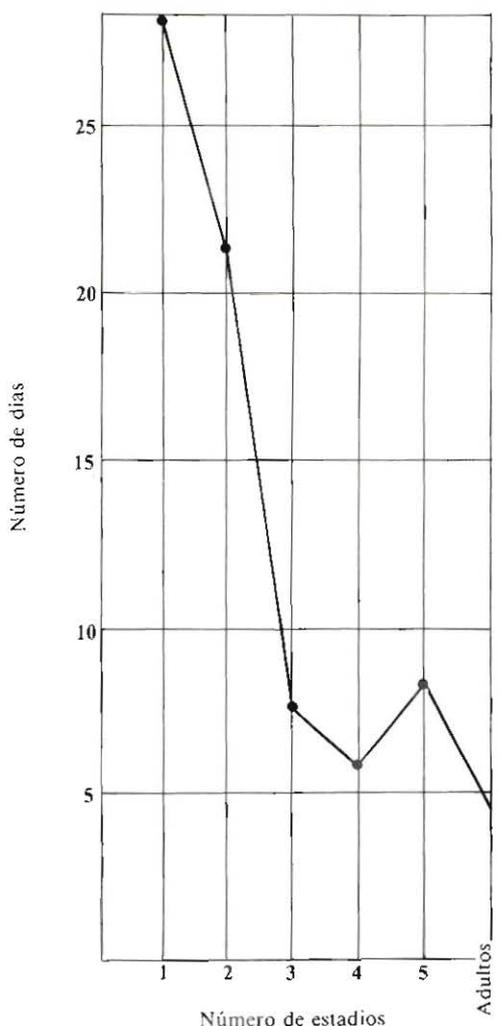


Figura 18. Número de días que requieren 10 insectos de *E. kraemeri* (en cada uno de los 6 estadios de desarrollo) para hacer que los bordes de las hojas de la variedad Diacol-Calima comiencen a enrollarse y secarse (por Boylliantes).

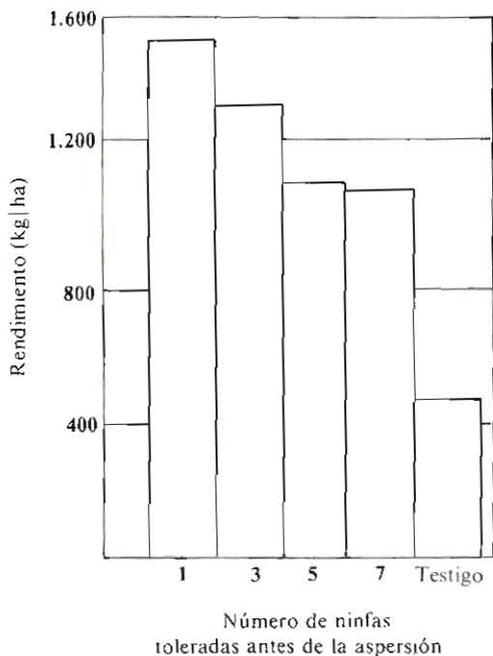


Figura 19. Rendimiento (kg/ha) de la variedad Diacol-Calima después de aplicar azodrin (0,35 litros i.a./ha) cuando la población de ninfas había alcanzado 1, 3, 5 o 7 insectos por hoja (promedio de 3 replicaciones).

resultados son similares a los registrados en los Cuadros 14 y 15. Estos estudios se utilizarán para determinar los tratamientos oportunos y efectivos para el control de **Empoasca**.

### Acaros

Este año se dio especial énfasis al estudio del ácaro *Polyphagotarsonemus latus*, de la familia Tarsonemidae. Los estudios sobre su importancia, con base en plantas individuales, mostraron una pérdida en el rendimiento del 56 por ciento después del ataque del ácaro (Cuadro 28). El daño causado por el ácaro es severo y frecuentemente se confunde con un ataque de virus. El ácaro se multiplica muy rápidamente pasando de huevo a adulto en sólo cinco días, bajo condiciones de laboratorio (Cuadro 29). Cada hembra produce un promedio de 48,3 huevos (Figura 21). El control químico del ácaro

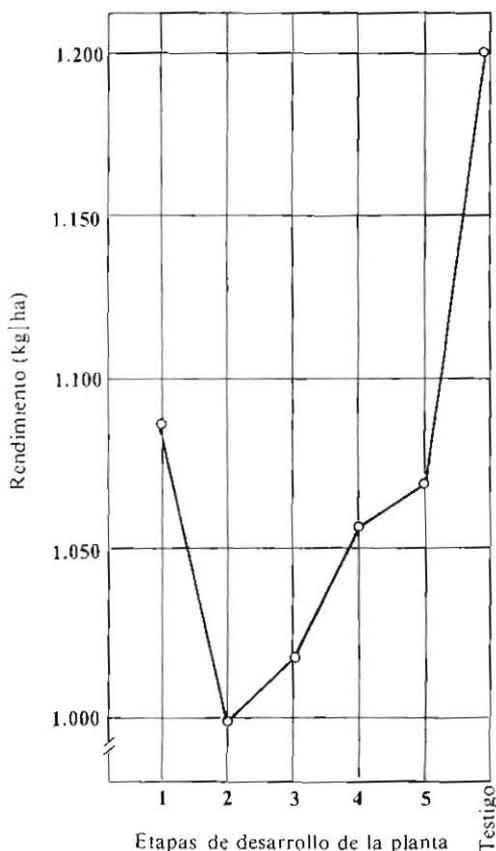


Figura 20. Rendimiento (kg/ha) del promedio de 4 variedades de frijol cuando no se aplicaron insecticidas durante una de las 5 etapas de crecimiento de la planta.

fue efectivo con carbaryl y monocrotophos.

### Chizas

Las chizas, jobotos o "gallinas ciegas" (*Phyllophaga* sp.) ocasionalmente causan

Cuadro 28. Reducción en el rendimiento de plantas seleccionadas de la variedad Diacol-Calima infestadas y sin infestar por *Polyphagotarsonemus latus*.

| No. de plantas  | No. de vainas   planta | Semilla   planta (g) |
|-----------------|------------------------|----------------------|
| 86 sin infestar | 10,1                   | 13,1                 |
| 93 infestadas   | 5,6                    | 5,8                  |

Cuadro 29. Duración promedio de los estadios de desarrollo de *Polyphagotarsonemus latus* en condiciones de laboratorio (22-28°C) con la variedad ICA-Pijao.

| Estadio       | Duración | Promedio    |
|---------------|----------|-------------|
| Huevo         | 2 - 3    | 2,03 ± 0,1  |
| Larva         | 1 - 2    | 1,03 ± 0,1  |
| Seudopupa     | 1        | 1,00        |
| Hembra adulto | 7 - 18   | 15,06 ± 3,1 |
| Macho adulto  | 11 - 14  | 12,50 ± 2,1 |

problemas en los cultivos en áreas nuevas. Un estudio sobre el control químico mostró que el carbofuran (granulado, al 3 por ciento), aplicado en el surco bajo la semilla y que la incorporación de disulfoton, aldrin o toxafeno-DDT, en su orden, fueron los productos más efectivos para reducir las pérdidas de plántulas causadas por estas larvas (Cuadro 30). Carbofuran fue más efectivo aplicado en el surco; endosulfan dio un mejor control cuando se incorporó al suelo.

### Insectos que atacan al frijol almacenado

Se continuó la búsqueda de resistencia a *Zabrotes subfasciatus* debido a que al

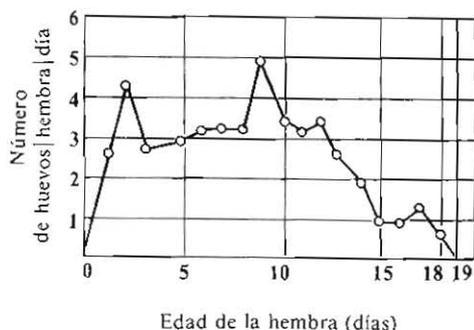


Figura 21. Curva de la oviposición de *P. latus* sobre hojas de la variedad ICA-Pijao bajo condiciones de laboratorio.

analizar la semilla de algunas fuentes promisorias, como la línea PI 309-709, después del primer ciclo de cultivo habían perdido su resistencia. De 296 líneas adicionales que se probaron durante 1975, se seleccionaron 70 por cuanto presentaron resistencia, expresada en términos de una baja tasa de oviposición, bajo porcentaje de emergencia de adultos, o desarrollo lento de los mismos. En el Cuadro 31 se presentan algunos ejemplos de estos casos.

El *Zabrotes subfasciatus* se puede controlar mediante el almacenamiento del frijol en las vainas. Se constató la presencia

Cuadro 30. Número de plántulas que murieron a consecuencia de las chizas (*Phyllophaga* sp.) después de los tratamientos con insecticidas. Promedio de 4 repeticiones (CIAT, 1975).

| Producto             | Dosis (kg i.a./ha) | Tipo de aplicación         | No. promedio de plántulas muertas |
|----------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Carbofuran 3 g       | 0,9                | Surcos, bajo la semilla    | 7,3a*                             |
| Carbofuran 3 g       | 0,9                | Incorporado                | 27,3 abc                          |
| Disulfoton 5 g       | 0,9                | Incorporado                | 19,0 ab                           |
| Aldrin 2,5           | 1,25               | Incorporado                | 20,0 a                            |
| Toxafeno-DDT (40-20) | 1,6-0,8            | Aspersión de la superficie | 24,5 abc                          |
| Cebotox**            | 40,0               | Incorporado                | 27,3 abc                          |
| Endosulfan 3 g       | 0,9                | Surcos, bajo la semilla    | 40,0 cd                           |
| Endosulfan 3 g       | 0,9                | Incorporado                | 29,8 bc                           |
| Fensulfotión 5 g     | 2,0                | Incorporado                | 26,8 abc                          |
| Chlormephos 5 g      | 0,5                | Incorporado                | 35,3 bc                           |
| Testigo              | -                  | -                          | 68,3 d                            |

\* Los valores precedidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5%

\*\* Fórmula comercial local que se usa como cebo

Cuadro 31. Algunas selecciones que mostraron diferentes grados de resistencia a *Z. subfasciatus* en pruebas preliminares\*.

| Selección     | Seleccionada por:    | No. de huevos | Emergencia (%) | Periodo de desarrollo |
|---------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------------|
| Brasil 1034   | Baja oviposición     | 9.0           | 38.8           | 46.7                  |
| P364-B        | Bajo % de emergencia | 41.5          | 20.5           | 52.2                  |
| P514          | Desarrollo lento     | 95.0          | 47.4           | 51.2                  |
| Diacol-Calima | Testigo susceptible  | 100.0         | 84.0           | 48.8                  |

\* Promedio de 2 repeticiones, 50 semillas infestadas con 4 pares de adultos|repetición

de huevos en la cubierta de las vainas y se observó que las larvas penetran las vainas pero mueren en su interior, sin afectar las semillas de frijol (Cuadro 32). Para simular el daño causado a las vainas, se cortaron los extremos permitiendo la entrada de los adultos.

Se continuaron los estudios sobre control químico del gorgojo con base en compuestos de piretrina. Las tasas de 1,5 ppm dieron una protección de 120 días, mientras que las de 2,5 y 4,0 ppm proporcionaron una protección por más tiempo.

El malatión en polvo (4 por ciento) y el fungicida Arasan (70 por ciento de thiram

Cuadro 32. Infestación de *Z. subfasciatus* después de exponer las vainas sanas, las dañadas y la semilla en vaina al gorgojo\*.

| Tratamiento     | No. de huevos repetición | No de adultos repetición |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Vainas sanas    | 0,8                      | 0,8                      |
| Vainas dañadas  | 162.0                    | 111.7                    |
| Frijol en vaina | 203.7                    | 162.8                    |

\* 100 semillas de la variedad Diacol-Calima|repetición. 7 pares de adultos|repetición.

y 2 por ciento de metoxicloro) dieron un buen control de **Zabrotes** (Cuadro 33). La tasa crítica de Arasan para prevenir la oviposición es de aproximadamente 50

Cuadro 33. Control en la variedad Diacol-Calima de *Z. subfasciatus* con malatión en polvo (4%) y Arasan en polvo (75% thiram y 2% metoxicloro)\*.

| Nivel de tratamiento (ppm i.a.) | Mortandad a los 5 días (%) | No. de huevos repetición | No. de adultos repetición | Emergencia (%) |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|
| <b>Malatión en polvo</b>        |                            |                          |                           |                |
| 0                               | 27.8                       | 259.0                    | 131.8                     | 50.9           |
| 5                               | 91.4                       | 12.0                     | 2.4                       | 20.0           |
| 10                              | 100.0                      | 9.4                      | 0.0                       | 0.0            |
| 20                              | 100.0                      | 5.8                      | 0.0                       | 0.0            |
| 40                              | 100.0                      | 6.8                      | 0.0                       | 0.0            |
| <b>Arasan en polvo</b>          |                            |                          |                           |                |
| 0                               | 2.9                        | 236.4                    | 100.4                     | 42.5           |
| 113                             | 50.0                       | 3.2                      | 0.0                       | 0.0            |
| 375                             | 85.7                       | 0.0                      | 0.0                       | 0.0            |
| 638                             | 98.6                       | 0.0                      | 0.0                       | 0.0            |
| 900                             | 100.0                      | 0.0                      | 0.0                       | 0.0            |

\* Promedio de 5 repeticiones, 7 pares de adultos|repetición

ppm, mientras que la tasa comercial recomendada para la prevención de la muerte de las plántulas ("damping-off") es de 638 ppm. Se han continuado los estudios con thiram sin metoxicloro.

Michigan mostraron ser altamente tolerantes al añublo bacterial común. Falta aún por determinar la virulencia del aislamiento C6.

## FITOPATOLOGIA

### Añublo bacterial común

#### Selección por resistencia

Se continuaron haciendo selecciones de campo para determinar tolerancia al añublo bacterial común. Durante el primer semestre, se probaron 366 variedades del CIAT y de la Universidad Estatal de Michigan mediante su inoculación con el aislamiento C6 de *Xanthomonas phaseoli* utilizando métodos similares a los descritos en el Informe Anual del CIAT de 1974. Se confirmó la tolerancia de las variedades Jules, Tara y PI 207-262 que se habían probado en ensayos anteriores (Cuadro 34). Además, la línea P561 y siete líneas de la Universidad Estatal de

Cuadro 34. Reacción del follaje de algunas variedades y líneas de frijol al ataque del aislamiento C6 de *Xanthomonas phaseoli* en el CIAT.

| Variedad o línea               | Reacción |
|--------------------------------|----------|
| Jules                          | 1,5*     |
| Tara                           | 1,5      |
| P561                           | 1,5      |
| P458                           | 1,5      |
| MSU 42.772                     | 1,5      |
| MSU 42.842                     | 1,5      |
| MSU 42.935                     | 1,5      |
| MSU 42.950                     | 1,5      |
| MSU 42.954                     | 1,5      |
| MSU 42.964                     | 1,5      |
| MSU 43.009                     | 1,0      |
| Seafarer (testigo susceptible) | 4,0      |
| <i>Vigna sinensis</i> (caupi)  | 0,0      |

\* Nivel de reacción 0 = síntomas no visibles. 1 = altamente tolerante; 2 = tolerante; 3 = ligeramente susceptible; 4 = susceptible; y 5 = altamente susceptible.

#### Método de selección utilizando hojas cortadas

Se trató de obtener un método más rápido para seleccionar por tolerancia al añublo bacterial común. Se cortaron hojas trifoliadas de nueve variedades y sus pecíolos se introdujeron en agua destilada, contenida en matraces Erlenmeyer. Las hojas se inocularon con el aislamiento C6 de *Xanthomonas phaseoli* mediante el método de remojo en agua y se mantuvieron en cámara húmeda. Los síntomas se presentaron a los siete días y las observaciones se hicieron 10 días después de la inoculación. Se observaron bajo tales condiciones experimentales las mismas reacciones a las de campo en todas las variedades ensayadas con excepción de Duva (Cuadro 35). Se requiere investigar más en aspectos tales como el nivel de inóculo, edad de la planta y medio para mantener las hojas; sin embargo, el método parece tener valor como medio para

Cuadro 35. Reacción del follaje de plantas cultivadas en el campo y de las hojas cortadas de variedades de frijol al aislamiento C6 de *Xanthomonas phaseoli*.

| Variedades       | Reacción del follaje |                |
|------------------|----------------------|----------------|
|                  | Campo                | Hojas cortadas |
| Tara             | T*                   | T              |
| Jules            | T                    | T              |
| G.N. # 1 Sel. 27 | T                    | T              |
| PI 207-262       | T                    | T              |
| Red Kidney       | I                    | I              |
| Sanilac          | S                    | S              |
| Gratiot          | S                    | S              |
| Seafarer         | S                    | S              |
| Duva             | S                    | I              |

\* Nivel de reacción: T = tolerante, I = moderadamente susceptible; S = susceptible.

estudiar las reacciones del follaje a la enfermedad.

## Roya

### Selección por resistencia

En 1975 se evaluaron 1.500 introducciones del banco de germoplasma; 196 mostraron resistencia y serán incorporadas a un Vivero Internacional de Roya de Frijol (VIRF)\* para ser sometidas a pruebas de aquellas razas de hongos que no se presentan en el CIAT. Se enviaron 108 introducciones del VIRF resistentes a la roya a 14 instituciones cooperadoras de seis países durante el año. Actualmente se dispone de los resultados de seis de los 20 juegos enviados. Las introducciones Ecuador 299 y Compuesto Chimaltenango 2, mostraron resistencia en todos los países.

En las introducciones del VIRF sembradas en la sede del CIAT se constató la presencia de 13 razas de *Uromyces phaseoli* var. **typica**. La evolución de las razas del hongo se estudió en un semillero de selección continua. Se encontraron las razas 3, 8, 10, 28, 29, 32 y 33, siendo las más prevalentes la 29 y la 33. Con base en su reacción a la variedad diferencial US 814, se identificaron dos biotipos: uno que corresponde a la raza 3 y el otro a la raza 29.

### Pérdidas causadas por la roya

En un experimento similar al descrito en el Informe Anual del CIAT de 1974, la variedad susceptible ICA-Tui y la tolerante ICA-Pijao, se inocularon con esporas del hongo durante diferentes etapas del desarrollo de la planta.

El rendimiento de la variedad susceptible Tui se redujo en un 85 por ciento cuando la infección se presentó durante la primera semana después de la emergencia y

en un 82, 80, 77, 24, 18 y 11 por ciento, respectivamente, durante las siguientes semanas, en comparación con la variedad tolerante Pijao cuyo rendimiento disminuyó en un 34 y 31, 28, 21, 14, 10 y 4 por ciento, respectivamente.

### Control químico

Para determinar el mejor control químico de la roya, se sembró la variedad ICA-Tui en parcelas experimentales y se asperjó con fungicidas a los 15, 25 y 35 días después de la emergencia. Se hizo una evaluación preliminar cinco días después de la última aplicación. El rendimiento obtenido en parcelas protegidas con maneb (3 kg|ha) fue superior al del testigo en un 100 por ciento. En comparación con el testigo, en las parcelas asperjadas con chlorothalonil (2,5 kg|ha) y acetato de trifenylytin (0,8 kg|ha), el rendimiento se aumentó en un 85 por ciento mientras que con triforine (1,5 litros|ha), pyracarbolid (3,0 litros|ha) carbendazim (1 kg|ha) y oxycarboxin (1 kg|ha) en 55, 52, 40 y 30 por ciento, respectivamente. En uno de los dos semestres en los que se llevó a cabo el experimento, el benodanil se comportó de manera similar al triforine, pyracarbolid y oxycarboxin.

Se ensayaron mezclas de los mejores fungicidas. Oxycarboxin + captafol aumentó los rendimientos del Porrillo Sintético en un 64 por ciento, en comparación con los incrementos del 48 por ciento obtenidos por la aplicación de las mezclas de oxycarboxin + chlorothalonil, acetato de trifenylin + maneb o tridemorph + acetato de trifenylytin.

### Antracnosis

#### Selección por resistencia

Mediante una técnica de selección similar a la utilizada para la roya, se probaron en campos cercanos a las ciudades de Popayán (1.600 m) y Bogotá (2.600 m), 100 introducciones selec-

\* International Bean Rust Nursery (IBRN).

cionadas que han mostrado resistencia en otros países. Los resultados preliminares indicaron que la introducción Cornell 49-242, Widusa, Preto 141, Petro 145 y P459 fueron resistentes en ambas localidades. La reacción de algunas introducciones fue diferente de una localidad a otra, lo cual indica la presencia de diferentes razas del hongo *Colletotrichum lindemuthianum*.

### **Pérdidas causadas por la antracnosis en Popayán**

Se utilizó la variedad susceptible Diacol-Nima y la tolerante Diacol-Andino para evaluar las pérdidas causadas por este hongo. Las parcelas con cuatro repeticiones se inocularon semanalmente durante siete semanas, después de la emergencia. El testigo absoluto se protegió con benomyl (0.5 kg/ha) en aplicaciones semanales. Las parcelas también se protegieron hasta 15 días antes de su inoculación. El inóculo (50.000 conidios/ml en agua destilada) se asperjó a baja presión en las horas finales de la tarde cuando la humedad relativa fue de casi el 100 por ciento.

Los rendimientos de la variedad susceptible Diacol-Nima se redujeron en un 95 por ciento cuando la infección se presentó una semana después de la emergencia. Durante las siguientes cuatro semanas, las pérdidas se mantuvieron constantes — alrededor de un 88 por ciento— y luego declinaron al 38 y 27 por ciento después de la sexta y séptima semana, respectivamente. Este patógeno ocasiona graves pérdidas durante todo el período de crecimiento, no sólo debido a las infecciones foliares sino también a las infecciones del tallo y del grano. En la variedad tolerante Diacol-Andino, las pérdidas semanales fueron 10 por ciento menores a las de la variedad susceptible Nima. Cuando las condiciones ambientales no fueron particularmente favorables para la infección, los patrones de las pérdidas fueron similares a los registrados para la roya.

### **Control químico**

Como se indica en la sección de agronomía del presente informe, bajo las condiciones de Popayán, se requiere un control químico de antracnosis más cuidadoso durante las siembras del segundo semestre que durante las del primer semestre, por ser éste más seco (Cuadro 36). Los aumentos logrados fueron espectaculares. Durante las siembras del segundo semestre la aplicación de captafol, benomyl y carbendazin aumentaron los rendimientos en 2.471, 2.033 y 1.936 por ciento, y durante el primer semestre, en 468 por ciento. En Popayán, este patógeno es el principal factor limitante del rendimiento.

### **Virus del mosaico común del frijol**

#### **Contaminación de la semilla**

Ya que el virus del mosaico común del frijol es transmisible por la semilla, el uso de semilla no infectada hace posible que los agricultores aumenten sus rendimientos significativamente (Informe Anual del CIAT, 1974). Sin embargo, la reproducción de esta semilla requiere cuidados especiales razón por la cual es difícil que los agricultores logren este propósito. Se diseñaron experimentos para determinar la recontaminación de la semilla bajo condiciones de campo. Al sembrar parcelas con semilla limpia y distanciadas de las fuentes de contaminación, la semilla cosechada permaneció libre del patógeno. Sin embargo, en las parcelas sembradas cerca de plantas contaminadas, la transmisión fue del 16 y 15 por ciento para las variedades susceptibles ICA-Gualí e ICA-Duva, y del 8 y 6 por ciento para las tolerantes ICA-Tui y P459, sin haber controlado los pocos áfidos presentes en el campo. El control químico del vector redujo significativamente la contaminación.

La transmisión del virus por semilla, observada en varios materiales promisorios, varió del 10 al 60 por ciento.

Cuadro 36 Control químico de la antracnosis en la variedad Diacol-Nima (Popayán, 1974, 1975).

| Fungicidas             | Dosis<br>(kg/ha) | Rendimiento (kg/ha) |       | Aumento con relación<br>al testigo (%) |      |
|------------------------|------------------|---------------------|-------|--|------|
|                        |                  | 1974                | 1975  | 1974                                   | 1975 |
| Captafol               | 3,5              | 1.157               | 1.602 | 2.471                                  | 393  |
| Benomyl                | 0,5              | 960                 | 1.283 | 2.033                                  | 295  |
| Carbendazim            | 0,5              | 871                 | 1.845 | 1.936                                  | 468  |
| Maneb + ion zinc       | 3,0              | 724                 | 1.406 | 1.509                                  | 333  |
| Carbendazim            | 1,0              | 711                 | 1.617 | 1.480                                  | 398  |
| Chlorothalonil         | 2,5              | 595                 | 1.003 | 1.222                                  | 209  |
| Acetato de trifenyltin | 0,8              | 523                 | 1.539 | 1.062                                  | 374  |
| Captan                 | 3,5              | 279                 | 1.287 | 520                                    | 296  |
| Thiabendazole          | 0,5              | 175                 | 632   | 289                                    | 94   |
| Azufre                 | 3,0              | 126                 | 331   | 180                                    | 2    |
| Hidróxido de cobre     | 2,0              | 115                 | 641   | 155                                    | 97   |
| Oxycarboxin            | 1,0              | 41                  | 491   | -9                                     | 52   |
| PCNB                   | 4,0              | 37                  | 561   | -18                                    | 73   |
| Testigo                | -                | 45                  | 325   | 0                                      | 0    |

### Selección por resistencia

Se probaron nuevamente con varias cepas del virus algunas introducciones tolerantes y resistentes al mosaico común. Se seleccionaron las variedades Top Crop, Monroe, Jubila, Widusa, Amanda, Pinto 114 y las introducciones del CIAT P393, P323, Perú 0257 y PI 146-800 como fuentes de resistencia, con el fin de incorporarlas en el programa de fitomejoramiento.

### Pérdidas causadas por el virus del mosaico común

En este año se concluyó un estudio a largo plazo sobre las pérdidas económicas ocasionadas por la infección de este virus; en el Informe Anual del CIAT de 1974 se describieron los métodos utilizados. Se determinaron las reducciones en el rendimiento con base en parcelas inoculadas artificialmente, cada semana, durante siete semanas después de la germinación. Para las dos variedades de grano rojo ICA-Gualí e ICA-Duva, las reducciones fueron de 94, 95, 85, 68, 43 y 20 por ciento en

comparación con las de las dos variedades negras ICA-Tui y Jamapa que fueron de 89, 79, 36, 34, 29 y 16 por ciento.

### Virus del mosaico dorado del frijol

#### Selección por resistencia

De las 3.700 introducciones estudiadas hasta la fecha aún no se ha identificado fuente alguna de resistencia al virus del mosaico dorado. Se ha establecido un Vivero Internacional del Virus del Mosaico Dorado del Frijol (VIVMDF)\* para probar en colaboración con el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas, ICTA, de Guatemala otras introducciones tolerantes seleccionadas. Se está multiplicando la semilla de las 144 colecciones incluidas. Las colecciones del VIVMDF se sembrarán también en diversas localidades de Brasil, Puerto Rico, Jamaica, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Colombia, República Dominicana,

\* International Bean Golden Mosaic Virus Nursery (IBGMN)

Nigeria, Kenya e India. La primera colección del VIVMDF se sembró solamente en Guatemala y se seleccionaron algunos materiales que aparentemente mostraron ser más tolerantes que las variedades Turrialba I y Porrillo I. Estos materiales fueron: CIAT P747, P474, G 02689, P516, P657, P675, P544, P5 y Guatemala 417.

### Identificación y purificación del virus del mosaico dorado

El CIAT está tratando de desarrollar un medio para identificar las numerosas enfermedades del frijol en América Latina que presentan síntomas semejantes a los causados por virus, con el fin de evitar el traslado de materiales infectados de un país a otro. Con este propósito se está estableciendo un banco de antídotos en forma de suero para aquellos virus que se encuentran en América Latina y en el área del Caribe.

En 1975 se estudió el virus del mosaico dorado que ha sido aislado en El Espinal (Colombia) y Santa Tecla (El Salvador). El método de transmisión mecánica fue mejorado significativamente y se logró una infectividad del 100 por ciento moliendo hojas infectadas de 15 a 20 días de edad en una solución amortiguadora de fosfato 0,1 M y pH 7,5 más 2-mercaptoetanol al 1 por ciento. Las plantas se inocularon en ambas hojas primarias, las cuales habían sido espolvoreadas previamente con carborundo pasado por un tamiz-600. La concentración del virus en la planta se redujo drásticamente a los 40 días después de la inoculación; la molaridad de la solución amortiguadora también jugó un papel importante en la estabilidad del virus.

El virus se mantuvo viable durante tres meses en tejido disecado sobre  $\text{CaCl}_2$  a  $4^\circ\text{C}$ . Se encontró que su punto térmico de mortalidad es de  $55^\circ\text{C}$ , su punto de dilución final de 1:128 y su período de vida *in vitro* a  $23^\circ\text{C}$ , de 72 horas. El virus fue estable en soluciones amortiguadoras de

fosfato, heparina y borato al 0,1 M y pH 7,5; menos estable en Tris HCl y no mostró estabilidad en EDTA.

El virus se purificó tratándolo con n-butanol al 7 por ciento, precipitándolo con glicol polietileno 6.000 de Baker más NaCl (6 y 1 por ciento, respectivamente) y centrifugándolo en un proceso semejante al de la separación de la sucrosa por diferencia de densidades. La zona formada a los 2,3 cm del menisco contenía el agente causal de la enfermedad denominada mosaico dorado del frijol, como se demostró mediante repetidos ensayos de infectividad. Muestras tomadas de los extractos sanos a la misma profundidad no tuvieron infectividad.

Las partículas virales tienen una estructura morfológica especial; se presentan en dímeros y los lados enlazados de las partículas apareadas tienen una apariencia aplanada (Figura 22). Casi no se observaron partículas individuales (100:1). La partícula enlazada midió aproximadamente  $32 \times 19$  nm.

El antídoto preparado contra la forma del virus que se presenta en Colombia, se utilizará para comparar las formas que existen en diferentes países latinoamericanos y en el área del Caribe.

### Virus del moteado clorótico del frijol

Este virus es transmitido por el vector *Bemisia tabaci*. Su hospedero natural es la especie *Rhynchosia minima*, una maleza tropical común. En soya, causa una enfermedad con síntomas similares a los producidos en frijol. Los síntomas que produce el virus en el frijol son la aparición de moteados cloróticos y un ligero enrollamiento y deformación de las hojas. En algunas variedades produce síntomas de superbrotamiento y enanismo severo. Se están llevando a cabo estudios para determinar si las enfermedades denominadas moteado clorótico, mosaico de Rhynchosia, enanismo moteado,

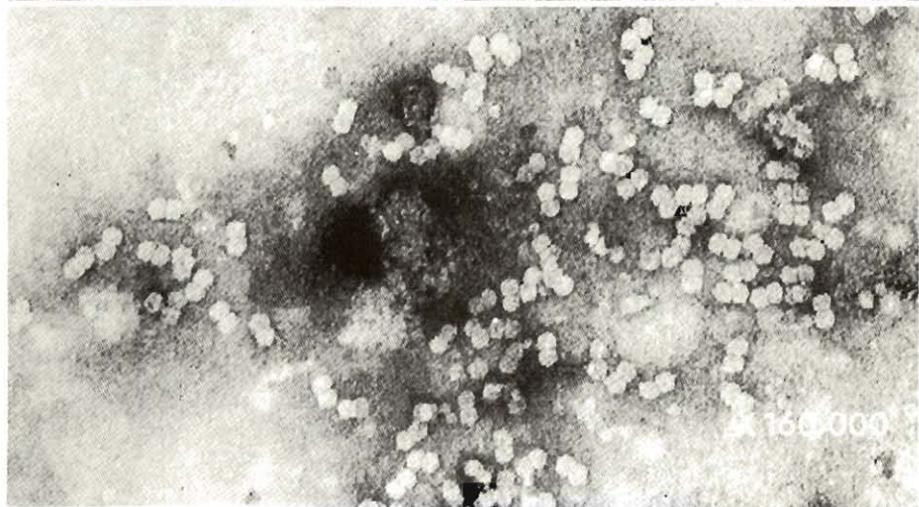
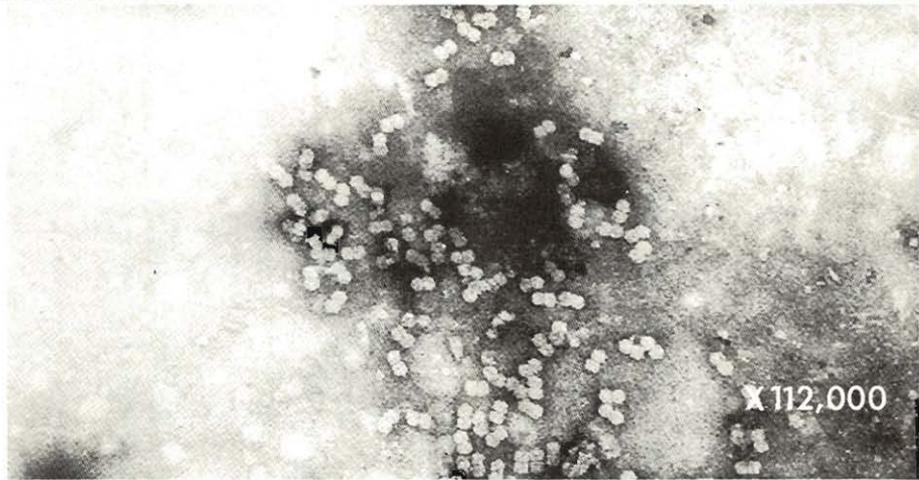
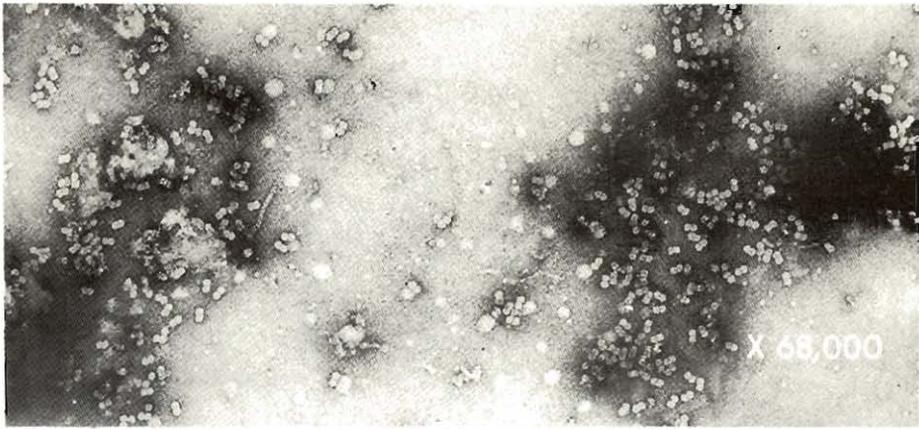


Figura 22 Microfotografía del virus del mosaico dorado del frijol, teñido con una solución de acetato de uranilo al 3% más albúmina de suero de bovino al 0,05%. Obsérvense las numerosas partículas apareadas y la apariencia aplanada de los lados enlazados.

arrugamiento, mosaico de Abutilon, mosaico de Euphorbia y mosaico de Sida son causadas por el mismo virus. Un Vivero Internacional Uniforme de Hospederos\* tiene material listo para ser enviado a diversos colaboradores en América Latina, el Caribe, África y Asia, con el propósito de facilitar la identificación de este complejo de mosaicos en un futuro cercano.

### Selección por resistencia

No fue difícil encontrar materiales resistentes al virus del moteado clorótico. Las variedades de la colección del CIAT P6, P458, P527, P225 y P457 mostraron ser altamente resistentes al virus; en contraste, Panamito, 27R e ICA-Duva son muy susceptibles.

### Virus del mosaico rugoso y del mosaico ampollado

La importancia de estos virus, cuyos vectores son varios escarabajos, se está acentuando en Guatemala y El Salvador. Algunos becarios de México y de El Salvador han continuado los estudios iniciados en 1974 sobre la identificación y caracterización de los patógenos. Las dos enfermedades pertenecen al mismo grupo de virus multicomponentes. Se han preparado antídotos en forma de suero contra todas las cepas encontradas en Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Colombia indicando que el conjunto de estas enfermedades puede ser causado por el mismo virus el cual está conformado por varias cepas. Existen diversas fuentes de resistencia que se podrían incorporar a nuevas variedades.

### Defoliación artificial para simular las pérdidas causadas por enfermedades

#### Porcentaje versus tiempo de defoliación

Estos experimentos, iniciados en 1973, se concluyeron este año. Los resultados

(Figura 23) confirmaron las observaciones previas hechas en las variedades ICA-Gualí (roja) y Porrillo Sintético (negra). Está claro que las etapas más críticas, a partir de la plántula, son el comienzo de la floración y el llenado de las vainas. Después del comienzo de la madurez fisiológica, la defoliación tiene poco efecto sobre el rendimiento. Estos resultados coinciden del todo con los obtenidos en los estudios sobre fisiología.

### Patología de la semilla

#### Producción de semilla libre de patógenos

La estrategia y los beneficios de la utilización de semilla limpia se han

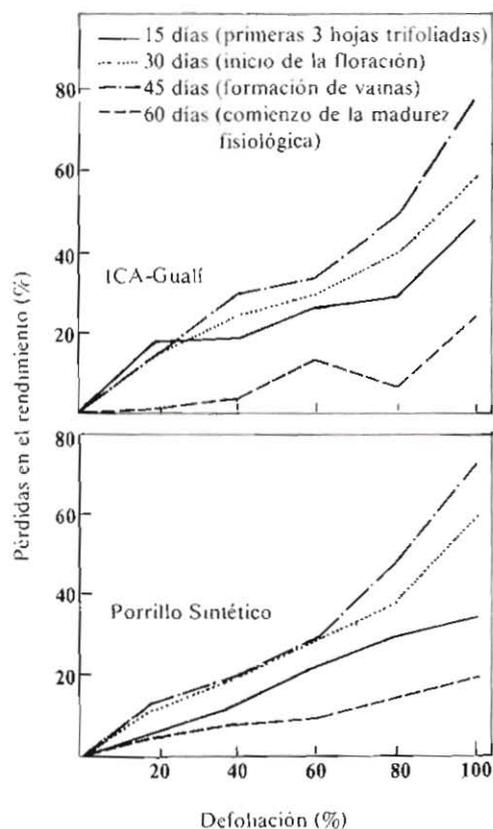


Figura 23. Pérdidas causadas por la defoliación artificial de las variedades ICA-Gualí y Porrillo Sintético (CIAT, 1975).

\* International Uniform Host Nursery

presentado en los informes anuales del CIAT correspondientes a años anteriores. La eliminación de patógenos transmitidos por la semilla continuó siendo un proyecto prioritario. Se logró la limpieza de 1.453 variedades y colecciones en el invernadero, dentro de las cuales se incluyeron las líneas promisorias para el programa de fitomejoramiento, variedades diferenciales de diversos patógenos, materiales del VIRF, como también variedades de Colombia, Guatemala, Perú, Honduras, Ecuador, México y Chile. Bajo condiciones de siembras de campo, se multiplicó semilla limpia de 1.008 variedades.

Se continuó con la búsqueda de áreas apropiadas para producir semilla limpia y están en etapa de desarrollo varios proyectos cooperativos en Brasil, Perú, Guatemala, Ecuador y Colombia. También se está estudiando la posibilidad de producir semilla de ciertas variedades en regiones que son desfavorables para el desarrollo de algunos patógenos, en lugar de enviarla nuevamente a su sitio de origen.

### Hongos transmitidos por la semilla

La semilla recolectada como parte del estudio agroeconómico que se presenta en la sección de economía fue sometida a pruebas de germinación y a examen minucioso para constatar la presencia de hongos alojados en su interior. Se hizo un ensayo con 100 semillas de cada uno de los nueve lotes de semilla por región. Los siguientes géneros y especies de hongos alojados en la semilla fueron aislados en el mencionado examen: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phomopsis* spp., *Alternaria* sp., *Rhizopus* sp., *Monilia* sp., *Acrostalogrammus* sp., *Cladosporium* sp., *Peyronellaea* sp., *Isariopsis griseola*, *Macrophomina phaseoli*, *Botrytis* sp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pestalotia* sp., y otros hongos no identificados.

De las 3.600 semillas sometidas a prueba en este estudio, 1.154 (32 por ciento) contenían hongos dentro de la semilla. De las semillas que contenían hongos, 823 (71 por ciento) no germinaron. Del 32 por ciento de las semillas que no germinaron se aislaron especies de *Fusarium*, siguiendo en su orden: *Phomopsis* sp. (13 por ciento), *Colletotrichum lindemuthianum* (9 por ciento) y *Rhizoctonia solani* (8 por ciento). En la Figura 24 se muestra un método típico de selección para hongos alojados en el interior de la semilla, el cual hace una comparación entre la semilla proveniente del Huila y la semilla limpia producida en el CIAT.

La semilla proveniente del Huila presentó una mayor cantidad de hongos alojados en su interior y menor viabilidad que la semilla procedente de otras tres regiones (Cuadro 37).

De las 900 semillas procedentes del Huila que se sometieron a observación, 737 (81 por ciento) contenían hongos y 536 (60 por ciento) no germinaron. Los lotes de semilla del Huila tenían hasta un 100 por ciento de infección por hongos y sólo un 8 por ciento de germinación. De este estudio se concluye que los hongos transmitidos por semilla son un factor importante en la reducción de la calidad y germinación de la misma.

### Tratamiento de la semilla con fungicidas

#### Penetración de los fungicidas en la semilla y su efecto sobre los hongos alojados en su interior y sobre la germinación

Se hizo un estudio minucioso de la semilla comercial, de baja calidad, de la variedad ICA-Tui. El porcentaje de semillas con hongos alojados en su interior y el porcentaje de germinación fueron de 88 y 41, respectivamente. Se observó que algunos hongos representativos de siete géneros se localizaron dentro de los tejidos de la cubierta de la semilla (testa) y

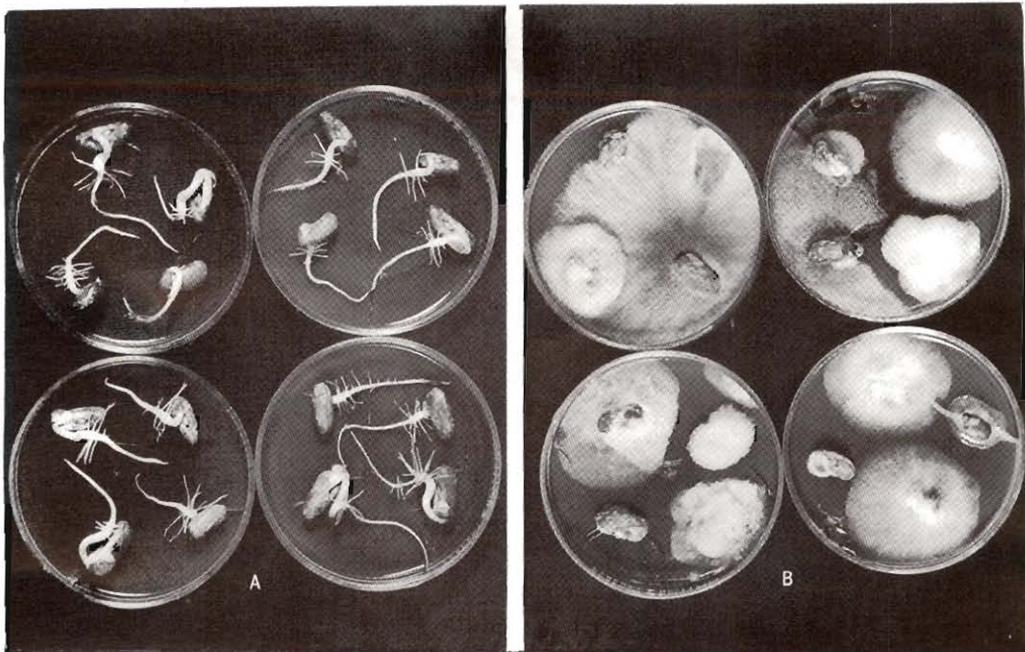


Figura 24. Semilla limpia del CIAT (A) y semilla infestada del Huila (B). Puede observarse el gran número de hongos alojados en el interior de la semilla proveniente del Huila.

ocasionalmente, en los tejidos del embrión (cotiledones). Los fungicidas captan y thiram penetran en la cubierta de la semilla y ocasionalmente, en el embrión. Los dos productos ejercieron un buen control sobre los hongos localizados dentro de la cubierta de la semilla (Cuadro 38). El benomyl (fungicida sistémico) también penetró dentro de la cubierta de la semilla y en el embrión, y fue efectivo en el control de los hongos. El tratamiento de la semilla con fungicidas aumentó significativamente

el porcentaje de germinación en PDA (papa, dextrosa, agar) y la emergencia en suelo esterilizado y en el campo; además, redujo notoriamente el porcentaje de hongos dentro de la semilla. El uso de fungicidas para tratar las semillas sería benéfico en aquellas regiones en las cuales se utiliza semilla de mala calidad para la siembra

El tratamiento de semillas de buena calidad y libre de patógenos con diversos

Cuadro 37 Porcentaje promedio de germinación *in vitro*, total de semillas con hongos y semillas con hongos que no germinaron, con base en semillas provenientes de cuatro regiones de Colombia.

| Región    | Germinación (%) | Total de semillas con hongos (%) | Semillas con hongos que no germinaron (%) |
|-----------|-----------------|----------------------------------|---|
| Huila     | 40              | 82                               | 60  |
| Valle     | 91              | 10                               | 7   |
| Antioquia | 88              | 17                               | 10  |
| Nariño    | 86              | 19                               | 11  |

\* Con base en 100 semillas por cada uno de los nueve lotes de semilla por región.

Cuadro 38. Porcentaje de hongos alojados en el interior de la semilla, germinación in vitro (PDA) y emergencia en suelo estéril (invernadero) y en el campo de semilla de mala calidad (var. ICA-Tui), tratada o no tratada.

| Tratamiento | Germinación in vitro (PDA) (%) | Emergencia (%) |       | Total de semillas con hongos (%) |
|-------------|--------------------------------|----------------|-------|----------------------------------|
|             |                                | Suelo estéril  | Campo |                                  |
| Captan      | 73                             | 68             | 53    | 14                               |
| Thiram      | 72                             | 66             | 52    | 15                               |
| Benomyl     | 73                             | 65             | 47    | 12                               |
| Testigo     | 41                             | 33             | 35    | 88                               |
| d.m.s. 5%   | 19                             | 18             | 8     | 13                               |
| 1%          | 29                             | 28             | 12    | 21                               |

fungicidas, no presentó beneficio alguno; sin embargo, el tratamiento de semillas infectadas y de mala calidad, con los mismos fungicidas, aumentó significativamente el porcentaje de emergencia y el establecimiento del cultivo.

## AGRONOMIA

### Ensayos de variedades

En 1975, se intensificaron los estudios de rendimiento experimental sobre introducciones de frijol y hasta la fecha, se han establecido 14 ensayos de rendimiento, para los que se utilizaron tres niveles de prueba:

1. En los Ensayos Preliminares de Rendimiento, se selecciona en el CIAT un gran número de materiales y algunas veces se seleccionan por segunda vez en Popayán, la localidad de mayor altitud. Las introducciones se cultivan bajo condiciones de competencia y en parcelas replicadas.

De las 750 selecciones promisorias que el grupo de trabajo del Programa de Frijol ha identificado hasta la fecha, se seleccionaron 331 del tipo no trepador, por su alto potencial de rendimiento. De las 331, han sido probadas 126 en los Ensayos Preliminares de Rendimiento. La semilla del material restante se está

limpiando y/o multiplicando para ser probada durante 1976. La mayoría de las variedades de alto rendimiento son de grano negro, pero también se han identificado algunas introducciones promisorias de otros colores. En estos ensayos se incluyen las evaluaciones que se hacen para determinar las reacciones al virus del mosaico común, roya y añublo bacterial.

2. En los Ensayos Uniformes de Rendimiento, sembraron las mismas 40 variedades de alto rendimiento en la sede del CIAT, Popayán y Montería (localidades de Colombia) y en Boliche, Ecuador. El objetivo primordial de estos ensayos es el de probar la adaptabilidad de estos materiales promisorios bajo diferentes condiciones ambientales.

Se cosecharon los Ensayos Uniformes de Rendimiento sembrados en la sede del CIAT, Popayán y Boliche; en el Cuadro 39 se presentan las variedades que alcanzaron mayores rendimientos en cada localidad. Cuatro de las cinco mejores variedades en los ensayos de 1974 (establecidos en cinco localidades) se encuentran nuevamente entre las variedades de más alto rendimiento durante este año.

De éstas, las de mejor grado de adaptación fueron P459 (Jamapa), P302 (PI 309-804) y P511 (S-182-R).

Cuadro 39. Materiales de frijol de más alto rendimiento en tres Ensayos Uniformes de Rendimiento realizados en 1975, en comparación con los ensayos de 1974.

| Localidad         | Materiales de más alto rendimiento |               | Rendimiento (ton/ha) | Tipo de crecimiento | Color  |
|-------------------|------------------------------------|---------------|----------------------|---------------------|--------|
|                   | Número                             | Nombre        |                      |                     |        |
| CIAT (1975)       | * P459                             | Jamapa V.     | 3,32                 | II                  | negro  |
|                   | P737                               | Jamapa CR.    | 3,09                 | I                   | negro  |
|                   | * P511                             | S-182-R       | 3,07                 | II                  | negro  |
|                   | * P302                             | PI 309-804    | 2,98                 | II                  | negro  |
|                   | * P560                             | Var 51051     | 2,96                 | II                  | negro  |
|                   | P506                               | 73 Vul 6542   | 2,95                 | II                  | blanco |
| Popayan           | P498                               | Puebla 152    | 3,09                 | III                 | negro  |
|                   | * P302                             | PI 309-804    | 3,04                 | II                  | negro  |
|                   | P512                               | S-166-A-N     | 2,84                 | II                  | negro  |
|                   | P588                               | ICA-Huasano   | 2,82                 | II                  | negro  |
|                   | P326                               | PI 310-740    | 2,80                 | III                 | negro  |
|                   | * P459                             | Jamapa V.     | 2,78                 | II                  | negro  |
| Bolíche           | * P302                             | PI 309-804    | 2,56                 | II                  | negro  |
|                   | * P459                             | Jamapa V      | 2,52                 | II                  | negro  |
|                   | P445                               | Guat. 2226    | 2,47                 | II                  | negro  |
|                   | * P675                             | ICA-Pijao     | 2,46                 | II                  | negro  |
|                   | P418                               | Col. 12-E     | 2,42                 | II                  | negro  |
|                   | * P511                             | S-182-R       | 2,37                 | II                  | negro  |
| Ensayos de 1974** | P566                               | Porrillo Sint | 2,3 - 2,8            | II                  | negro  |
|                   | * P675                             | ICA-Pijao     | 2,3 - 3,1            | II                  | negro  |
|                   | * P737                             | Jamapa CR.    | 2,9 - 2,7            | I                   | negro  |
|                   | * P459                             | Jamapa V.     | 1,8 - 2,6            | II                  | negro  |
|                   | * P560                             | Var. 51051    | 2,1 - 2,5            | II                  | negro  |

\* Uno de los mejores materiales en un mínimo de dos ensayos.

\*\* Rendimientos mínimos y máximos de los ensayos en las tres localidades.

Las variedades P675 (ICA-Pijao) y P560 (Var 51051) dieron altos rendimientos solamente en algunas localidades. La variedad P566 (Porrillo Sintético), la cual fue la de mejor rendimiento en los ensayos de 1974, sufrió severamente a causa del añublo bacterial y por lo tanto en 1975 se clasificó en el décimo lugar.

- Los Ensayos Internacionales de Rendimiento, se consideran como una actividad de cooperación en la cual se prueban en diferentes localidades las líneas promisorias del CIAT o de programas nacionales de fitomejoramiento de frijol.

Durante el segundo semestre se sembraron cinco ensayos en diversas localidades de Colombia y Ecuador, con el fin de determinar la metodología más adecuada para establecer estos ensayos. En el Cuadro 40 se presenta el modelo utilizado. Esta metodología experimental, propuesta por el grupo de trabajo del Programa de Frijol del CIAT, se discutió durante el Simposio sobre Fitomejoramiento de Frijol, realizado en octubre de 1974. Con tal objeto se tendrán en cuenta las sugerencias hechas por los participantes a este simposio. A comienzos de 1976, se enviará el esquema modificado de los

#### Cuadro 40. Metodología experimental propuesta para los Ensayos Internacionales de Rendimiento de Frijol

No. de introducciones: 25, de las cuales 20 son comunes para todas las localidades y 5 son variedades o selecciones locales, de las 20 variedades comunes, 10 son negras y las otras de distintos colores.

Diseño: Látice triple con tres replicaciones.

Tamaño de la parcela:  $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$ , compuesto por 6 surcos de 5 metros de longitud y 50 cm entre surcos; el área útil es de  $2 \times 4 = 8 \text{ m}^2$ .

Población de plantas: Se redujo a 250.000 plantas/ha. mediante aclareo.

Control de insectos y enfermedades: De acuerdo a las recomendaciones locales para obtener una buena producción de frijol, se puede sembrar una replicación adicional o dos replicaciones separadas sin control de insectos y/o enfermedades para realizar observaciones locales sobre resistencia

Fertilización, control de malezas y riego: Como se recomienda localmente para obtener una buena producción de frijol

Ensayos Internacionales de Rendimiento a las instituciones cooperadoras.

### Estudios sobre la fertilización del frijol

#### Fertilización con boro

En los Informes Anuales del CIAT de 1973 y 1974 se mencionan los estudios hechos en esos años sobre la deficiencia de boro, problema que es de importancia en los terrenos de la sede del CIAT. En 1975, se hicieron algunos estudios adicionales con el fin primordial de determinar los efectos residuales de las aplicaciones de B y las diferencias de respuesta entre las variedades. La Figura 25 muestra el efecto de las aplicaciones de B sobre los rendimientos, en tres cosechas consecutivas de la variedad ICA-Tui. En la siembra inicial, la aplicación de 1 kg/ha de B fue suficiente para lograr el máximo rendimiento. Sin embargo, en las siembras posteriores, el efecto residual de esta aplicación no fue suficiente y los máximos rendimientos en tales siembras se obtuvieron solamente cuando se hizo una mayor aplicación (2-4 kg/ha de B) en la primera siembra. En base de que se han observado síntomas de toxicidad de B en el estado de plántula en varios lotes de la sede del CIAT después de la aplicación de 2-3 kg/ha de B, especialmente durante la estación de sequía,

se recomienda aplicar únicamente de 1-2 kg/ha de B y si es necesario, repetir la aplicación en el semestre siguiente.

Para determinar si es necesario fertilizar con B, se deben establecer los niveles críticos de B en los tejidos foliares y en el

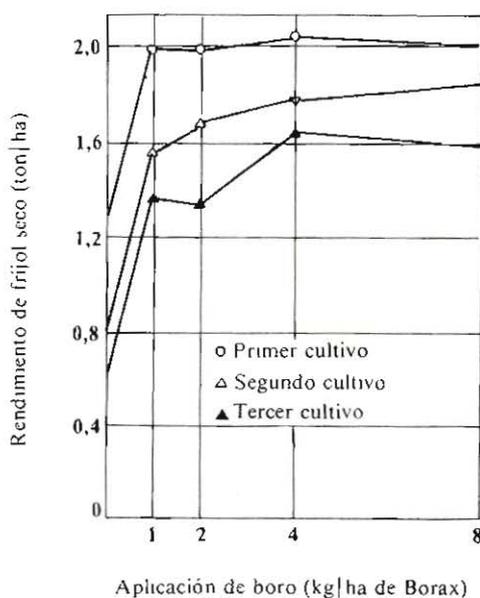


Figura 25. Efecto de una sola aplicación al suelo de diversas cantidades de B, sobre los rendimientos de la variedad ICA-Tui en tres siembras consecutivas (CIAT).

suelo. Las correlaciones entre el rendimiento de frijol y el contenido de B en las hojas y suelo, mostraron que se pueden esperar aumentos en el rendimiento mediante la aplicación de B, si el contenido de B en las hojas superiores al momento de la floración es menos de 25 ppm y si en el suelo la concentración de B soluble en agua caliente es menos de 0,4 ppm.

La siembra de 14 variedades promisorias, con aplicación de tres niveles de B, indicó que existe una mayor susceptibilidad a la deficiencia de B en las 11 variedades de frijol negro que en las dos variedades de frijol rojo ensayadas (Figura 26). En efecto, la respuesta del frijol mungo (*Vigna radiata*) a la fertilización con B fué negativa. Se confirmó que el nivel crítico de B, en el tejido foliar, es de 20-25 ppm determinado en las 11 variedades de frijol negro.

Cuando la deficiencia de B no es lo suficientemente severa para inhibir el crecimiento inicial, las aplicaciones

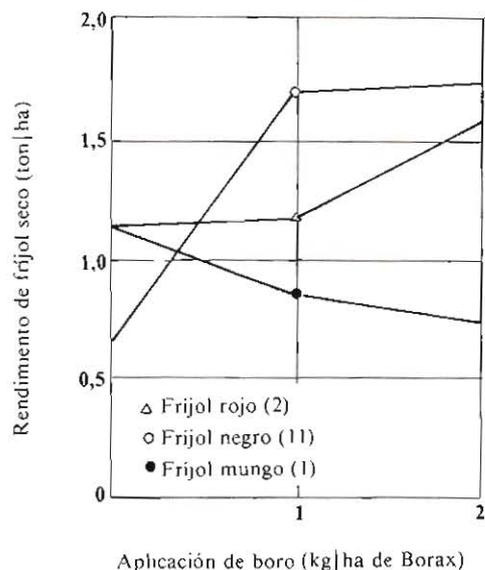


Figura 26. Efecto de las aplicaciones de B al suelo sobre los rendimientos de dos variedades de frijol rojo y once negras (*Phaseolus vulgaris*) y una de frijol mungo (*Vigna radiata*).

foliares se pueden considerar como una alternativa más económica que la aplicación al suelo. En un ensayo, los rendimientos más altos se obtuvieron mediante tres aplicaciones foliares de una solución de B al 0,1 por ciento, lo cual equivale a una aplicación de Borax al 1 por ciento o de Solubor al 0,5 por ciento. La aplicación de B a una concentración de 0,2 y 0,4 por ciento produjo síntomas severos de toxicidad y reducción de los rendimientos.

### Fertilización con fósforo

En muchos suelos de América Latina el fósforo es el elemento limitante primordial en la producción de frijol. La Figura 27 muestra la respuesta del frijol a las aplicaciones de este fertilizante en los suelos de cenizas volcánicas de Popayán, muy deficientes en P. Mediante la aplicación de superfosfato triple (SFT), fuente soluble, se obtuvieron los mayores rendimientos con 300 kg/ha de  $P_2O_5$ . Con la aplicación de fuentes menos solubles, como Escoria Thomas, roca fosfórica y

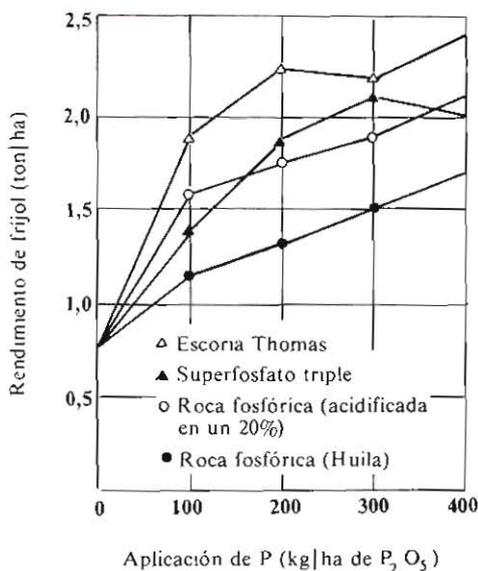


Figura 27. Respuesta de la variedad Porrillo Sintético a varios niveles de aplicación de P provenientes de cuatro fuentes (Popayán, 1975).

roca fosfórica acidificada en un 20 por ciento con ácido sulfúrico, la planta de frijol mostró respuesta a una aplicación de hasta 400 kg|ha de  $P_2O_5$ . La Escoria Thomas fue la más efectiva cuando las aplicaciones se hicieron al voleo o bien, incorporadas al suelo. Probablemente, la aplicación de superfosfato triple en bandas habría mejorado su eficiencia. La roca fosfórica del Huila fue la fuente menos efectiva, pero su aplicación en altos niveles fue significativamente provechosa y económica. La acidificación parcial de la roca fosfórica aumentó su eficiencia hasta el nivel del SFT. Este tratamiento, que se puede hacer a nivel de finca, aumenta el costo del fertilizante desde Col\$4,6 hasta Col\$9,5 por kilogramo de  $P_2O_5$  transformándolo en una fuente de P muy atractiva en comparación con el SFT, el cual, actualmente, tiene un costo de Col\$24,5 por kilogramo de  $P_2O_5$  (Figura 28). La Escoria Thomas es muy efectiva y económica (Col\$4 por kilogramo de  $P_2O_5$ ) pero no puede satisfacer la demanda de fertilizantes fosfatados.

Se estudiaron dos fuentes adicionales: fosfato de magnesio fundido y roca fosfórica + azufre. Los rendimientos obtenidos con fosfato de magnesio fundido no fueron significativamente diferentes a los logrados con SFT; los resultados de la aplicación de la mezcla de roca fosfórica + S no fueron muy distintos a los de la roca fosfórica sola. En consecuencia, los resultados obtenidos con estas dos fuentes no se incluyen en el presente informe. La correlación entre el rendimiento del frijol y el porcentaje de P en las hojas superiores al momento de la floración, mostró un nivel crítico (0,35 por ciento) del contenido de P en las hojas.

### Fertilización con nitrógeno

El INIAP, en Boliche, Ecuador, estableció mediante ensayos previos que el nitrógeno es el elemento limitante primordial de la producción de frijol. Se hizo un ensayo cooperativo para estudiar los

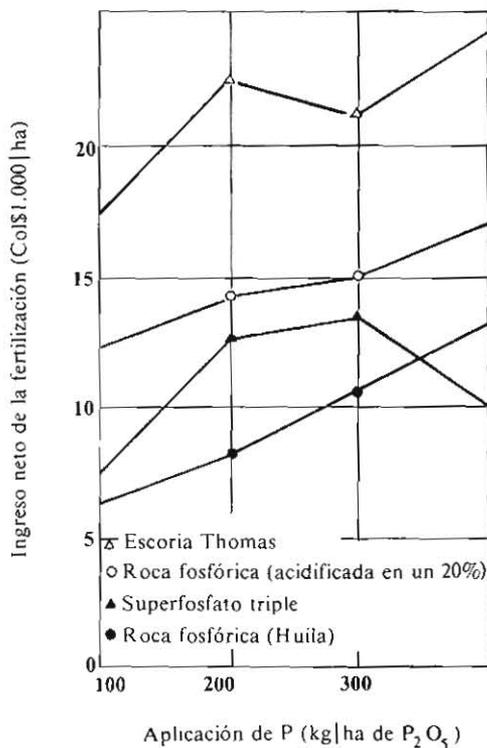


Figura 28. Ingreso neto (Col\$) de la fertilización de frijol con diversas fuentes y niveles de P (Popayán, 1975).

niveles, fuentes, épocas y método de aplicación de N. Se aplicaron niveles hasta de 800 kg|ha de N para determinar los posibles efectos negativos sobre los rendimientos, como también, el rendimiento potencial real del Porrillo Sintético bajo las condiciones climáticas favorables que existen en esta estación experimental. La Figura 29 muestra que el máximo rendimiento de 3,76 ton|ha se obtuvo con esta variedad arbustiva y que la aplicación fraccionada del N no tiene efectos positivos sobre el rendimiento. Esto confirma los resultados que se incluyeron en el Informe Anual del CIAT de 1974. La Figura 30 muestra que no hubo diferencias significativas entre la urea y el sulfato de amonio, pero indica que la efectividad de la aplicación en bandas fue considerablemente inferior a las aplicaciones de N al voleo en todos los niveles. El frijol

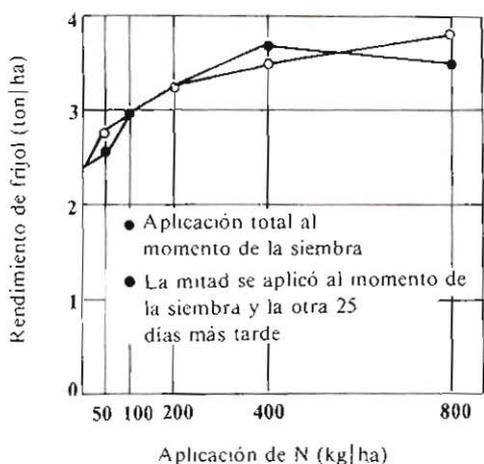


Figura 29 Respuesta de la variedad Porrillo Sintético a varios niveles de N, aplicados en su totalidad al momento de la siembra o en forma fraccionada (Boliche, Ecuador, 1975).

respondió positivamente a dosis de aplicación de N tan altas como 200-400 kg/ha, sin que se observara efecto negativo alguno, hasta los 800 kg/ha.

### Interacción N x P

El efecto de la fertilización con N y P sobre el rendimiento de tres variedades de

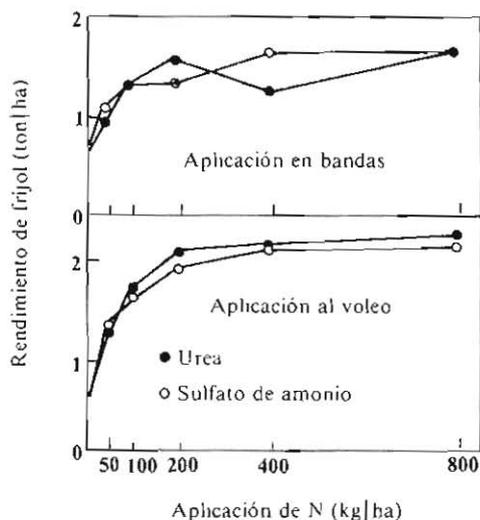


Figura 30. Respuesta de la variedad Porrillo Sintético a diversos niveles de N aplicados como urea o sulfato de amonio, en bandas o al voleo (Boliche, Ecuador, 1975).

frijol se estudió, en cuatro localidades durante dos semestres. En la Figura 31 se muestran las respuestas del rendimiento de la variedad Tui en Popayán, La Zapata y Carimagua. En los suelos de origen volcánico, con un alto contenido de

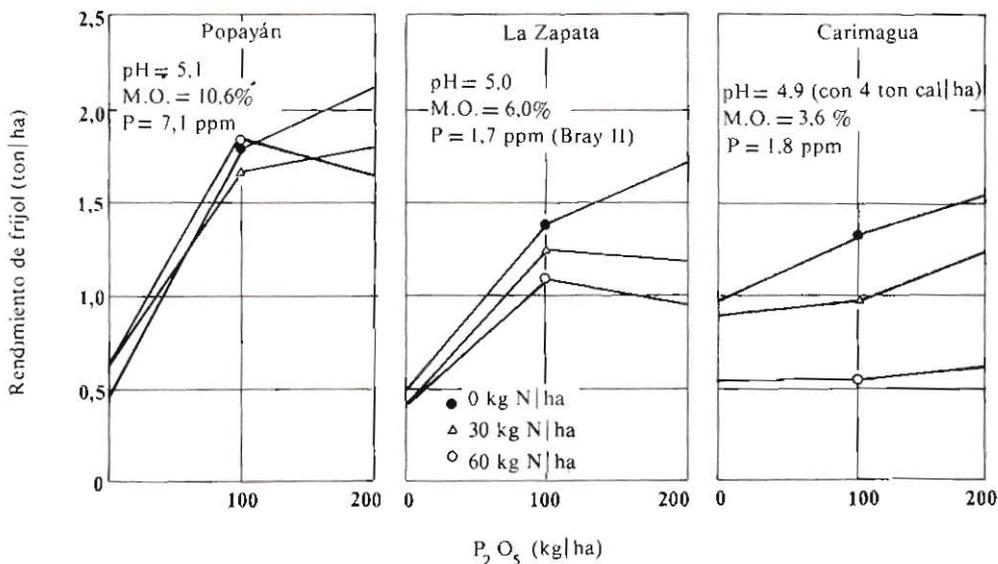


Figura 31 Respuesta de la variedad ICA-Tui a las aplicaciones de N y P en Popayán, La Zapata y Carimagua.

materia orgánica, característicos de la zona cercana a Popayán, el frijol respondió especialmente a la aplicación de P, y sólo cuando se satisfizo este requerimiento, se observó una clara respuesta a la aplicación de N. En los suelos oxisoles, de muy baja fertilidad, de Carimagua, el frijol respondió principalmente a N, y sólo al satisfacer los requerimientos de N se observó respuesta a la aplicación de P. En el suelo de La Zapata, sujeto al efecto de las cenizas volcánicas, con un contenido intermedio de materia orgánica y bajo contenido de P, el frijol respondió igualmente bien a N y a P. En todas las localidades, se obtuvo una respuesta máxima a P al aplicar altos niveles de N y de igual manera, la máxima respuesta a N se logró mediante la aplicación de altos niveles de P.

## Prácticas agronómicas

### Época de la siembra

Se continuaron los ensayos descritos en el Informe Anual del CIAT de 1974, en relación con la época de siembra, realizados en las cercanías de Popayán. La Figura 32 muestra que, si se hace un control adecuado de insectos y de enfermedades, se pueden lograr excelentes rendimientos sembrando el frijol de diciembre a marzo, cuando la precipitación mensual es de aproximadamente 150 a 200 milímetros. Se obtuvieron rendimientos extremadamente bajos en la siembra de mayo a octubre, debido a que la lluvia es escasa de mayo a agosto, pero excesiva de octubre a diciembre. Con excepción de la siembra de mayo y abril, el control de insectos y enfermedades fue esencial para obtener rendimientos aceptables. Durante el segundo semestre, la precipitación alta favoreció el desarrollo de la antracnosis hasta el grado de que no se logró obtener ninguna cosecha del cultivo. Es posible que la severidad del daño causado por las poblaciones de insectos y las enfermedades haya aumentado gradualmente en estos

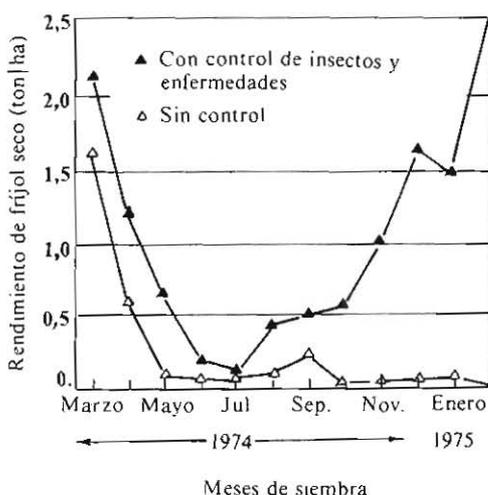


Figura 32. Efecto del mes de siembra sobre los rendimientos de la variedad ICA-Tui, cultivada con o sin control de insectos y enfermedades (Popayán, 1974-1975).

experimentos en contraste con lo que sucede bajo condiciones normales en los cultivos de frijol que se siembran una o dos veces por año. Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden representar una situación extrema. Sin embargo, tales resultados indican que es más factible obtener una producción comercial satisfactoria de frijol durante las siembras del primer semestre.

### Coberturas del suelo

En la sede del CIAT, se sembraron dos ensayos para estudiar los efectos de la cobertura del suelo con residuos de cosecha sobre el desarrollo de las malezas, temperatura del suelo, humedad, fertilidad y rendimientos del frijol. El Cuadro 41 muestra que los mayores rendimientos se obtuvieron con una cobertura de residuos de maíz, tamo de arroz y malezas muertas del género *Amaranthus*. Esta última aumentó significativamente los niveles de P y K del suelo, posiblemente eliminando la deficiencia de P (el nivel crítico de P en el suelo es, aproximadamente, 15 ppm). Todos los tratamientos de cobertura redujeron el crecimiento de malezas siendo

Cuadro 41. Efecto de diferentes coberturas del suelo sobre la producción de frijol, crecimiento de malezas y características del suelo.

| Tratamiento                           | Rendimiento de frijol (ton/ha) | Malezas <sup>1</sup> (g/m <sup>2</sup> ) | Temperatura del suelo <sup>2</sup> (°C) | Humedad del suelo <sup>3</sup> (%) | Análisis del suelo <sup>4</sup> |                |
|---------------------------------------|--------------------------------|--|---|------------------------------------|---------------------------------|----------------|
|                                       |                                |  |   |                                    | P (ppm)                         | K (meq/100 gm) |
| Testigo enmalezado                    | 1,80                           | 948                                      | 26,7                                    | 20,8                               | 12,6                            | 0,44           |
| Testigo sin malezas                   | 1,92                           | 292                                      | 26,2                                    | 20,3                               | -                               | -              |
| Residuos de maíz                      | 2,06                           | 208                                      | 24,2                                    | 21,1                               | 11,8                            | 0,44           |
| Tamo de arroz                         | 2,05                           | 336                                      | 24,6                                    | 20,8                               | 14,4                            | 0,49           |
| Hojas de plátano                      | 1,94                           | 184                                      | 24,0                                    | 20,6                               | 13,8                            | 0,46           |
| Hojas de caña de azúcar               | 1,95                           | 304                                      | 24,5                                    | 20,7                               | 12,7                            | 0,71           |
| Malezas muertas ( <i>Amaranthus</i> ) | 2,23                           | 728                                      | 25,2                                    | 21,7                               | 23,1                            | 0,71           |

<sup>1</sup> Malezas recolectadas al momento de la cosecha

<sup>2</sup> Promedio de cuatro determinaciones a 10 cm de profundidad

<sup>3</sup> Promedio de tres determinaciones a 20 cm de profundidad

<sup>4</sup> Análisis del suelo después de la cosecha.

más efectivas las hojas de plátano y menos efectiva el *Amaranthus* spp. Los tratamientos redujeron la temperatura del suelo en aproximadamente 2 a 2,5°C, pero ejercieron poco efecto sobre la humedad.

#### Uso de herbicidas de contacto para acelerar la madurez

La alta precipitación durante la maduración puede inducir la producción de nuevos retoños y nueva floración, cuando las vainas previamente formadas están en proceso de secamiento. Las hojas recién formadas impiden el secamiento adecuado de estas vainas y esto puede resultar en su pudrición. Bajo estas condiciones, la aplicación de un herbicida de contacto, como el paraquat, puede aumentar la defoliación y acelerar la madurez. Una aplicación de paraquat (1,5 por ciento) 10 a 20 días antes de la cosecha, fue el tratamiento que dió mejores resultados y no produjo efectos perjudiciales sobre la germinación de la semilla de las dos variedades ensayadas.

#### Control de malezas

Se compararon los cultivos de frijol y maíz, individualmente, con el cultivo

asociado de las dos especies para determinar si el efecto de los insumos, en el control de malezas, es equivalente para los tres sistemas.

El maíz y el frijol se sembraron el mismo día, en almácigos de 1,8 metros de ancho, con dos surcos de maíz y tres surcos de frijol, o bien, dos surcos de maíz y uno de frijol por almácigo. Se utilizó una variedad de maíz braquítico y una de frijol arbustivo. Los tratamientos estudiados fueron: ningún control de malezas, una o dos desyerbas manuales, y uso de un herbicida preemergente.

Se observó que 20 días después de la siembra, se habían desarrollado pocas malezas en las parcelas de frijol en monocultivo, en comparación con las de maíz o maíz y frijol, lo cual refleja la habilidad competitiva de una densa población de frijol (240.000 plantas/ha). Esta relación persistió hasta la cosecha (Cuadro 42). De la misma manera, en la parcela de maíz intercalado con frijol, se observó una menor cantidad de malezas que en las parcelas de maíz en monocultivo. Se comprobó que, en todos los sistemas, una desyerba manual fue suficiente para lograr un control adecuado

respuesta del frijol arbustivo a la densidad de siembra. En uno de los ensayos las densidades establecidas de 20, 40, 60 y 80 plantas/m<sup>2</sup> se habían reducido, al momento de la cosecha, hasta aproximadamente 14, 26, 36 y 46 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente.

### Frijol trepador

En el Informe Anual del CIAT de 1974 se hizo énfasis en la necesidad de realizar estudios más detallados sobre densidades de siembra en frijol trepador. Los resultados obtenidos este año confirman la necesidad de utilizar densidades de siembra superiores a las empleadas convencionalmente, pero sugieren que las densidades de siembra adecuadas deben ser menores que las consideradas al iniciarse esta investigación (40 a 80 plantas/m<sup>2</sup>). A nivel de los agricultores, es común la siembra intercalada de maíz y frijol, con una densidad máxima de 40.000 plantas/ha. Con el fin de evaluar esta práctica, se sembró maíz a una densidad constante de 40.000 plantas/ha con densidades de frijol que oscilaron entre 40.000 y 320.000 plantas/ha. Estos tratamientos se compararon con monocultivos de frijol, plantadas con las mismas densidades, para lo cual se construyó un sistema de soporte de las plantas en espaldera con bambú, alambre y cordel. En este sistema de siembra, las espalderas se espaciaron un metro y se sembraron dos surcos por espaldera. La Figura 35 muestra una reducción en el rendimiento, a medida que aumenta la población de plantas de frijol, como también un aumento en el rendimiento de maíz al sembrar ambos cultivos en asociación, a una densidad equivalente a 40.000 plantas/ha. Aparentemente, no existe ninguna interacción sistema|densidad puesto que los rendimientos de frijol, en monocultivo y en asociación, fueron máximos a una densidad de 160.000 plantas de frijol/ha. La diferencia en los rendimientos de frijol, entre los dos sistemas, fue significativa en todas las densidades. La Figura 36 hace

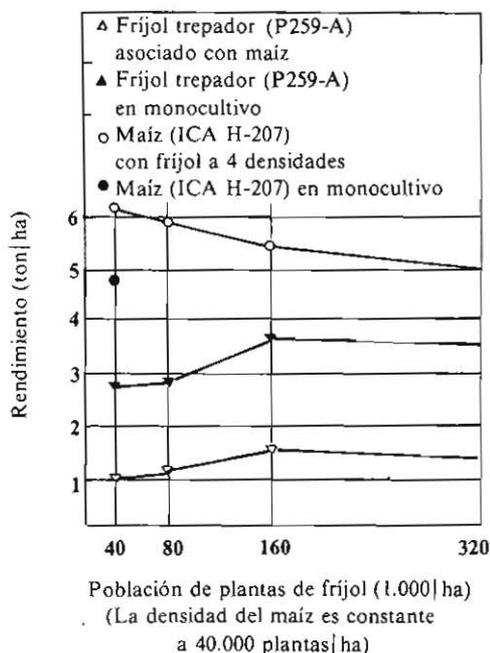


Figura 35. Rendimientos del frijol y del maíz en monocultivo y en asociación con cuatro densidades de siembra del frijol.

una comparación entre los rendimientos de maíz y frijol, al utilizar cuatro tipos de maíz, como soporte de la variedad chilena P259-A. Los rendimientos de esta variedad en monocultivo alcanzaron un nivel de 2,0 ton/ha.

En ensayos agronómicos para comparar los sistemas de soporte de las plantas de frijol utilizando plantas de maíz versus espaldera o estacas, el valor total de la cosecha de frijol, o frijol más maíz, aumentó notablemente a densidades de siembra mayores y fue casi independiente del sistema (Figura 37). Los valores máximos de la cosecha se obtuvieron con el sistema de monocultivo de frijol a densidades de siembra por encima de 80.000 plantas/ha y con la asociación maíz|frijol a densidades de siembra del frijol superiores a 60.000 plantas/ha. El ingreso neto obtenido con estos sistemas es una función de varios factores: los costos iniciales del establecimiento del cultivo (frijol trepador, en monocultivo), valor de

tiernas) permitiría obtener más de dos cosechas al año.

### Cultivos múltiples

De las investigaciones hechas acerca del sistema de siembra de frijol intercalado con maíz, se obtuvieron conclusiones tentativas sobre diversos factores como fechas de siembra, densidades, orientación óptima de las plantas con relación a su posición espacial en el terreno y diseño del sistema de siembra. Bajo las condiciones de la sede del CIAT, la fecha óptima de siembra para el frijol arbustivo (200.000 plantas/ha) es 15 días antes del maíz (40.000 plantas/ha). Bajo este sistema de asociación, los rendimientos de frijol no fueron significativamente menores a los del sistema de monocultivo, y el rendimiento de maíz tampoco se vio afectado. Esta relación se debe probar bajo densidades de siembra y niveles de rendimiento mayores. Las observaciones preliminares del frijol trepador, en asociación con maíz, indican que la siembra simultánea es óptima para la producción de frijol, presentándose solamente un efecto de competencia mínimo sobre los rendimientos del maíz.

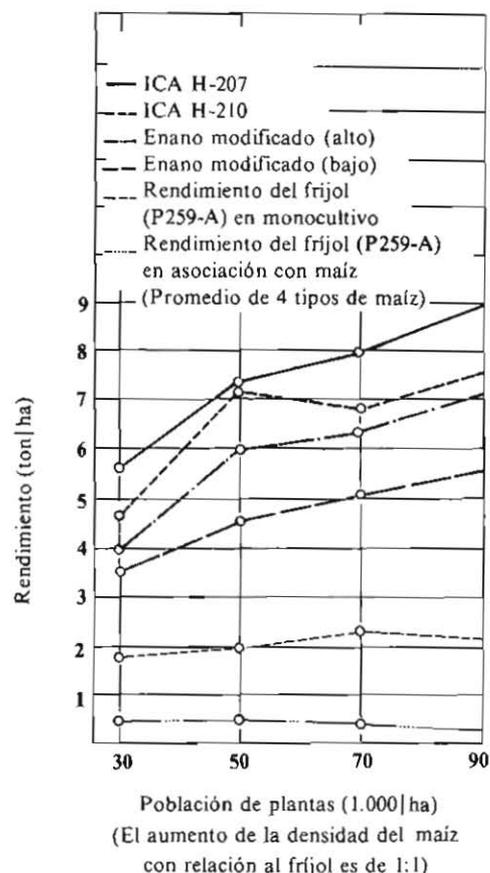


Figura 36. Rendimientos del frijol en monocultivo y en asociación con maíz con cuatro densidades de siembra.

la semilla (el cual varía con la densidad de siembra), gastos de siembra, protección del cultivo y cosecha (esta última es función que parcialmente depende del rendimiento). El número de cosechas por año está relacionado con la disponibilidad de agua de riego y de mano de obra para poner en operación el sistema de cultivo que se adopte. Es probable que los pequeños agricultores con escasos recursos puedan cultivar el frijol en una forma rentable, sembrando en monocultivo, con soportes artificiales, o en asociación con maíz, en altas densidades de frijol, para obtener altas retribuciones al utilizar la mano de obra familiar en áreas pequeñas. La cosecha temprana del maíz (mazorcas

En el Informe Anual del CIAT de 1974 se demostró que, a una densidad dada, el sistema de siembra del maíz y la disposición de los surcos afectan los rendimientos del frijol. Con el fin de reducir aún más el efecto de la competencia del maíz por la luz, se están adelantando ensayos en los que se intercalan surcos dobles de maíz con cuatro surcos de frijol. En esta forma, el frijol aún dispone de un sistema adecuado de soporte puesto que las plantas quedan espaciadas a un máximo de 40 cm de los surcos de maíz.

En la Figura 38 se ilustran los efectos de esta asociación de cultivos sobre el ataque del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*). La asociación de maíz con frijol arbustivo, sembrado seis días antes del maíz, retardó la infestación, en comparación con el testigo de maíz en

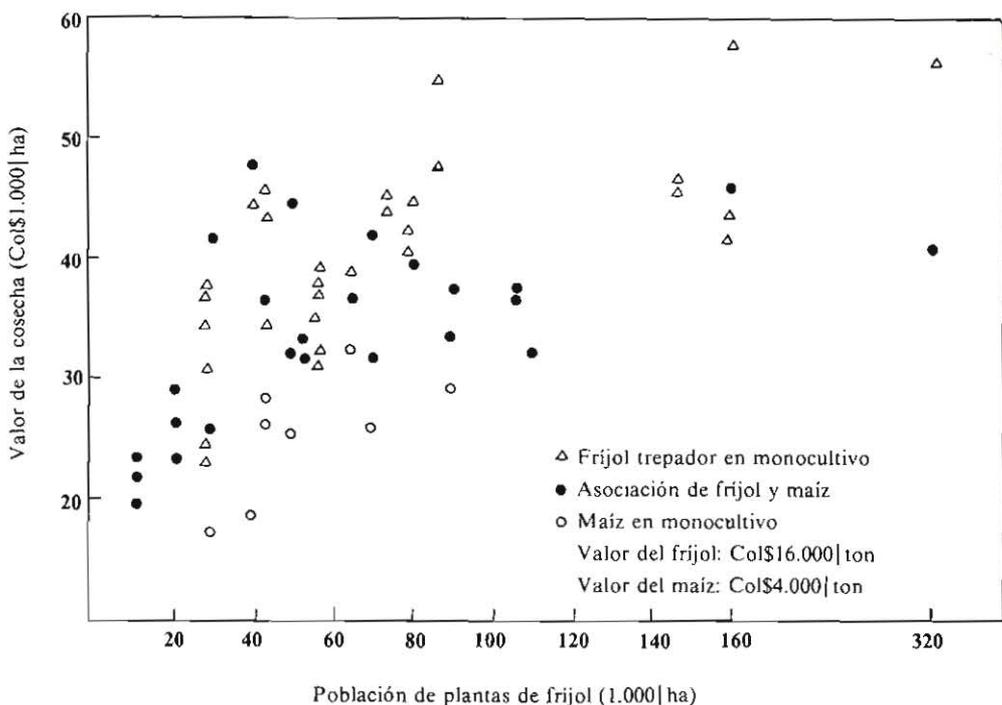


Figura 37 Valor de la cosecha de maíz y frijol en monocultivo y en asociación con varias densidades de siembra.

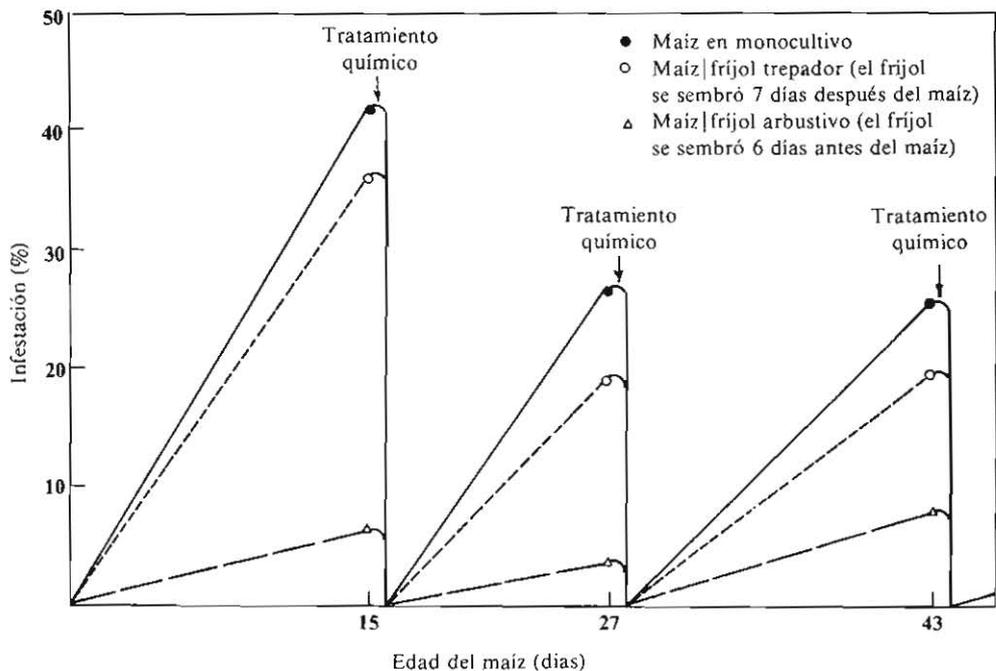


Figura 38. Infestaciones del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) para tres edades de la planta y tres sistemas de cultivo (CIAT).

monocultivo. En frijol trepador, sembrado siete días después del maíz, esta diferencia se redujo drásticamente. Este mismo patrón de infestación diferencial persistió durante tres fechas consecutivas de observación e incluso, después de haber tratado químicamente las infestaciones de **Spodoptera**. Esta reducción en la incidencia de la principal plaga del maíz puede ser una de las razones por las cuales los pequeños agricultores utilizan este sistema de cultivo múltiple; así, por un procedimiento empírico, aseguran la cosecha y minimizan los riesgos, utilizando un bajo nivel de tecnología.

## ACTIVIDADES DE COOPERACION INTERNACIONAL

En 1975, la Junta Directiva del CIAT aceptó la solicitud hecha por el Comité Técnico Asesor del Grupo Consultivo para Investigaciones Agrícolas Internacionales para que el CIAT coordine el establecimiento de una red latinoamericana de investigaciones en frijol. Con base en esta solicitud el Programa de Frijol aceleró su actividad experimental de cooperación internacional y estableció contactos firmes con la mayoría de los programas de investigación en frijol de América Latina. Durante este año, las actividades internacionales se han concentrado en cinco áreas:

1. Adiestramiento. Durante el año, el programa recibió tres estudiantes posdoctorales y dos predoctorales, tres candidatos a la maestría y un total de 18 becarios posgraduados. Por primera vez, cinco becarios provenientes de un mismo país se adiestraron en el CIAT como grupo multidisciplinario. Se proyecta realizar en 1976 un curso de adiestramiento intensivo de un mes sobre producción de frijol con orientación hacia estudios experimentales.
2. Documentación. Una vez más, se dió énfasis a la disponibilidad de literatura sobre frijol y se distribuyeron más de 1.000 tarjetas individuales que contenían compendios de artículos sobre este cultivo a más de 320 científicos que trabajan en investigación en frijol. La sección de microbiología de este programa continuó la distribución de literatura sobre la fijación simbiótica de nitrógeno.
3. Conferencias. Se organizaron dos conferencias durante este año: la primera, sobre fitomejoramiento y germoplasma de frijol y la otra, sobre aspectos de la protección del cultivo. Uno de los principales resultados logrados en el primer simposio fue la mejor definición de la forma como el CIAT debería manejar su programa de fitomejoramiento para satisfacer la multiplicidad de demandas de los programas nacionales (Ver sección sobre colección de germoplasma). En esta reunión también se presentaron algunos puntos de vista para la realización de una serie de ensayos de rendimiento y adaptación, habiéndose aceptado la mayoría de sus fundamentos (ver Cuadro 40). En 1976, se dará comienzo a estos ensayos cuando se disponga de suficiente semilla limpia.
4. Reunión de revisión del programa. Del 21 al 23 de octubre de 1975 se llevó a cabo una reunión de revisión del programa de frijol con una visión externa del mismo. Un comité integrado en su mayoría por científicos latinoamericanos revisó la marcha del programa, con relación a la investigación que se lleva a cabo actualmente, con base en la demanda de actividades futuras del programa, tendencias de la misma y necesidades de personal científico. El interrogante primordial, al cual se le dió adecuada respuesta, fue si las investigaciones del programa del CIAT son aplicables a otras áreas de América Latina.
5. La investigación cooperativa se está realizando en diversos países de

América Latina, a la cual se ha hecho referencia en diferentes párrafos del texto en el presente informe. Las actividades principales han sido: evaluación de variedades de frijol, en Ecuador; selección por resistencia a la roya, en viveros establecidos en 14 países; evaluación de la tolerancia del frijol al mosaico dorado, en Guatemala, y estudios sobre **Rhizobium** y aplicación de fertilizantes, en varias regiones de Colombia. En la realización de estos estudios fue fundamental la colaboración del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y de la Secretaría de Agricultura del Departamento del Cauca. El estudio agroeconómico que se describe en la sección de economía de este programa dependió, en gran parte,

del apoyo brindado por varias instituciones colaboradoras.

Se están adelantando proyectos adicionales de cooperación con algunas instituciones de países desarrollados; tales proyectos se llevan a cabo generalmente, en regiones en las cuales el programa del CIAT no tiene facilidades, experiencia u otras formas de brindarles apoyo. Por tal razón, unos estudiantes en la Universidad de Cornell están investigando la estabilidad del hábito de crecimiento del frijol (Ver Informe Anual del CIAT de 1974) así como las interacciones entre el fotoperíodo y la temperatura. En este programa también participan la Universidad Estatal de Michigan y la Universidad de Hokkaido, en Japón.

## PUBLICACIONES\*

### *Economía*

INFANTE, M. y PINSTRUP-ANDERSEN, P. Análisis agronómico del proceso de producción de frijol de una zona altamente tecnificada, Valle del Cauca, Colombia. In Reunión Anual del PCCMCA, 21a., San Salvador, El Salvador, 1975. Proceedings 1:397-442.

### *Entomología*

WILDE, G. and SCHOONHOVEN, A. VAN. Mechanisms of resistance to *Empoasca kraemeri* in *Phaseolus vulgaris* L. J. of Econ. Ent. (en prensa).

————— SCHOONHOVEN, A. VAN, and LAVERDE, L. G. The biology of *Empoasca kraemeri* on *Phaseolus vulgaris*. Ann. of Ent. Soc. of Am. (en prensa).

### *Cultivos múltiples*

FRANCIS, C.A., FLOR, C.A. and TEMPLE, S.R. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 36p.

Trabajo presentado en: Seminario sobre Cultivos Múltiples, Reunión Anual de la American Society of Agronomy, Knoxville, Tenn., U.S.A. 1975.

FLOR, C.A.; HOWELER, R.H. y GONZALEZ, C.A. Zinc y Boro: dos microelementos limitativos para la producción de arroz y frijol en algunas regiones cálidas de Colombia. In Reunión Anual del PCCMCA, 21a., San Salvador, El Salvador, 1975. Proceedings 1:213-230.

### *Fitopatología*

ELLIS, M.A.; GALVEZ, G.E. and SINCLAIR, J.B. Movement of seed treatment fungicides into bean (*Phaseolus vulgaris*) seed and their effect on seed-borne fungi and germination. In Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Caribbean Division, Cali, Colombia, 1975. Proceedings (en prensa).

GALVEZ, G.E. and CASTAÑO, M. Purification of the whitefly-transmitted bean golden mosaic virus. Turrialba (en prensa).

\_\_\_\_\_ and CASTAÑO, M. Stability and purification of bean golden mosaic virus. In Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Caribbean Division, Cali, Colombia, 1975. Proceedings (en prensa).

\_\_\_\_\_ y DIAZ, A. Purificación y caracterización parcial del mosaico ampollado del frijol. In Reunión Anual del PCCMCA, 21a., San Salvador, El Salvador, 1975. Proceedings 1:235-236.

\_\_\_\_\_ ; GALINDO, J. and ALVAREZ, G. Artificial defoliation for estimating losses due to foliar damage. In Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Caribbean Division, Cali, Colombia, 1975. Proceedings (en prensa).

\_\_\_\_\_ ; GALINDO, J. y ALVAREZ, G. Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares. In Reunión Anual del PCCMCA, 21a., San Salvador, El Salvador, 1975. Proceedings 1:355-357.

YOSHII, K. and GALVEZ, G.E. The effect of rust on yield components of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). In Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Caribbean Division, Cali, Colombia, 1975. Proceedings (en prensa).

\_\_\_\_\_ and GALVEZ, G.E. The therapeutic effect of fungicides for control of bean rust. In Reunión Anual of the American Phytopathological Society, Caribbean Division, Cali, Colombia, 1975. Proceedings (en prensa).

### *Fisiología*

LAING, D.R. International nurseries for yield and adaptation of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Cali, Colombia, CIAT, 1975. 16p.

Trabajo presentado en: Seminario sobre Mejoramiento Genético del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y Fuentes de Germoplasma. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1975.

### *Mejoramiento*

HERNANDEZ-BRAVO, G.; HIDALGO, R. y BRUGA, C. Selección por tolerancia a sequía en frijol, *Phaseolus vulgaris*. In Reunión Anual del PCCMCA, 21a., San Salvador, El Salvador, 1975. Proceedings 1:105-110.





# Sistemas de producción de ganado porcino

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

Las actividades del Programa de Producción de Ganado Porcino del CIAT, durante el año 1975, constituyeron un período de transición hacia la orientación de la nueva filosofía del mismo, la cual enfatizará las actividades de adiestramiento y cooperación internacional. Estudios hechos sobre problemas limitantes de mayor importancia en relación con la utilización eficiente de fuentes alimenticias potencialmente disponibles en América Latina para la alimentación porcina, han constituido la base principal de las actividades de investigación en la unidad o granja experimental del Programa. Las investigaciones nutricionales en la utilización de yuca, de harina o puliduras de arroz y de maíz opaco-2 en sistemas de alimentación porcina han recibido mayor prioridad. La evaluación práctica de estos alimentos ha seguido siendo orientada hacia el desarrollo de sistemas integrados de alimentación para el ciclo de vida completo del cerdo; se han completado algunos datos experimentales relacionados con la utilización de harina de yuca y de maíz opaco-2 a través de un ciclo de vida.

Al efectuar la investigación a largo plazo sobre rendimientos de cerdos criollos o nativos, de razas mejoradas y de sus respectivos cruces, en zonas tropicales, se ha obtenido la información sobre el rendimiento de dos progenies consecutivas y la evaluación de calidad de las canales de los animales que alcanzaron el peso de beneficio. En ambas progenies los cerdos nativos mostraron menores rendimientos que los mejorados o que los cruzados.

El principal objetivo en el área de sanidad porcina ha sido la evaluación económica de los problemas sanitarios que afectan la productividad porcina. Además, la Unidad de Sanidad Animal ha continuado aumentando la información básica de las principales enfermedades que afectan la producción porcina en diferentes áreas de América Latina con miras a identificar prioridades en algunos campos de investigación futura, previas al desarrollo de métodos económicos de prevención y/o control de enfermedades en cerdos.

El Programa de Porcinos ha fortalecido la colaboración y el acercamiento con programas nacionales de producción porcina en América Central y América del Sur, evaluando el potencial de los proyectos de cooperación internacional del CIAT. Las actividades de adiestramiento se han dirigido principalmente a la capacitación de profesionales provenientes de los Programas Cooperativos del CIAT en América Central y América del Sur. En 1975, ocho profesionales han recibido adiestramiento en producción porcina.



## NUTRICION DE PORCINOS

### Yuca

Uno de los aspectos que todavía no ha sido solucionado satisfactoriamente, en relación con el uso de la yuca fresca en la alimentación porcina, se refiere al consumo limitado de este producto, aun cuando se ofrezca a los animales a voluntad, con cantidades restringidas de un suplemento proteínico. La palatabilidad o gustosidad es uno de los factores que se han mencionado como posibles responsables del bajo consumo de yuca fresca en la alimentación de porcinos. En información publicada con anterioridad (Informe Anual del CIAT, 1973) se ha hecho mención a las marcadas diferencias en el consumo entre yuca fresca, dulce y amarga, por los cerdos, en el período de acabado. Se considera que en la yuca dulce aún existen pequeñas cantidades de ácido cianhídrico (HCN; 50-100 ppm) que podrían afectar su palatabilidad, determinando un menor consumo cuando se ofrece la yuca a voluntad. Estudios hechos recientemente con cerdos en

crecimiento y acabado, alimentados con yuca fresca dulce mezclada con azúcar (15 por ciento) o melaza (15 por ciento), indican que la palatabilidad de estas mezclas es ligeramente superior a la de yuca sola (Cuadro 1). El consumo del suplemento proteínico disminuyó desde 1,02 kg|animal|día cuando se utilizó con yuca sola hasta 0,85 kg cuando se utilizó con la mezcla yuca-azúcar. A pesar de que todavía se observa un exceso en el consumo de proteína, las mezclas yuca-melaza y yuca-azúcar proporcionaron un mejor balance energía|proteína que la dieta con yuca sola.

Además de su efecto en la palatabilidad de la yuca fresca, la presencia de ácido cianhídrico (HCN) o de compuestos cianogénicos en las raciones de yuca, está asociada con un posible efecto tóxico para los animales. Experiencias previas (Informe Anual del CIAT, 1974) realizadas con ratas de laboratorio alimentadas con dietas a base de harina de yuca amarga (600 mg HCN|kg de materia seca) demostraron que durante el período de gestación la barrera placentaria protege a los fetos de

Cuadro 1. Comportamiento de cerdos en crecimiento y acabado alimentados a voluntad con suplemento proteínico y yuca adicionada con el 15% de melaza o azúcar.

| Parámetros*                            | Yuca sola | Yuca + melaza | Yuca + azúcar |
|--|-----------|---------------|---------------|
| Aumento de peso diario (kg)            | 0,69      | 0,72          | 0,74          |
| Consumo diario (kg)                    |           |               |               |
| Yuca                                   | 2,99      | 3,37          | 3,11          |
| Suplemento (40% proteína)              | 1,02      | 0,92          | 0,85          |
| Materia seca total                     | 2,03      | 2,27          | 2,17          |
| Alimento aumento de peso               | 2,97      | 3,16          | 2,93          |
| Consumo diario proteína (kg)           | 0,54      | 0,51          | 0,46          |
| Consumo diario energía<br>bruta (kcal) | 8.273,1   | 8.850,5       | 8.767,3       |
| Proteína consumida (%)**               | 23,45     | 20,44         | 18,98         |

\* Cifras correspondientes al promedio de 12 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 21,9 kg y peso final de 87,1 kg. Duración del experimento 91 días

\*\* Valor expresado con base en materia seca

los niveles altos de cianuro o de su principal producto metabólico de detoxificación (tiocianatos). Con el fin de comprobar el posible efecto tóxico de niveles altos de cianuro en dietas para cerdas gestantes se llevó a cabo un experimento usando dietas a base de yuca dulce fresca más un suplemento proteínico adicionado con niveles crecientes de HCN (0, 250 y 500 ppm) en la forma de cianuro de potasio. Los resultados obtenidos indican que aunque existen algunas ligeras alteraciones metabólicas, no se comprobaron sin embargo efectos adversos sobre el desarrollo de los fetos. Observaciones hechas durante el período de lactancia de estas cerdas no demostraron la presencia de efectos residuales de los tratamientos en gestación que pudieran afectar el rendimiento posterior de las cerdas y de sus camadas.

Por su mayor contenido en HCN o glucósidos cianogénicos, la utilización de las variedades de yuca amarga en la alimentación, requieren mayor atención por su posible efecto tóxico. La preparación de harina de yuca reduce el contenido de HCN y por tanto elimina considerablemente las limitaciones

observadas con yucas amargas frescas. Sin embargo, cerdos alimentados con dietas a base de harina de yuca amarga (73,8 por ciento), variedad CMC-84, tuvieron una menor tasa de crecimiento (0,50 vs 0,59 kg ganancia diaria), menor consumo de dieta (1,47 vs 1,67 kg alimento/día) y una peor conversión alimenticia (1,32 vs 1,51 alimento/ganancia) que los cerdos alimentados con dietas a base de harina de yuca dulce (73,8 por ciento), variedad Llanera. Los resultados de rendimientos inferiores se podrían deber, por lo menos parcialmente, a un mayor contenido de HCN o glucósidos cianogénicos remanentes en la harina de yuca amarga, a juzgar por los resultados analíticos de dichas harinas.

Los resultados experimentales obtenidos hasta ahora sugieren que factores de palatabilidad y aspectos de toxicidad no letales, derivados del HCN residual, podrían ser responsables de los menores rendimientos antes anotados con harina de yuca amarga. La detoxificación del ion cianuro requiere principalmente de una fuente que provea azufre que permita la conversión de los cianuros en tiocianatos ( $\text{CN}^- + \text{S} \rightarrow \text{SCN}^-$ ). Con el fin de evaluar la eficiencia de varios compuestos azufrados

en el proceso de detoxificación, se llevó a cabo un experimento con cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de harina de yuca amarga (70 por ciento) suplementadas con metionina (0,2 por ciento) tiosulfato de sodio (0,79 por ciento) o azufre elemental (0,2 por ciento). Los resultados obtenidos (Cuadro 2) indican que la suplementación con metionina permitió lograr los mayores aumentos en peso, con un consumo promedio de dieta similar al de la dieta testigo. La adición de las otras dos fuentes azufradas produjo resultados ligeramente inferiores a los obtenidos con la dieta testigo en materia de ganancia de peso, pero la conversión alimenticia de cerdos alimentados con la dieta suplementada con azufre elemental fue similar a la obtenida con la adición de metionina. Experiencias previas (Informe Anual del CIAT, 1973), confirmadas con estos datos, han demostrado que la adición de metionina permite mejorar la calidad de la proteína de las dietas a base de harina de yuca por tratarse del aminoácido más deficiente y además, permite una adecuada detoxificación del cianuro o glucósidos cianogénicos que podrían estar aún presentes en la harina de yuca. La adición de azufre elemental permitiría obtener, aparentemente, resultados experimentales similares, por lo menos en lo que se refiere

a la conversión alimenticia, bajo las condiciones experimentales empleadas.

El Programa de Sistemas de Producción de Yuca del CIAT ha realizado una serie de pruebas experimentales orientadas hacia el estudio del almacenamiento de la yuca y de sus efectos sobre los cambios bioquímicos y biofísicos ocurridos durante el almacenamiento en silos de campo o en cajas de almacenamiento (Informe Anual del CIAT, 1974). En cooperación con el Programa de Porcinos, se realizó la evaluación nutritiva de raíces de yuca, almacenadas en silos de campo por un período mínimo de dos semanas antes de ser suministradas a los cerdos. Las raíces almacenadas eran picadas diariamente y distribuidas a los cerdos en comederos abiertos. Un suplemento proteínico que aportaba 40 por ciento de proteína cruda fue puesto a disposición de los animales experimentales en un comedero automático separado. Aunque los resultados obtenidos provienen de un número reducido de animales observados, durante un período experimental corto (28 días), y que por lo tanto deben ser confirmados en una mayor escala, existen algunas tendencias que deben considerarse para investigaciones futuras. El consumo de yuca almacenada fue menor que el de

Cuadro 2. Efecto de la suplementación de compuestos azufrados en el rendimiento de cerdos en crecimiento alimentados con una dieta a base de harina de yuca amarga.

| Parámetro*                   | Dietas a base de harina de yuca amarga |                     |                                   |                               |
|------------------------------|--|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                              | Testigo                                | + 0,2%<br>metionina | + 0,79%<br>tiosulfato<br>de sodio | + 0,2%<br>azufre<br>elemental |
| Aumento peso diario (kg)     | 0,67                                   | 0,70                | 0,61                              | 0,65                          |
| Consumo diario dieta (kg)**  | 1,81                                   | 1,77                | 1,58                              | 1,64                          |
| Alimento   aumento de peso** | 2,70                                   | 2,53                | 2,59                              | 2,52                          |

\* Promedios de 5 cerdos, alimentados individualmente, por tratamiento. Peso vivo promedio inicial: 19,5 kg y final 47,1 kg. Período experimental: 42 días

\*\* Datos expresados en base de alimento seco al aire.

yuca fresca y también, el consumo de yuca amarga fresca o almacenada, fue inferior al de la yuca dulce (Cuadro 3). El reducido consumo de yuca dulce almacenada y de yuca amarga fresca o almacenada fue compensado por un mayor consumo del suplemento proteínico, con el resultado de que la cantidad total de materia seca ingerida fue muy similar para los cuatro grupos experimentales. Los rendimientos de los cerdos en crecimiento fueron aceptables en todos los grupos experimentales; sin embargo, los cerdos alimentados con yuca dulce almacenada mostraron las mayores ganancias diarias de peso, en parte debido a un mayor consumo del suplemento proteínico. Las diferencias en textura y la inferior calidad organoléptica de las raíces de yuca almacenada, aparentemente afectan la aceptabilidad por parte de los cerdos en crecimiento. Es necesario agregar que las conversiones alimenticias, en base a materia seca, se refieren a un período experimental de sólo cuatro semanas y por lo tanto no reflejan

los resultados que se podrían obtener al hacer este tipo de evaluación durante los períodos de crecimiento y acabado (destete - 90 kg peso vivo).

Raíces de yuca dulce (M Colombia 1148) y amarga (CMC-84), almacenadas en silos de campo o en cajas de almacenamiento por un período de dos semanas, fueron cortadas en tajadas, secadas en un horno de ventilación forzada (65°C) y luego molidas en forma de harina. Los resultados de un ensayo con ratas de laboratorio en materia de tasa de crecimiento, consumo de las dietas experimentales y conversión alimenticia, sugieren que el almacenamiento de las raíces en cualquiera de los sistemas no afecta la palatabilidad de las harinas.

### Granos enteros de maíz y sorgo

Se han conducido varios experimentos orientados a evaluar la utilización de los granos enteros de maíz y sorgo, para evitar

Cuadro 3 Efecto del almacenamiento (silos de campo) de raíces de yuca dulce y amarga sobre su valor nutritivo para cerdos en crecimiento.

| Parámetro*                                       | Variable experimental    |            |                         |            |
|--|--------------------------|------------|-------------------------|------------|
|  | Yuca dulce<br>(M Col 22) |            | Yuca amarga<br>(CMC-84) |            |
|  | Fresca                   | Almacenada | Fresca                  | Almacenada |
| Contenido materia seca en raíces (%)**           | 40,0                     | 38,7       | 30,5                    | 31,7       |
| Consumo promedio diario (kg)                     |                          |            |                         |            |
| Yuca   | 1,90                     | 1,68       | 1,61                    | 1,43       |
| Suplemento proteínico***                         | 0,51                     | 0,91       | 0,81                    | 0,87       |
| Total alimento seco                              | 1,27                     | 1,56       | 1,30                    | 1,33       |
| Aumento diario de peso (kg)                      | 0,57                     | 0,75       | 0,63                    | 0,66       |
| Alimento/aumento de peso, en base a materia seca | 2,23                     | 2,06       | 2,07                    | 2,03       |

\* Promedios de 3 cerdos alimentados con las dietas experimentales por un período de 28 días

\*\* Las determinaciones de materia seca fueron realizadas diariamente en muestras de yuca picada, durante la tercera semana del experimento

\*\*\* El suplemento proteínico aportaba 40% de proteína cruda y contenía 88,2% de materia seca

la dificultad y costo del proceso de molienda que es uno de los factores más limitantes para la alimentación de cerdos a base de cereales, en las granjas pequeñas.

En el primer experimento se utilizó una mezcla de 80 por ciento de maíz entero y 20 por ciento de suplementos proteínicos a base de torta de soya, torta de algodón, torta de ajonjolí, harina de carne y harina de pescado (Cuadro 4). Los cerdos en crecimiento respondieron mejor cuando el maíz fue molido y mezclado con la torta de soya y los demás ingredientes de la dieta testigo. Los cerdos alimentados con granos enteros de maíz mezclados con diferentes fuentes proteínicas, consumieron consistentemente menor cantidad de las mezclas y desperdiciaron mucho alimento por la tendencia de los animales a separar el grano para consumir mayor cantidad de suplemento y menor cantidad de maíz.

Tratando de solucionar algunos de estos problemas, se realizó una nueva evaluación con maíz entero remojado en agua durante 24 horas. Por otra parte, se suministró el maíz entero y el suplemento en comederos separados, dejando al

animal libre para consumir cualquiera de los dos productos (Cuadro 5). El maíz entero remojado fue consumido en mayor cantidad que el maíz entero seco, observándose un exceso en el consumo de proteína en ambos casos, pero con mayor incidencia en el caso de maíz entero seco. El rendimiento de los cerdos se incrementó cuando se utilizó maíz remojado pero no alcanzó a ser igual que con maíz molido (dieta testigo), especialmente cuando se le incluye mezclado con los demás componentes.

Las experiencias realizadas con sorgo demostraron que la diferencia en rendimiento de los cerdos alimentados con granos enteros o molidos no es muy grande, además de que el exceso de consumo de proteína y el desperdicio de alimento, son menores en los tratamientos a base de sorgo (Cuadros 6 y 7). Tanto el crecimiento como la eficiencia alimenticia de los cerdos alimentados con sorgo entero fue comparable. Se observó un ligero exceso en el consumo del suplemento proteínico en el tratamiento a base de sorgo seco, pero en los tratamientos restantes, el balance de la dieta con

Cuadro 4. Utilización de maíz entero con diferentes suplementos proteínicos para cerdos en crecimiento\*.

| Tratamientos**                    | Promedio diario      |               |                          |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|
|                                   | Aumento de peso (kg) | Alimento (kg) | Alimento/aumento de peso |
| Maíz molido - soya                | 0,72                 | 1,92          | 2,67                     |
| Maíz entero, más:                 |                      |               |                          |
| Algodón - carne - pescado         | 0,55                 | 1,48          | 2,69                     |
| Algodón - ajonjolí - carne        | 0,39                 | 1,34          | 3,43                     |
| Algodón - ajonjolí - carne - soya | 0,47                 | 1,54          | 3,28                     |
| Ajonjolí - soya - carne           | 0,52                 | 1,76          | 3,38                     |
| Algodón - soya                    | 0,56                 | 1,70          | 3,03                     |

\* Los productos soya, algodón, carne, pescado y ajonjolí se suministraron en forma de torta o harina, en diferentes proporciones, según el suplemento proteínico usado

\*\* Cifras correspondientes al promedio de 8 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 19,9 kg y peso final para el grupo testigo de 55,4 kg. Duración del experimento 49 días.

Cuadro 5. Efecto de la utilización de maíz entero seco y remojado más suplemento proteínico\* en el rendimiento de cerdos en crecimiento.

| Parámetros**                | Testigo<br>(maíz + soya) | Maíz<br>molido | Maíz entero |      |
|-----------------------------|--------------------------|----------------|-------------|------|
|                             |                          |                | Remojado*** | Seco |
| Aumento de peso diario (kg) | 0,82                     | 0,76           | 0,72        | 0,68 |
| Consumo diario (kg)         |                          |                |             |      |
| Maíz                        | -                        | 2,02           | 1,66        | 1,31 |
| Suplemento                  | -                        | 0,43           | 0,51        | 0,66 |
| Total                       | 2,42                     | 2,45           | 2,17        | 1,97 |
| Alimento/aumento de peso    | 2,95                     | 3,22           | 3,01        | 2,90 |

\* El suplemento proteínico (40% de proteína cruda) fue suministrado a voluntad en comederos separados

\*\* Promedios de 14 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 33,8 kg y peso final de 56,6 kg. Duración del experimento: 28 días

\*\*\* Cifras expresadas con base en alimento secado al aire.

respecto al consumo de suplemento proteínico y sorgo estuvo dentro del rango normal para cerdos de esta edad.

#### Harina de arroz (salvado y/o puliduras)

En los últimos años la producción de arroz se ha incrementado en forma

considerable en la mayoría de los países de América Latina y como consecuencia, la disponibilidad de sus subproductos (harina, salvado y/o puliduras de arroz) ha aumentado paralelamente. Los precios del arroz y sus subproductos compiten favorablemente en muchas regiones con los granos de cereales que se utilizan tra-

Cuadro 6. Efecto de la utilización de sorgo entero seco y remojado en el rendimiento de cerdos en crecimiento\*.

| Tratamientos                         | Promedio diario            |                  |                                 |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|
|                                      | Aumento<br>de peso<br>(kg) | Alimento<br>(kg) | Alimento/<br>aumento<br>de peso |
| Sorgo molido + suplemento proteínico | 0,68                       | 2,03             | 2,99                            |
| Sorgo entero + suplemento proteínico |                            |                  |                                 |
| Seco - separado - <b>ad lib.</b>     | 0,66                       | 1,93             | 2,93                            |
| Seco - mezclado - controlado         | 0,60                       | 1,97             | 3,28                            |
| Seco - mezclado - <b>ad lib.</b>     | 0,61                       | 1,92             | 3,15                            |
| Remojado - separado <b>ad lib.</b>   | 0,65                       | 1,88             | 2,90                            |
| Remojado - mezclado - controlado     | 0,54                       | 1,82             | 3,38                            |
| Remojado - mezclado - <b>ad lib.</b> | 0,66                       | 2,24             | 3,40                            |

\* Promedios de 8 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 18,5 kg y peso final para el grupo testigo de 50,9 kg. Duración del experimento 49 días.

Cuadro 7. Efecto de la utilización de sorgo entero y suplemento proteínico\* en el rendimiento de cerdos en crecimiento.

| Parámetros**                | Testigo<br>(sorgo +<br>torta soya) | Sorgo<br>molido | Sorgo entero     |      |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|------|
|                             |                                    |                 | Remoja-<br>do*** | Seco |
| Aumento de peso diario (kg) | 0.66                               | 0.69            | 0.66             | 0.66 |
| Consumo diario (kg).        |                                    |                 |                  |      |
| Sorgo                       | -                                  | 1.58            | 1.55             | 1.37 |
| Suplemento                  | -                                  | 0.49            | 0.48             | 0.53 |
| Total                       | 2.04                               | 2.07            | 2.03             | 1.90 |
| Alimento/aumento de peso    | 3.09                               | 3.00            | 3.07             | 2.88 |

\* El suplemento proteínico (40% de proteína cruda) fue suministrado a voluntad en comederos separados

\*\* Promedios de 14 cerdos en cada tratamiento, con peso inicial de 18.5 kg y peso final de 51.0 kg. Duración del experimento: 49 días

\*\*\* Cifras expresadas con base en alimento secado al aire.

dicionalmente en nutrición animal, especialmente, maíz y sorgo. Sin embargo, la utilización del arroz, generalmente no se refleja en los rendimientos esperados, observándose que los niveles altos de harina de arroz en las dietas afectan desfavorablemente las ganancias de peso y la eficiencia de conversión alimenticia de cerdos en crecimiento y acabado. Entre los factores que se han señalado como posibles causales de los rendimientos limitados, se incluye el nivel de fibra (cascarilla), la disponibilidad y balance de aminoácidos (calidad de proteína), relaciones de minerales y el efecto del almacenamiento prolongado que podría ser causante de rancidez oxidativa.

El efecto del nivel de fibra (cascarilla) en la harina de arroz fue estudiado con la adición de niveles crecientes de cascarilla de arroz en un experimento similar al anteriormente descrito (Informe Anual del CIAT, 1974) pero, en el presente experimento, el contenido de torta de soya suplementaria fue variable con el propósito de obtener dietas isoprotéicas (N x 6,25) y eliminar el factor cantidad de proteína como posible variable. Los resultados en ganancia de peso fueron prácticamente idénticos para todos los

grupos experimentales, pero los cerdos alimentados con harina de arroz, a la cual se le adicionó cascarilla de arroz molido, tuvieron que consumir mayor cantidad de alimento diario para obtener la misma ganancia de peso (Cuadro 8). La reducción en el contenido de energía digestible de las dietas adicionadas de cascarilla de arroz se evidencia aún con pequeñas diferencias en el porcentaje de cascarilla en la dieta.

Estos resultados y los obtenidos en estudios anteriores en el Programa de Porcinos (Informe Anual del CIAT, 1974) sugieren que la cantidad de ingrediente proteínico (torta de soya) aportado por dietas con 60 por ciento de harina de arroz, no es aparentemente un factor de importancia primordial causal del menor rendimiento observado con cerdos en crecimiento. En experimentos recientes, se ha evaluado la combinación de harina de arroz con fuentes proteínicas diferentes a la torta de soya para cerdos en crecimiento y acabado, con el fin de evaluar el posible efecto de la calidad de la proteína suplementaria. A pesar de que el rendimiento obtenido con productos proteínicos diferentes a la torta de soya fue más ventajoso, en todos los tratamientos a base de harina de arroz las ganancias de

Cuadro 8. Rendimiento de cerdos en crecimiento con dietas isoprotéicas a base de harina de arroz y niveles crecientes de cascarilla de arroz\*.

| Harina de arroz (%)             | 60    | 54    | 48    | 42    | 36    |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cascarilla de arroz (%)         | -     | 6     | 12    | 18    | 24    |
| Ganancia diaria (kg)            | 0,64  | 0,64  | 0,64  | 0,64  | 0,64  |
| Consumo alimento diario (kg)    | 1,81  | 1,87  | 2,05  | 1,97  | 2,05  |
| Alimento aumento de peso        | 2,84  | 2,91  | 3,17  | 3,07  | 3,35  |
| Energía digestible (kcal kg MS) | 3.504 | 3.233 | 2.971 | 2.849 | 2.586 |

\* Promedios de 10 cerdos por tratamiento, peso promedio inicial, 17,1 kg, peso promedio final, 52,8 kg.

peso no se igualaron a la de los cerdos alimentados con la dieta testigo (Cuadro 9). Las dietas suplementadas con fuentes proteínicas de origen animal fueron consumidas en niveles comparables a los de la dieta testigo y mostraron eficiencias de conversión alimenticia similares. Estos datos sugieren que la calidad de la proteína puede ser uno de los factores limitantes para obtener un eficiente uso de la harina de arroz. Por otra parte, se ha observado en los experimentos con dietas a base de harina de arroz, con excepción de los estudios sobre el efecto de la adición de cascarilla de arroz, que los consumos de alimento diario han sido consistentemente menores a los observados en los cerdos alimentados con la dieta testigo.

Con el propósito de comprobar el posible efecto de la calidad de la proteína se llevó a cabo un experimento con cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de harina de arroz (60 por ciento) y torta de soya, suplementadas con los aminoácidos lisina y metionina (Cuadro 10). La suplementación de lisina produjo un efecto adverso, mientras que la adición de metionina permitió obtener aumentos de peso promedio similares a las del grupo testigo y a las de los animales que consumieron la dieta a base de harina de arroz suplementada con harina de pescado. La eficiencia alimenticia resultante de la suplementación con metionina o del uso de harina de pescado como fuente proteínica fue mejor que las del grupo testigo y de los otros

Cuadro 9. Rendimiento de cerdos en crecimiento y acabado con dietas a base de harina de arroz y diferentes suplementos proteínicos\*

| Tratamientos                            | Promedio diario |                       |                          |
|---|-----------------|-----------------------|--------------------------|
|   | Aumento (kg)    | Consumo alimento (kg) | Alimento aumento de peso |
| Testigo: maíz - torta de soya           | 0,70            | 2,29                  | 3,11                     |
| 60% harina de arroz más                 |                 |                       |                          |
| Torta de soya                           | 0,57            | 1,89                  | 3,16                     |
| Harina de pescado                       | 0,67            | 2,11                  | 3,03                     |
| Harina de carne                         | 0,60            | 1,93                  | 3,08                     |
| Harina de pescado +<br>torta de algodón | 0,61            | 2,04                  | 3,19                     |

\* Promedio de 10 cerdos por tratamiento, peso promedio inicial, 18,5 kg; peso promedio final del grupo control, 91,8 kg

Cuadro 10. Efecto de la suplementación de lisina y metionina en la utilización de dietas a base de harina de arroz para cerdos en crecimiento\*.

| Tratamiento**                        | Promedio diario      |                       |                          |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
|                                      | Aumento de peso (kg) | Consumo alimento (kg) | Alimento/aumento de peso |
| Testigo: maíz + torta de soya        | 0,65                 | 1,82                  | 2,82                     |
| 60% harina arroz + torta de soya más | 0,61                 | 1,70                  | 2,81                     |
| 0,15% lisina                         | 0,58                 | 1,66                  | 2,86                     |
| 0,15% metionina                      | 0,63                 | 1,71                  | 2,72                     |
| 0,15% lisina + 0,15% metionina       | 0,61                 | 1,76                  | 2,89                     |
| 60% harina arroz + harina pescado    | 0,62                 | 1,61                  | 2,61                     |

\* Promedio de 6 animales por tratamiento; peso inicial promedio de 17,7 kg y peso final promedio del control 49,2 kg. Duración del experimento: 49-días.

\*\* Dietas calculadas isoprotéicas para aportar 16% de proteína cruda

tratamientos. Estos resultados y los anteriormente obtenidos sugieren que la calidad de la proteína suplementaria en las dietas a base de harina de arroz debe ser tomada en consideración con mayor énfasis que la cantidad total de proteína a ser suministrada.

Uno de los factores adicionales que se debe considerar en relación con el uso de la harina de arroz, es la cantidad y calidad del fósforo presente en dicho producto y su posible efecto sobre la relación calcio|fósforo en las dietas. En la harina de arroz, como en la mayoría de los productos de origen vegetal, la mayor parte del fósforo se encuentra en la forma de fósforo fitico, el cual es poco aprovechable por los animales monogástricos. Las dietas con altos niveles de fósforo fitico tienden a interaccionar con otros elementos minerales, especialmente zinc, produciendo fitatos insolubles de zinc y ocasionando por tanto, una reducida disponibilidad de este microelemento. Sin embargo, en los resultados experimentales obtenidos con cerdos en crecimiento, en un ensayo factorial en el que se estudiaron varias relaciones de Ca total|P total y sus interacciones con dos niveles de zinc (50 y 100 ppm) aportado como óxido de zinc, no se observaron

mejoras en las ganancias de crecimiento, ni se incrementó el consumo de las dietas experimentales a base de harina de arroz y torta de soya, cuando se compararon los resultados con la dieta testigo.

Los resultados experimentales obtenidos hasta la fecha sugieren que la calidad nutritiva de la harina de arroz depende en gran parte de su contenido de fibra cruda, la cual aumenta con la adición de cascarilla de arroz. Las harinas de arroz de buena calidad (bajo nivel de fibra cruda), se pueden usar en niveles relativamente elevados como para constituir la fuente energética principal (40-60 por ciento) de las dietas, siempre y cuando se tenga en consideración la adición de fuentes proteínicas de buena calidad. Será necesario hacer estudios adicionales para aclarar los aspectos de interacción de aminoácidos con el fin de buscar una solución práctica a este problema, especialmente, en lo relacionado con suplementación de metionina que aparentemente es el aminoácido limitante. Los reducidos consumos de las dietas a base de harina de arroz sugieren que algunos aspectos físicos, tales como consistencia, densidad y palatabilidad, deben ser tomados en

consideración para obtener una eficiente utilización de los subproductos de arroz en la alimentación porcina.

### Maíz opaco-2

La mayor parte de los estudios previos realizados con maíz opaco-2 se han concentrado en la evaluación de este producto durante las fases de crecimiento y acabado de cerdos (Informes Anuales del CIAT, 1972 y 1973). Sin embargo, durante la lactancia, cuando las exigencias proteínicas son más críticas debido a los requerimientos adicionales para la producción de leche, no se ha hecho una evaluación completa sobre el valor nutritivo del maíz opaco-2.

En una serie de estudios hechos con cerdos y ratas, se demostró que el maíz opaco-2, utilizado como fuente única de energía y de proteína, no es suficiente para

sostener un rendimiento adecuado durante la lactancia, en contraste con las observaciones hechas durante el acabado y la gestación. En cerdas lactantes, el efecto negativo se refleja principalmente en pérdidas de peso de las hembras (Cuadro 11) mientras que en ratas, los efectos se reflejan tanto en la madre como en la progenie.

Para la investigación con cerdas lactantes se compararon cinco tratamientos con diferentes combinaciones de maíz opaco y tres niveles proteínicos. En dos de estos tratamientos se cambió la dieta a los 28 días de lactancia, procurando evaluar distintos sistemas de alimentación durante la primera mitad, en contraste con la segunda mitad de una lactancia de 56 días, debido a la diferencia en producción de leche durante estas dos fases. Se observó (Cuadro 11) una clara ventaja nutricional para las hembras que consumieron maíz

Cuadro 11. Comportamiento de cerdas alimentadas con diferentes combinaciones de maíz opaco-2 y proteína durante la lactancia.

| Parámetros                   | Tratamientos*    |                |                               |   |   |
|------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------|---|---|
|                              | Testigo<br>(16%) | Op-2<br>(9,5%) | Op-2 +<br>torta soya<br>(13%) | Op-2 + → Op-2<br>torta soya<br>(13% → 9,5%) | Op-2 → Op-2 +<br>torta soya<br>(9,5% → 13%) |
| <b>Madres en lactancia**</b> |                  |                |                               |   |   |
| Cambio de peso (kg)          | 0,15             | -22,85         | -7,39                         | -17,04                                      | -7,32                                       |
| Consumo alimento/día (kg)    | 5,10             | 4,76           | 5,37                          | 4,88  | 5,58  |
| <b>Datos al nacimiento</b>   |                  |                |                               |   |   |
| No. lechones/camada          | 10,57            | 10,00          | 11,00                         | 8,57  | 9,71  |
| Peso lechón (kg)             | 1,14             | 1,15           | 1,28                          | 1,33  | 1,24  |
| Peso camada (kg)             | 12,08            | 11,20          | 13,82                         | 11,45                                       | 11,94                                       |
| <b>Datos al destete</b>      |                  |                |                               |   |   |
| No. lechones/camada          | 8,86             | 8,29           | 9,43                          | 8,00  | 8,57  |
| Peso lechón (kg)             | 16,03            | 15,62          | 16,01                         | 17,62                                       | 17,44                                       |
| Peso camada (kg)             | 141,96           | 129,32         | 151,00                        | 140,04                                      | 149,21                                      |

\* En los tres primeros tratamientos la dieta fue suministrada durante toda la lactancia, mientras que en los dos últimos tratamientos se realizó cambio de dieta a los 28 días. Las cifras entre paréntesis indican el nivel de proteína empleado

\*\* Se asignaron 7 cerdas a cada tratamiento, durante una lactancia de 56 días.

opaco-2 (9,5 por ciento proteína) desde el parto hasta los 28 días y maíz opaco-2 + torta de soya (13 por ciento proteína) desde los 28 días hasta el destete. El comportamiento, en términos de cambio de peso de la cerda y de rendimiento de la camada, fue igual o superior a otros tratamientos con maíz opaco-2, a pesar de que el consumo total de proteína durante la lactancia fue menor, exceptuando el grupo que consumió sólo maíz opaco-2 durante toda la lactancia.

### Alimentación con harina de yuca y maíz opaco-2 en el ciclo de vida del cerdo

La evaluación de estos alimentos, en los sistemas integrados de alimentación para el ciclo de vida del cerdo, ha continuado durante el presente año. La descripción de la secuencia de las dietas experimentales formuladas para los diferentes períodos del ciclo de vida del cerdo, así como los resultados de los períodos de crecimiento y acabado, han sido presentados anteriormente (Informe Anual del CIAT, 1974). Durante el presente año se completó un ciclo de vida que incluye, además de los períodos de crecimiento y acabado de las

cerdas primerizas, los períodos de pregestación, gestación y lactancia.

Los resultados de las primeras camadas obtenidas de este experimento se muestran en el Cuadro 12. El mayor número de partos correspondió al grupo de harina de yuca, aunque esta diferencia es atribuida a aspectos de manejo o variaciones individuales de los animales, más que a los tratamientos experimentales: algunas cerdas fueron eliminadas al haberse completado la selección como reproductoras antes del período de monta; otras presentaron celos tardíos y por lo tanto, no fueron consideradas con el resto de cerdas. Estas circunstancias explican la diferencia del número de marranas primerizas incluídas en el Cuadro 12.

El número de lechones nacidos por camada fue similar para todos los grupos experimentales; a pesar de que se observó que las cercas alimentadas con harina de yuca tuvieron un menor número de lechones. Los pesos de los lechones al nacimiento, en el grupo de harina de yuca, fueron consistentemente inferiores a los de los otros dos grupos experimentales.

Cuadro 12. Rendimientos reproductivos de hembras alimentadas con dietas a base de harina de yuca, de maíz opaco-2 y de maíz común durante un ciclo de vida\*.

| Parámetro              | Variable experimental |              |                |
|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|
|                        | Maíz común            | Maíz opaco-2 | Harina de yuca |
| No. de hembras         | 10                    | 12           | 14             |
| Datos parición         |                       |              |                |
| No. lechones/camada    | 10,0                  | 9,0          | 8,4            |
| Peso lechón (kg)       | 1,09                  | 1,10         | 0,97           |
| Datos destete          |                       |              |                |
| No. lechones/camada    | 9,4                   | 7,5          | 6,6            |
| Peso lechón (kg)       | 15,87                 | 15,42        | 15,70          |
| Peso total camada (kg) | 145,4                 | 111,1        | 103,6          |

\* Resultados de hembras Yorkshire alimentadas a través de crecimiento, acabado, pregestación, gestación y lactancia, incluyendo sus camadas con dietas a base de los ingredientes experimentales expuestos.

Debido a que el número promedio de lechones al destete fue significativamente inferior para el grupo de harina de yuca, las ligeras diferencias observadas al nacimiento tuvieron mayor significación al destete. Aunque los pesos promedios por lechón al destete no fueron apreciablemente diferentes entre los tres grupos experimentales, la interacción de peso y número de lechones por camada, expresado como peso total de camada al destete, fue considerablemente inferior para el grupo de harina de yuca, especialmente comparado con el de la dieta testigo (103,6 vs 145,4 kg, respectivamente). Las camadas del grupo de maíz opaco-2 representaron rendimientos intermedios entre los otros dos grupos.

El consumo total por animal (cerda primeriza) de las dietas, a través del ciclo de vida, incluyendo la dieta de preiniciación de los lechones, fue de aproximadamente una tonelada de dieta por animal, similar para todos los grupos experimentales (Cuadro 13). Las diferencias más notables corresponden a las necesidades del ingrediente proteínico, en este caso, torta de soya. Por la alta calidad proteínica del maíz opaco-2, los animales alimentados con dietas a base de este maíz requirieron

solamente un 36,0 por ciento de la cantidad de torta de soya (53,7 vs 149,1 kg para dietas a base de maíz opaco-2 vs maíz común, respectivamente) necesaria para balancear las dietas a base de maíz común. Por otro lado, la reducida cantidad de proteína cruda que contiene la harina de yuca y su pobre calidad, implicó una elevada necesidad de torta de soya (269,0 vs 149,1 kg, para dietas a base de harina de yuca vs maíz común, respectivamente) para balancear las dietas apropiadamente. Como consecuencia, los animales alimentados con harina de yuca requirieron un 80 por ciento más de torta de soya que los animales del grupo testigo (maíz-torta de soya). Los rendimientos inferiores observados en el grupo a base de harina de yuca pueden ser explicados, al menos parcialmente, debido a los efectos de la calidad proteínica de dichas dietas, especialmente por la deficiencia de metionina en yuca y en torta de soya.

Las observaciones experimentales confirman los estimados teóricos de ahorro de proteína o de suplemento proteínico derivados del uso de variedades de maíz altas en lisina, tales como opaco-2. Por otro lado, los resultados obtenidos con harina de yuca, requieren de mayores

Cuadro 13. Consumo de dietas e ingredientes básicos de hembras alimentadas a base de harina de yuca, de maíz opaco-2 y de maíz común durante un ciclo de vida\*.

| Parámetro                             | Variable experimental |              |                |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|
|                                       | Maíz común            | Maíz opaco-2 | Harina de yuca |
| Consumo total (kg)                    |                       |              |                |
| Dietas                                | 1.001,4               | 977,9        | 1.079,6        |
| Maíces                                | 796,4                 | 870,2        | -              |
| Harina de yuca                        | -                     | -            | 754,1          |
| Torta de soya                         | 149,1                 | 53,7         | 269,0          |
| Consumo relativo de torta de soya (%) | 100,0                 | 36,0         | 180,4          |

\* Las cifras indican las cantidades totales de dieta y de ingredientes básicos consumidos por una hembra primeriza durante los periodos de crecimiento, acabado, pregestación, gestación y lactancia, incluyendo la dieta de su camada.

Cuadro 14. Rendimiento de camadas (2o. parto) de cerdas Zungo (Z) y Duroc (D).

| Parámetro               | Z x Z* | D x Z | Z x D | D x D |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|
| No. de camadas          | 7      | 4     | 3     | 4     |
| Datos parición          |        |       |       |       |
| No. lechones   camada   | 8,6    | 9,0   | 9,0   | 9,0   |
| Peso lechón (kg)        | 0,96   | 1,08  | 1,22  | 1,31  |
| Peso camada (kg)        | 8,2    | 9,8   | 11,0  | 11,8  |
| Datos destete (56 días) |        |       |       |       |
| No. lechones   camada   | 5,9    | 6,8   | 6,0   | 5,5   |
| Peso lechón (kg)        | 10,53  | 13,10 | 13,56 | 13,15 |
| Peso camada (kg)        | 61,7   | 88,4  | 81,3  | 72,3  |

\* Designación del cruce o apareamiento verraco x hembra.

consideraciones nutricionales y económicas para alcanzar resultados satisfactorios, tales como los logrados con la dieta testigo a base de maíz común y torta de soya.

### Rendimientos de las razas de cerdos criollos y mejorados, en zonas tropicales

En el presente año se continuaron los estudios orientados a medir el comportamiento de cerdos criollos o nativos, de cerdos mejorados (Duroc) y de sus respectivos cruces. Este trabajo de investigación se llevó a cabo en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en la Estación Experimental de Turipaná, Montería, Colombia. Parte de este proyecto de investigación constituyó el trabajo de tesis para doctorado de un Asociado de

Investigación procedente de la Universidad Técnica en Producción Animal de Berlín, Alemania. Con anterioridad (Informe Anual del CIAT, 1974) se presentó una breve descripción de la técnica y del diseño experimentales usados en esta investigación.

El Cuadro 14 muestra los resultados obtenidos con las segundas pariciones del pie de cría original del experimento. El número de lechones nacidos en el segundo parto de las hembras Zungo fue similar al obtenido por las hembras Duroc, aunque su peso promedio fue, al igual que en el primer parto, ligeramente inferior para los lechones provenientes de madres Zungo. El número de lechones destetos por camada durante la segunda parición, tanto de las hembras Zungo como de las Duroc,

Cuadro 15. Comportamiento de los cerdos Zungo, Duroc y de sus cruces durante el período de crecimiento y acabado\*.

| Parámetros                  | Z x Z** | D x Z | Z x D | D x D |
|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Duración (días)             | 182     | 131   | 128   | 126   |
| No. de animales             | 16      | 19    | 14    | 12    |
| Aumento de peso diario (kg) | 0,44    | 0,61  | 0,61  | 0,63  |
| Consumo diario (kg)         | 1,93    | 2,42  | 2,38  | 2,44  |
| Alimento   aumento de peso  | 4,38    | 3,99  | 3,92  | 3,90  |

\* Período comprendido del destete hasta los 90 kg. aproximadamente, de peso vivo

\*\* Designación del cruce: verraco x hembra

fue en general, ligeramente inferior al observado en la primera parición (Informe Anual del CIAT, 1974), en la cual, sin embargo, los pesos de los lechones destetos fueron superiores.

A juzgar por los resultados obtenidos, el cruzamiento de madres Zungo con verracos Duroc resulta en la producción de camadas cruzadas (D x Z), con rendimientos al destete similares a los logrados por camadas Duroc puras (D x D) o cruces de verraco Zungo por hembra Duroc (Z x D).

Los índices de rendimiento, en materia de tasa de crecimiento, consumo de alimento y conversión alimenticia de la progenie, durante su período de crecimiento y acabado indican que los cerdos Zungo crecen más lentamente, consumen menos alimento y tienen una peor eficiencia de conversión alimenticia que los cerdos Duroc puros o que los animales cruzados (D x Z y Z x D) (Cuadro 15).

Estos datos sugieren que, bajo condiciones intensivas y técnicas de explotación porcina, los cerdos nativos deben ser sometidos a un riguroso plan de selección genética para mejorar sus rendimientos a niveles comparables con los de las razas mejoradas. El simple cruzamiento mejoró notablemente los rendimientos de los cerdos criollos bajo las condiciones experimentales de esta investigación.

Al terminar las etapas de crecimiento y acabado, los cerdos fueron sacrificados para proceder al estudio de la calidad de sus canales. Los resultados obtenidos con cerdos provenientes de ambos partos fueron muy similares. El Cuadro 16 presenta un resumen de algunas medidas de calidad de canales de los cerdos procedentes de las segundas camadas. Las canales de los cerdos Zungo presentaban un mayor espesor de grasa dorsal, mayor cantidad de grasa total y menor porcentaje de partes magras que la de los cerdos Duroc puros. Las canales de cerdos cruzados presentaron características intermedias. Aunque la demanda por grasa animal y de cerdo en particular aún parece ser importante en muchos países latinoamericanos, la creciente tendencia hacia un mayor uso de grasa o aceites de origen vegetal, podría inducir a que se diera mayor énfasis en la selección de cerdos nativos para producir más carne y menos grasa.

## SALUD ANIMAL

El principal objetivo de Salud Animal durante el presente año, fue la medición del impacto económico de las enfermedades y la relación costo|beneficio para su control. En segundo lugar, se llevaron a cabo trabajos para identificar las áreas que

Cuadro 16. Resumen de algunas medidas de calidad de canales de cerdos Zungo, Duroc y de sus respectivos cruces (segundas camadas).

| Parámetro                 | Z x Z* | D x Z | Z x D | D x D |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Peso beneficio (kg)       | 90,1   | 91,5  | 91,1  | 91,8  |
| Rendimiento en canal (%)  | 83,0   | 82,8  | 84,2  | 82,6  |
| Espesor grasa dorsal (cm) | 5,2    | 4,7   | 4,6   | 4,1   |
| Grasa total (%)           | 32,3   | 30,4  | 28,5  | 26,0  |
| Jamón (%)                 | 26,1   | 27,4  | 27,0  | 29,4  |
| Partes magras (%)         | 33,6   | 37,0  | 37,3  | 41,8  |
| Longitud de la canal (cm) | 88,4   | 91,3  | 92,8  | 90,2  |

\* Designación del cruce: verraco x hembra.

requieren más investigación o estudio antes de que se puedan proyectar sistemas económicos de prevención o control. Estas actividades se basaron en conocimientos adquiridos sobre las enfermedades porcinas en tierras tropicales de América Latina.

### **Impacto de la enfermedad a nivel de finca**

Se continuó la recolección de datos sobre fiebre aftosa. Además, se reunió mayor información sobre brucelosis, leptospirosis, gastroenteritis transmisible y disentería porcina. Aún se está trabajando en el análisis económico sobre estas enfermedades.

#### **Fiebre aftosa**

A falta de una vacuna adecuada, los productores porcinos intentan, en la práctica, controlar los brotes de aftosa utilizando medidas sanitarias y tratamiento de casos clínicos. Este año, se tuvo la oportunidad de evaluar en una porqueriza el sacrificio de animales enfermos y de los que estaban en contacto con éstos, como un control adicional a las medidas sanitarias. El brote (virus Tipo A) se controló en una forma dramática. De 709 animales se encontraron siete con lesiones de aftosa y 14 cerdos en contacto; los 21 animales fueron sacrificados. El valor total de los animales sacrificados fue de US\$3.900, en tanto que el valor total de los animales de la finca en el momento del brote fue de US\$36.000. La cuarentena fue levantada un mes después de constatarse el primer caso y luego la granja reasumió sus operaciones normales.

#### **Brucelosis**

Ya se dispone de bastante información para efectuar el análisis económico en relación con la brucelosis. Es sabido que esta enfermedad es también capaz de afectar seriamente la productividad de una finca porcina, así como también puede transmitirse al hombre. El método de

control que se está evaluando consiste principalmente en el aislamiento de los animales infectados los cuales son, posteriormente eliminados de la finca. Los posibles contactos y los animales que den reacciones serológicas débiles se someten a otras dos pruebas con dos meses de intervalo y a otras complementarias. Los datos tomados para el análisis económico incluyen morbilidad, mortalidad, preñez y tasa de nacimiento, ventas de animales, costos de sangría de los animales, costos de examen y eliminación. Se encontró que las progenies de cerdas que tuvieron una reacción positiva a la brucelosis, se pueden utilizar como remplazos en los programas de reproducción porcina. Este hecho tiene mucha importancia como factor económico para los productores de cerdos.

Al haber establecido ahora una metodología mejorada para el control y erradicación de esta enfermedad, es necesario establecer la proporción costo|beneficio en relación con diferentes tipos de explotaciones porcinas. Con base en esta clase de análisis las entidades nacionales pueden diseñar una política de erradicación de la enfermedad para una zona determinada o para todo el país.

### **Investigación y estudio de otras enfermedades**

#### **Leptospirosis**

Es sabido que esta enfermedad también causa importantes pérdidas en la producción siendo, además, una zoonosis. Se constató que la enfermedad existía en la mayoría de las porquerizas colaboradoras en el Valle del Cauca, pero se necesitaron estudios epidemiológicos para determinar los métodos óptimos de control. El más importante agente responsable de la enfermedad de los porcinos es *L. pomona*; los tres aislamientos obtenidos hasta la fecha, de fetos abortados, han sido de este serotipo.

Se examinó la población de roedores en cuatro fincas infectadas por medio de

Cuadro 17. Aislamiento de dos tipos de *Leptospira* provenientes de riñones de *Rattus norvegicus* atrapadas en porquerizas infectadas.

| Porqueriza | No. riñones cultivados* | No. aislamientos | Tipos de <i>Leptospira</i>    |
|------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|
| A          | 8                       | 1                | <i>L. pomona</i>              |
| B          | 27                      | 0                | —                             |
| C          | 30                      | 2                | <i>L. icterohaemorrhagiae</i> |
| D          | 46                      | 5                | <i>L. icterohaemorrhagiae</i> |
| Totales    | 111                     | 8                |                               |

\* Medios usados: Fletcher, Korthof y Ellinghausen.

cultivos de riñones de un total de 111 ratas pardas (*Rattus norvegicus*) (Cuadro 17). Hasta la fecha se han obtenido ocho aislamientos que representan siete cepas de *L. icterohaemorrhagiae* y una de *L. pomona*\*. Este último aislamiento es significativo ya que existen pocos informes de ratas como portadoras de este serotipo. El examen histológico de los riñones de las ratas atrapadas, reveló que el 48 por ciento de ellas se encontraba con lesiones compatibles con leptospirosis subaguda o crónica (Cuadro 18). Estos son indicios importantes del papel que desempeña la rata en la epidemiología de la enfermedad. Los resultados son aún más importantes en lo relacionado con la salud humana puesto

\* La tipificación se hizo en el Centro Panamericano de Zoonosis (CEPANZO), Buenos Aires, Argentina.

Cuadro 18. Lesiones histológicas compatibles con Leptospirosis en riñones de *Rattus norvegicus* atrapadas en porquerizas infectadas.

| Porquerizas | Animales examinados | Cantidad con lesiones | Porcentaje con lesiones |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| A           | 8                   | 0                     | 0                       |
| B           | 27                  | 11                    | 40,7                    |
| C           | 30                  | 13                    | 43,3                    |
| D           | 46                  | 30                    | 60,5                    |
| Totales     | 111                 | 54                    | 48,6                    |

que *L. icterohaemorrhagiae* y *L. pomona* son los dos serotipos que afectan al hombre con más frecuencia.

Se estudió también la importancia de las infecciones por *L. icterohaemorrhagiae* en cerdos, por medio de la infección experimental con aislamientos obtenidos de ratas. No ocurrió mortalidad pero, en todos los casos, se encontró nefritis intersticial en las autopsias.

La erradicación por medio del sacrificio no es factible debido a la alta prevalencia de la infección en las fincas. Los métodos de control y erradicación en fincas individuales utilizando antibióticos y control de roedores están en estudio, particularmente en fincas que están sufriendo abortos por leptospirosis.

### Enterovirus porcino

En 1974 se enviaron sueros al Centro de Enfermedades Animales localizado en Plum Island, los cuales dieron reacciones positivas a este grupo de virus. Esta evidencia, junto con los hallazgos clínicos e histológicos en un hato de cerdas en donde se presentó una perturbación del sistema nervioso central, puso de manifiesto una alta probabilidad de ser la enfermedad de Teschen. Para la confirmación final era necesario obtener un aislamiento y caracterización del virus; este año se pudo lograr el aislamiento y la caracterización del virus se adelanta en Plum Island. Existe

en América Latina muy poca información disponible en relación con este grupo de virus, mientras que en países con industrias porcinas desarrolladas, las infecciones por enterovirus tienen un importante impacto económico.

### Disentería porcina

Después del reconocimiento de la disentería porcina producida por *Treponema hyodysenteriae*, por primera vez en América Latina, se distribuyó información sobre los métodos de diagnóstico y control a veterinarios que trabajan en instituciones oficiales y en la empresa privada. Probablemente esta enfermedad se encuentra diseminada entre las porquerizas comerciales. Las enfermedades se han controlado con éxito en tres de los brotes estudiados, utilizando antibióticos específicos contra el agente etiológico.

Se llevaron a cabo investigaciones para determinar la importancia relativa y la interrelación entre el *Treponema* y otros dos agentes causales de la disentería *Vibrio coli* y *Balantidium coli*.

## COOPERACION INTERNACIONAL Y ADIESTRAMIENTO

En 1975 se ampliaron los contactos con las instituciones nacionales que desarrollan programas de adiestramiento, investigación y producción porcina en América Latina. En su mayoría, se han visitado los sitios de trabajo y los proyectos que conducen las instituciones en cada país, como base para evaluar las prioridades en futuros programas de adiestramiento y cooperación técnica. En las Figuras 1 y 2 se presentan los mapas de



Figura 1. Proyectos de producción porcina en América Central.



Figura 2. Proyectos de producción porcina en América del Sur.

América Central y América del Sur localizando las instituciones visitadas y con las cuales existe algún tipo de cooperación, que se ha clasificado en tres categorías:

**1. Programas Cooperativos CIAT-Instituciones Nacionales.** En esta categoría se incluyen los sitios en los cuales la participación del CIAT ha sido más directa, con base en compromisos y

prioridades que ha establecido el Proyecto IDRC-CIAT. En estos sitios se ha brindado mayor colaboración en asesoría técnica, en adiestramiento de profesionales y en la financiación de algunas obras de infraestructura. La participación del CIAT en estos proyectos ha sido establecida desde la iniciación de los mismos, incluyendo la selección del sitio, la planificación y supervisión de las obras de infraestructura y el programa de proyección de actividades

inmediatas. De acuerdo a los compromisos adquiridos, los proyectos cooperativos deben estar encaminados al adiestramiento de técnicos y porcicultores, transferencia de tecnología y fomento porcino a nivel regional y nacional y a investigación aplicada orientada a resolver problemas locales.

**2. Asesoría técnica a programas nacionales ya establecidos.** En esta categoría se incluye la cooperación indirecta que esporádicamente ha ofrecido el CIAT a varios programas nacionales, especialmente en las áreas de investigación, adiestramiento y asesoría técnica. Cada uno de estos proyectos ha sido visitado varias veces en el transcurso del año, como punto de partida para un mayor intercambio en el futuro.

**3. Otros programas de posible vinculación para los futuros proyectos cooperativos.** En esta categoría se incluyen proyectos nacionales o regionales que han sido visitados y evaluados por el personal del CIAT y con los cuales únicamente se ha hecho intercambio de información. En muchos de estos sitios se podría incrementar en el futuro la cooperación del CIAT, especialmente en las áreas de adiestramiento y asesoría técnica.

Las principales actividades relacionadas con programas de cooperación internacional y adiestramiento de técnicos en producción porcina, se presentan a continuación, en forma resumida, por países:

## **Bolivia**

La construcción de la unidad de porcinos del Programa Cooperativo Universidad Gabriel René Moreno (UGRM)-Proyecto Heifer-CIAT, en Santa Cruz (16)\*, fue terminada durante el año 1975, con la cooperación técnica y financiera del Proyecto IDRC-CIAT. Las construcciones incluyen un galpón para cerdos en

crecimiento y acabado, un galpón para cerdos de posdestete, un galpón para cerdas en lactancia y facilidades para oficinas y bodega. El equipo y los animales que servirán como pie de cría llegaron a Santa Cruz a mediados de 1975 y la unidad está funcionando actualmente. La producción de crías para proyectos de fomento y desarrollo y la realización de actividades de investigación local, se podrán iniciar en los primeros meses de 1976. Se constituyó un Comité Coordinador del Programa Cooperativo, integrado por representantes de las entidades antes mencionadas, con el fin de orientar el plan de trabajo del programa y asesorar a los técnicos que llevan a cabo labores de investigación, docencia y fomento. Estos técnicos han participado en el Programa de Adiestramiento en Porcinos del CIAT.

Además, se han establecido vínculos con el Comité de Obras Públicas en Santa Cruz y en Chuquisaca (17), para tratar de integrar las actividades de producción de pie de cría, fomento porcino y transferencia de tecnología a porcicultores mediante el Proyecto Cooperativo. Se ha hecho una preselección de profesionales de ambas instituciones como posibles candidatos al Curso de Adiestramiento en el CIAT durante 1976.

## **Costa Rica**

Aún no se ha logrado iniciar la construcción de la unidad de porcinos que formará parte del Programa Cooperativo Universidad de Costa Rica (UCR)-CIAT, en Atenas (7). A través del Proyecto IDRC-CIAT en 1975 se brindó cooperación técnica y financiera para la iniciación de actividades de fomento y desarrollo porcino. Los terrenos para la ubicación de la unidad de porcinos, los planos para las construcciones y el detalle del presupuesto, están listos, faltando únicamente el cumplimiento de algunos requisitos legales que exige la Universidad para aprobar la iniciación de los trabajos de construcción.

\* El número en parentesis se refiere al que se utilizó, para identificar los sitios en Figuras 1 y 2

Como parte de este Programa, un especialista en producción porcina del CIAT permaneció durante seis meses en Costa Rica, desarrollando actividades de docencia en el Departamento de Zootecnia de la UCR. Se iniciaron varias pruebas de investigación sobre problemas nutricionales locales, como temas para tesis de grado de estudiantes egresados de la Universidad. Como actividades complementarias que llevó a cabo el mencionado especialista se pueden mencionar: la organización de varias conferencias para porcicultores y organización de un Curso Centroamericano de Producción Porcina programado para 1976.

Durante 1975, dos profesionales costarricenses participaron en el programa de adiestramiento en Porcinos del CIAT. Uno de ellos pertenece al personal de la Universidad de Costa Rica y el otro al Ministerio de Agricultura y Ganadería en Guápiles (8). Se han afianzado las bases para lograr una integración más efectiva entre el Ministerio de Agricultura y la Universidad en lo referente a programas coordinados de fomento y desarrollo porcino en Costa Rica. Se han seleccionado dos profesionales del Ministerio como precandidatos para el Programa de Adiestramiento en el CIAT para el año 1976.

## **Perú**

La cooperación se ha continuado básicamente a través del IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura) en Pucallpa (15). La construcción de galpones, corrales e instalaciones para la unidad de producción que albergará 20-30 hembras de cría ya fue iniciada y se espera que durante 1976, las construcciones estén terminadas.

El especialista del IVITA que está a cargo del Programa Cooperativo participó en el Programa de Adiestramiento Porcino en el CIAT y por medio de él se ha ofrecido asesoría de tipo técnico para la fase inicial

del Proyecto (construcción de instalaciones para cerdos, programas de adiestramiento, planes inmediatos de experimentación local, etc.).

Se han establecido contactos con otras instituciones, especialmente, con la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) y con el Ministerio de Alimentación para la selección de candidatos para futuros programas de adiestramiento en el CIAT.

## **Colombia y Ecuador**

Los principales trabajos cooperativos en estos países se han conducido a través del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Montería y Palmira (11, 12), Colombia y del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Santo Domingo y Quito (13, 14), Ecuador. Las actividades desarrolladas durante 1975 se han relacionado especialmente con proyectos específicos de investigación y de adiestramiento de profesionales.

Los trabajos cooperativos ICA-CIAT sobre evaluación de la raza criolla (Zungo pelado) han continuado; los resultados obtenidos se presentan en la sección del rendimiento de porcinos nativos o criollos y razas mejoradas en el trópico.

En 1975, dos profesionales ecuatorianos han participado en el programa de adiestramiento. Uno de ellos regresó al INIAP después de terminar su período de adiestramiento de un año. Un asociado de investigación regresó a Ecuador después de realizar su trabajo de tesis en el CIAT, sobre la utilización de maíz opaco-2 para cerdas en lactancia.

## **Otros países**

Las actividades más importantes desarrolladas en otros países se relacionan con programas de adiestramiento de profesionales pertenecientes a ins-

tituciones nacionales, y asesoría técnica a programas porcinos mediante consultas y visitas periódicas. En esta categoría se incluyen el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala (1, 2); el Banco Nacional de Fomento de Honduras (3); el Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDA)-Ministerio de Agricultura y Ganadería de Sonsonante y San Salvador de El Salvador (4, 5); el Banco Nacional (6) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua; la Universidad de Panamá (10) y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, en

Veraguas, Panamá (9) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en Asunción, Paraguay (18).

Durante 1975 han participado en los programas de adiestramiento dos profesionales procedentes de Nicaragua y uno de Panamá. También, durante 1975, regresaron a Nigeria dos asociados de investigación después de haber terminado los trabajos de tesis para el grado de Ph.D., como parte del Proyecto IDRC-CIAT-Universidad de Ibadán.

### PUBLICACIONES\*

- BUITRAGO, J., MANER, J.H. y GOMEZ, G.** Producción de cerdos en América Latina. In: Proteínas y América Latina. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, Guatemala. (En prensa).
- CLAWSON, A.J., MANER, J.H., GOMEZ, G., MEJIA, O., FLORES, Z. and BUITRAGO, J.** 1975. Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. I. The effect of ferrous sulfate and calcium hydroxide in reducing gossypol toxicity. *Journal of Animal Science* 40(4):640-647.
- CLAWSON, A.J., MANER, J.H., GOMEZ, G., FLORES, Z. and BUITRAGO, J.** 1975. Unextracted cottonseed in diets for monogastric animals. II. The effect of boiling and oven vs sun drying following pretreatment with a ferrous sulfate solution. *Journal of Animal Science* 40(4):648-654.
- GOMEZ, G., MANER, J.H., FLORES, Z., FRANCIS, C.A. and BUITRAGO, J.** 1975. A comparison of vitreous and soft endosperm high-lysine and common maize in diets for growing rats and pigs. *Journal of Animal Science* 41(6):1638-1644.

---

\* Esta lista incluye únicamente artículos que no han sido publicados dentro de las series del CIAT.







# Sistemas de producción de maíz

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

Las actividades del Programa de Maíz del CIAT, que se enfocaban hacia el campo de la investigación, con sede en Palmira, han cambiado su orientación dando énfasis al programa de servicios cooperativos con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México. Dicho programa respaldará principalmente las actividades nacionales en la Zona Andina y en el trópico brasileño. Existe un excelente espíritu de cooperación entre el equipo de científicos en maíz de estos países y de los dos centros internacionales involucrados en este programa.

En 1975, se realizaron ensayos en las fincas para probar materiales del programa de fitomejoramiento, los cuales se recombinaron a fin de formar material genético básico que pueda ser utilizado por los programas nacionales y que también se puedan combinar adecuadamente con el formado por el CIMMYT. Dentro del campo de fitomejoramiento, se ha dado mayor importancia al desarrollo de materiales de porte bajo resistentes al volcamiento, una de las causas principales de la reducción de los rendimientos en la región.

En varias regiones de Colombia, y en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se sembraron varios ensayos internacionales que constaban de 30 variedades experimentales del CIMMYT y seis testigos locales.

Se sembraron otros 13 ensayos diferentes en fincas cercanas a Montería. El rendimiento promedio de casi 5 ton/ha indica que es factible obtener rendimientos aceptables en esta región tradicionalmente maicera. El establecimiento y conservación de una densidad adecuada de plantas es, aparentemente, uno de los factores principales para aumentar los rendimientos en esta área y en otras similares.

El programa de servicios cooperativos CIMMYT-CIAT ha reunido y distribuido material de los programas nacionales que se probará en ensayos regionales en las tierras bajas y altas tropicales, en 18 localidades de seis países.



## FITOMEJORAMIENTO

### Plantas de porte bajo

El trabajo de fitomejoramiento de maíz se ha concentrado en los genotipos de poca altura y con un tipo de planta estable. El Cuadro 1 ilustra claramente la tendencia al volcamiento de las plantas con demasiada altura (normales).

El programa se centró en la selección de familias de hermanos completos de materiales homocigóticos en cuanto al gen braquítico-2. Como se ilustró en el Informe Anual del CIAT de 1974, existen muchas variantes del gen braquítico "original", el cual posee un tallo grueso, hojas anchas y una distancia internodal sumamente reducida. Este tipo de planta no es aceptable para el cultivo intercalado con frijol o ñame trepadores, ya que las plantas con una distancia internodal reducida inhiben el desarrollo vegetativo e impiden que la planta trepadora se adhiera a la que le sirve de sostén. Como resultado, la polinización se realizó entre hermanos en surcos razonablemente uniformes en cuan-

to a las características descritas para los tipos de plantas que aparecen en el Cuadro 2.

Se formuló la hipótesis de que el Tipo II tuviera unas características de sustentación y apoyo óptimas para cultivarlo en asociación con frijol y ñame trepadores y que el Tipo III tuviera una mejor distribución de materia seca, junto con una mejor respuesta a las densidades altas en monocultivo. Se ensayó esta hipótesis en colaboración con el Programa de Frijol. Los tipos II y III modificados se compararon con el nuevo híbrido braquítico ICA H-210 (comparable al Tipo I) y con el H-207, un híbrido normal de mucha aceptación. El valor de un genotipo de maíz, como planta de apoyo, se determinó mediante la producción de frijol trepador. Los resultados preliminares no mostraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de maíz en cuanto al apoyo que prestan al frijol trepador (Cuadro 3). Se estudiarán más detalladamente las diferencias que se presentan en el punto en que los rendimientos de frijol comienzan a disminuir al aumentar la densidad de siembra del maíz; para este fin se

Cuadro 1. Resultados de 13 experimentos realizados en fincas cercanas a Montería (1975A).

| Tipo y variedad de planta                            | Origen | Grano                      | Promedio de volcamiento (%) | Rendimiento promedio (kg/ha) | No. de ensayos |
|--|--------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| Normal   |        |                            |                             |                              |                |
| La Posta C <sub>2</sub>                              | CIMMYT | Normal blanco dentado      | 27                          | 6.861                        | 1              |
| YHE  | CIMMYT | Duro amarillo opaco        | 34                          | 5.036                        | 2              |
| WHE  | CIMMYT | Duro blanco opaco          | 40                          | 5.737                        | 2              |
| Comp. K  | CIMMYT | Duro amarillo opaco        | 39                          | 5.295                        | 2              |
| ICA VE-21  | ICA    | Duro amarillo opaco        | 33                          | 5.273                        | 2              |
| ICA V-106  | ICA    | Normal amarillo cristalino | 53                          | 3.948                        | 6              |
| ICA H-207  | ICA    | Normal amarillo cristalino | 46                          | 4.969                        | 5              |
| ICA H-208  | ICA    | Harinoso amarillo opaco    | 10                          | 5.311                        | 1              |
| ICA H-154  | ICA    | Normal blanco cristalino   | 50                          | 5.525                        | 5              |
| Braquítico   |        |                            |                             |                              |                |
| Br I (B1)  | CIAT   | Normal blanco cristalino   | 6                           | 4.440                        | 4              |
| Br II (B1)   | CIAT   | Normal blanco cristalino   | 8                           | 5.029                        | 2              |
| Br III (B1)  | CIAT   | Normal blanco cristalino   | 3                           | 5.284                        | 2              |
| Br II (Am)   | CIAT   | Normal amarillo cristalino | 12                          | 2.783                        | 2              |
| Br III (Am)  | CIAT   | Normal amarillo cristalino | 10                          | 3.140                        | 2              |
| Promedio. (todos los materiales en todos los sitios) |        |                            | 26                          | 4.902                        |                |

emplearán métodos que reduzcan la posibilidad de confundir las densidades adecuadas para el maíz y el frijol y se usarán sistemas y épocas de siembra más apropiadas para el cultivo asociado. Bajo las condiciones óptimas de Palmira, los híbridos braquíticos y normales del ICA superaron en rendimiento a los braquíticos del CIAT, obtenidos por polinización libre. Los rendimientos del maíz fueron altos y alcanzaron un promedio de más de 6 ton/ha.

En un segundo experimento cooperativo sobre maíz y frijol se estudió mediante la interacción de sistemas de siembra la importancia de la variedad en la selección de los tipos de maíz adaptables tanto al monocultivo como al cultivo intercalado (Cuadro 4). Las densidades empleadas en la siembra del frijol, fueron sustancialmente más altas que las del experimento anterior lo cual redujo los rendimientos del maíz, aunque estos fueron altos en todos los sistemas. En el primer ensayo, no hubo

Cuadro 2. Características de tres tipos diferentes de maíz braquítico

| Variedad       | Altura (m) | Tallo   | Hojas                  | Compactación de los entrenudos |
|----------------|------------|---------|------------------------|--------------------------------|
| Braquítico I   | 1,2        | Grueso  | Anchas, grandes        | Extrema                        |
| Braquítico II  | 1,5-2,0    | Grueso  | Anchas, grandes        | Reducida                       |
| Braquítico III | 1,5-2,0    | Delgado | Estrechadas, reducidas | Ninguna                        |

Cuadro 3. Rendimientos obtenidos del frijol trepador (P-259A) en asociación con cuatro variedades de maíz, sembradas en cuatro densidades diferentes. (CIAT, Palmira, 1975A).

| Variedad               | Rendimiento de frijol (kg ha) |            |           |           |          |
|------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|
|                        | Densidad de maíz y frijol*    |            |           |           |          |
|                        | 30                            | 50         | 70        | 90        | Promedio |
| ICA H-210 (braquítico) | 476,2d**                      | 440,8de    | 334,2defg | 204,4gh   | 363,9x   |
| Braquítico II Bl.      | 466,0d                        | 459,4d     | 334,4defg | 202,0gh   | 365,4x   |
| Braquítico III Bl.     | 491,0d                        | 451,2de    | 241,0efgh | 238,8efgh | 355,5x   |
| ICA H-207 (normal)     | 411,0def                      | 281,6defgh | 218,0fgh  | 177,8h    | 272,1x   |
| Monocultivo de frijol  | 1.754,8c                      | 1.954,0bc  | 2.290,4a  | 2.083,8b  | 2.020,8y |
| Promedio               | 719,8m                        | 717,4m     | 683,6m    | 581,4m    | 675,4    |

\* Miles de plantas por hectárea, tanto de maíz como de frijol

\*\* Significa que los valores en una misma columna, seguidos por la misma letra, no difieren significativamente al nivel del 5%.

diferencias significativas entre las familias del maíz en cada uno de los tres sistemas. Las correlaciones entre la posición ocupada respecto a los rendimientos fueron variables para los diferentes sistemas. Las correlaciones en cuanto a la posición ocupada por nivel de rendimiento ( $r = 0,72^{**}$ ) y el rendimiento en sí ( $r = 0,66^{**}$ ) entre los dos sistemas de cultivo (frijol|maíz) fueron altamente significativas y sugieren que la selección de maíz hecha bajo un sistema asociado, también sería exitosa en el otro sistema. El Programa de Frijol del CIAT está realizando estudios similares de las variedades, mediante interacción de sistemas, para determinar métodos adecuados y económicos de evaluación y selección para los cultivos asociados. El sistema frijol|maíz, de suma importancia en América Latina, se está usando como prototipo en este experimento.

Dos ciclos de selección de hermanos completos y el cruzamiento de familias seleccionadas han producido poblaciones por polinización libre de braquíticos modificados, blancos y amarillos que tienen 1,5 a 2,0 metros de altura. Estos braquíticos son resistentes al volcamiento

y tienen rendimientos similares a los de los híbridos normales (Cuadros 1 y 5). Como los resultados preliminares mostraron muy poca o ninguna variación con relación a la interacción del sistema, para el ciclo actual de selección y cruzamientos se planea combinar los Tipos II y III. Se sembró un ensayo replicado de densidad con una población de 66.000 plantas|ha, con el fin de eliminar los genotipos que no responden adecuadamente a una población alta de plantas.

El criterio principal para seleccionar hermanos medios en poblaciones de "plantas bajas"\* blancas y amarillas es un menor tamaño de la planta. Se ha tratado de adaptar este material, proveniente del CIMMYT, a las condiciones de la Zona Andina. También se está seleccionando un grano más cristalino que puede tener una mayor aceptación por parte de los pequeños agricultores a nivel local. En igual forma que para las selecciones braquíticas, se sembró un ensayo replicado de plantas

\* La "planta baja" se refiere a un carácter gobernado por varios genes, cada uno con acción sobre un segmento limitado del componente total de la altura de la planta; en cambio los braquíticos tienen un porte muy bajo gobernado por un solo gen mayor.

Cuadro 4. Rendimiento (kg | ha) y orden de 15 genotipos de maíz, sembrados en monocultivo y en asociación con el frijol arbustivo y el trepador (CIAT, Palmira, 1975A)\*.

| Familia o variedad de maíz | Sistema A |                    | Sistema B |                    | Sistema C          | Orden de los rendimientos del maíz por sistema |    |    | Rendimiento promedio del maíz |
|----------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|--|----|----|-------------------------------|
|                            | Maíz      | Frijol arbustivo** | Maíz      | Frijol trepador*** | Maíz (monocultivo) | A  | B  | C  |                               |
| 1188                       | 3.853     | 455                | 3.403     | 424                | 4.643              | 13   | 14 | 11 | 3.966                         |
| 1577                       | 3.629     | 519                | 3.584     | 411                | 4.668              | 14   | 13 | 10 | 3.960                         |
| 1768                       | 4.207     | 422                | 4.581     | 450                | 5.437              | 9  | 5  | 1  | 4.742                         |
| 1389                       | 4.470     | 405                | 4.441     | 445                | 4.015              | 4  | 8  | 14 | 4.309                         |
| 1464                       | 4.106     | 479                | 3.308     | 402                | 4.167              | 11   | 15 | 13 | 3.860                         |
| 1443                       | 4.228     | 372                | 4.437     | 361                | 4.961              | 8  | 9  | 6  | 4.542                         |
| 1101                       | 4.630     | 325                | 4.924     | 372                | 4.934              | 3  | 3  | 7  | 4.829                         |
| 1030                       | 4.248     | 483                | 4.393     | 344                | 4.815              | 7  | 10 | 8  | 4.485                         |
| 1599                       | 4.880     | 337                | 5.076     | 383                | 5.003              | 1  | 2  | 4  | 4.986                         |
| 1586                       | 3.064     | 435                | 3.923     | 413                | 4.717              | 15   | 11 | 9  | 3.901                         |
| 1449                       | 4.181     | 323                | 4.603     | 520                | 3.855              | 10   | 4  | 15 | 4.213                         |
| 4004                       | 3.926     | 437                | 3.849     | 528                | 4.503              | 12   | 12 | 12 | 4.093                         |
| ICA H-207                  | 4.866     | 372                | 4.470     | 341                | 4.992              | 2  | 7  | 5  | 4.776                         |
| ICA H-210                  | 4.310     | 362                | 4.533     | 335                | 5.334              | 6  | 6  | 3  | 4.725                         |
| Tuxpeño Caribe-2           | 4.445     | 310                | 5.331     | 449                | 5.367              | 5  | 1  | 2  | 5.048                         |
| Promedio                   | 4.203     | 402                | 4.324     | 412                | 4.761              |  |    |    | 4.429                         |

\* Correlaciones de rendimiento:  $r_{AB} = 0.66^{**}$ ,  $r_{AC} = 0.23$ ,  $r_{BC} = 0.46$  Correlación de clasificación:  $r_{AB} = 0.72^{**}$ ,  $r_{AC} = 0.45$ ,  $r_{BC} = 0.56^*$

\*\* Variedad ICA Pijao, 300.000 plantas/ha, rendimiento en monocultivo, 942 kg/ha

\*\*\* Variedad P-259A, 300.000 plantas/ha; rendimiento en monocultivo, 2.532 kg/ha

Cuadro 5. Rendimientos (kg | ha) de selecciones en poblaciones de plantas bajas y de braquíticos (CIAT, Palmira, 1974B, 1975A) \*.

| Poblaciones            | Rendimiento promedio |                        |                    |
|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
|                        | 1974B                |                        | 1975A              |
|                        | Todas las familias   | Familias seleccionadas | Todas las familias |
| Braquítico blanco      | 3.092                | 4.276                  | 7.580              |
| Braquítico amarillo    | 2.582                | 3.518                  | 8.229              |
| Planta baja (blanco)   | 3.676                | 5.477                  | 8.479              |
| Planta baja (amarillo) | 4.714                | 5.008                  | 7.378              |

\* Promedio de dos repeticiones

bajas con una población de 66.000 plantas|ha para evaluar la respuesta a la densidad.

### Material para las áreas mal drenadas

En 1974, un material (La Posta C<sub>2</sub>) proveniente del CIMMYT, resultó sumamente tolerante al pH alto y al drenaje deficiente en el CIAT. Los fitomejoradores del CIAT y del ICA colaboraron en la selección de las mejores mazorcas y familias. Se distribuyó el compuesto resultante para ser sembrado en varias localidades, entre ellas el mismo lote mal drenado del CIAT y una finca cercana a Montería, donde dio un rendimiento de casi 6,9 toneladas (Cuadro 1). La Posta fue seleccionada para un ciclo adicional en el CIAT, a fin de comprobar su respuesta al exceso de humedad del suelo y compararla con otro material en varias áreas mal drenadas.

### Calidad de la proteína

Como el CIMMYT ha dado énfasis a la conversión de los tipos normales de alto rendimiento al opaco-2 con endosperma duro, el papel del CIAT en el mejoramiento de la calidad de la proteína se ha limitado a ensayar variedades promisorias del CIMMYT y a recombinar el opaco-2 con los tipos braquíticos-2.

Los ciclos recientes de maíz opaco amarillo y blanco con endosperma duro han tenido un comportamiento superior al de sus congéneres de ciclos anteriores, lo cual se puede apreciar en el Cuadro 1. Los rendimientos de las variedades de maíz opaco que se ensayaron cerca de Montería alcanzaron un promedio superior a 5 ton|ha. El promedio de 1974 para este mismo material fue de sólo 2,4 toneladas. En un ensayo efectuado en una finca en Cundinamarca se obtuvieron rendimientos de 2,6 y 3,7 ton|ha con Composite K e ICA VE-21, respectivamente. Es evidente que se requiere material más bajo de maíz opaco para reducir la tasa tan alta de volcamien-

to. En cuanto al mejoramiento, de los materiales de maíz opaco se refiere, el CIAT está empeñado exclusivamente en recombinar el opaco-2 de endosperma duro con el braquítico-2 para obtener una variedad amarilla, de alto rendimiento, polinizada libremente. Este material está casi listo para una prueba inicial en las fincas de los agricultores.

Para los ensayos de alimentación de porcinos y ratas que están realizando actualmente en el Programa de Porcinos del CIAT, se han multiplicado seis variedades opacas, cinco de ellas con endosperma duro. Una de las variedades (la variedad experimental VE-21 del ICA), seleccionada por ICA-CIAT de la variedad opaca del CIMMYT Veracruz x Antigua x Venezuela, se ha multiplicado para realizar pruebas más extensivas con los agricultores.

### Resistencia a *Diatraea*

El barrenador del tallo *Diatraea* spp. se encuentra en todas las regiones tropicales de América Latina. El daño más grave causado por este barrenador se manifiesta en la reducción del rendimiento y en el volcamiento de las plantas, que dificulta la recolección del maíz y les hace perder su característica como plantas de apoyo, importante para otros cultivos. Como los productos químicos empleados para controlar eficazmente este insecto, son costosos y la disponibilidad del producto es incierta, es necesario buscar mayor resistencia genética.

El CIMMYT y la Universidad de Cornell, han colaborado durante varios años en el desarrollo y ensayo de un Vivero de Resistencia a Plagas y Enfermedades (IDRN), que incluye la infestación artificial y la selección para resistencia a *Diatraea* en México. De las 287 familias de maíz (ciclo 1974A) que se enviaron al CIAT, se seleccionaron 32 que presentaban varios grados de madurez en las plantas y diferentes niveles de daño en las

## PRUEBAS VARIETALES

### Ensayos internacionales

hojas y en los tallos. La variedad ICA H-207 sirvió de testigo local; las plantas se infestaron artificialmente a los 55 y 60 días de edad con cuatro larvas de dos a tres días. El daño, que se evaluó abriendo los tallos, en el momento de la cosecha, fue grave y se presentó una correlación negativa altamente significativa entre el daño y el rendimiento del grano ( $r = -0,5681^{**}$ ). Los niveles de daño al tallo en el CIMMYT y el daño al tallo o el rendimiento de grano en el CIAT, no estuvieron significativamente correlacionados. Estos resultados no significan necesariamente que los materiales seleccionados en México por su resistencia a *Diatraea*, pierdan su resistencia en Colombia, pero sí indican la necesidad de evaluar la resistencia al barrenador del material seleccionado bajo infestación natural, o preferiblemente artificial, en diversas localidades con combinaciones diferentes de insectos, genotipos de las plantas y condiciones ambientales. Los resultados de este ensayo, el cual se debe repetir en otra estación, sugieren que el CIAT es un lugar apropiado para realizar dicha prueba.

Los rendimientos de 11 progenies del CIMMYT y de los ensayos varietales experimentales (Cuadro 6) sembrados en 1974B y 1975A en el CIAT, fueron excelentes. Estos rendimientos corresponden a dos replicaciones en surcos individuales de cinco metros. El CIMMYT está formando variedades experimentales, con base en semilla, que se mantiene como reserva, de familias seleccionadas por sus altos rendimientos (Cuadro 6), bajo porte y resistencia al volcamiento y a la pudrición de la mazorca. Un ensayo varietal replicado, para el cual se emplearon 30 variedades experimentales del CIMMYT y seis testigos locales, produjo un rendimiento promedio de 5 ton/ha. Una población opaca amarilla, con endosperma duro, dio los mayores rendimientos (6,6 toneladas). Este mismo ensayo experimental se ha sembrado en tres regiones de Colombia en cooperación con el ICA; se planea sembrar

Cuadro 6. Rendimientos (kg/ha) de variedades de maíz procedentes del CIMMYT en ensayos internacionales con dos replicaciones (CIAT, Palmira, 1974B, 1975A).

| Ensayo                        | No. de familias | Rendimientos de familias |                          | Rendimientos de testigos |          |
|-------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
|                               |                 | Ensayo (promedio)        | Seleccionadas (promedio) | Mejor variedad           | Promedio |
| La Posta Cz                   | 256             | 3.152                    | 4.610                    | 3.744                    | 2.536    |
| Cogollero                     | 256             | 3.122                    | 5.148                    | 3.619                    | 2.942    |
| IDRN                          | 256             | 4.196                    | 5.842                    | 5.188                    | 3.435    |
| Blanco Subtropical            | 256             | 3.489                    | 5.044                    | 3.297                    | 2.610    |
| Amarillo Subtropical          | 256             | 3.329                    | 5.138                    | 3.387                    | 2.330    |
| Braquíticos                   | 256             | 8.514                    | 10.925                   | 7.859                    | 6.203    |
| Tuxpeño Caribe 2              | 256             | 8.534                    | 10.799                   | 6.086                    | 4.641    |
| (Mix 1 x Col. Gp. 1) ETO      | 256             | 7.105                    | 9.201                    | 6.277                    | 5.058    |
| Blanco Cristalino             | 256             | 7.400                    | 8.956                    | 5.603                    | 4.339    |
| Mez. Trop. Blanco             | 256             | 9.312                    | 11.339                   | 6.327                    | 5.486    |
| 36 variedades experimentales* |                 | 5.004                    | 6.602                    | 6.550                    | 3.884    |

\* Cuatro replicaciones.

en otros dos lugares con el fin de estudiar la estabilidad varietal desde el nivel del mar hasta los 1.400 metros de altura, y en diversos tipos de suelos, desde los muy fértiles del Valle del Cauca hasta los infértiles de los Llanos Orientales. En el segundo semestre de 1975, se sembraron nuevos ensayos de variedades experimentales y de progenies.

Una de las actividades claves del programa de servicios cooperativos CIMMYT-CIAT consiste en sembrar ensayos regionales con materiales provenientes de los programas nacionales. A los seis países colaboradores, se han despachado 8 ensayos que se realizarán en localidades de tierras altas y 10 para regiones bajas.

### Ensayos en las fincas

En algunas fincas de Montería se efectuaron ensayos en colaboración con el personal de control de malezas y de sistemas de pequeños agricultores.

Se perseguían los siguientes objetivos principales: 1) evaluar el material braquítico del CIAT y las variedades e híbridos locales tanto en monocultivo como en asociación con ñame, 2) determinar las densidades óptimas para las variedades del maíz, y 3) evaluar varios sistemas de control de malezas que se aplicarán al cultivo del maíz en las fincas pequeñas.

De estos 13 ensayos se derivan conclusiones interesantes, siendo la más importante la comprobación de que en esta área se pueden obtener rendimientos aceptables de maíz (Cuadro 1). El primer semestre de 1975 fue un período excelente para el cultivo del maíz, a pesar de la prolongación de la época lluviosa y de las inundaciones que se presentaron posteriormente en algunas zonas. Todos los materiales (del ICA, del CIAT y del CIMMYT) aumentaron considerablemente el promedio de rendimiento que se

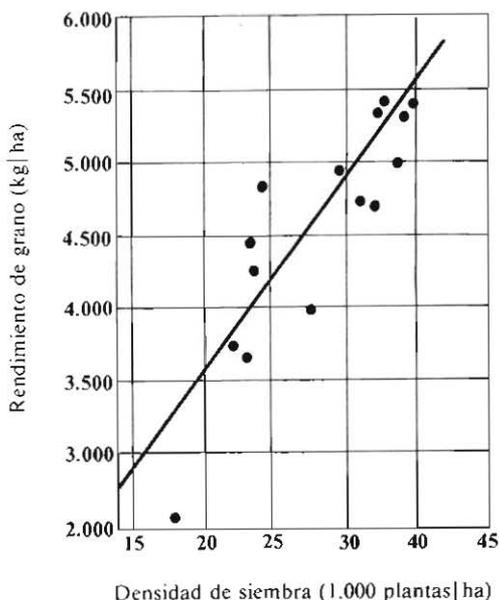


Figura 1. Rendimiento del híbrido ICA H-207 como función de la densidad de siembra en un ensayo realizado en una finca de Montería, Colombia (1975A) ( $r = 0,852$ ).

había obtenido tradicionalmente en esta zona (aproximadamente 2 ton/ha). Aún más, las variedades opacas con endosperma duro tuvieron un comportamiento similar o igual al de las variedades e híbridos normales a densidades comparables.

El principal factor limitante del comportamiento varietal en todas las localidades fue la densidad de siembra. La Figura 1 ilustra un caso típico de los efectos de la densidad en los rendimientos en un ensayo efectuado con el híbrido ICA H-207. Los resultados fueron similares para todas las localidades y para cada uno de los 14 materiales probados.

La importancia de la densidad adecuada de siembra se puede aplicar a casi toda la Zona Andina. Se estima que el rendimiento de las variedades nativas bolivianas no mejoradas, se podría incrementar en un 70 por ciento si se lograra sembrar un número mayor de plantas por unidad de superficie.

En toda la zona y para todas las variedades se estima que solamente el 68 por ciento de la semilla germinó. La obtención y el mantenimiento de material de propagación de alta calidad, proveniente de la cosecha de variedades de maíz opaco, almacenadas bajo las condiciones tradicionales de las fincas, son factores que limitan en alto grado la distribución más amplia de estos materiales y por consiguiente merece consideración.

La Posta C<sub>2</sub>, seleccionada de un ensayo de progenies del CIMMYT que se efectuó en 1974B, presentó un buen comportamiento en suelos mal drenados con un pH alto y tuvo rendimientos sumamente buenos en un terreno cerca a Montería que fue inundado periódicamente. En un terreno mal drenado, ya se completó un nuevo ciclo de selección. Este tipo de maíz blanco, blando y dentado cuenta con muy poca aceptación, pero podría mejorarse mediante la recombinación con tipos más deseables.

La información sobre volcamiento (Cuadro 1) indica que las variedades braquíticas deben aventajar a las normales en cuanto a características de apoyo y sustentación para el ñame. Entre los tres tipos de braquíticas seleccionadas, no se observaron diferencias en el crecimiento relativo ni en la capacidad trepadora del ñame. Las diferencias, en el rendimiento del ñame, cultivado en asociación con variedades braquíticas o normales, servirían para identificar la importancia del volcamiento que se ha presentado.

En varios de los ensayos realizados en las fincas se incluyeron tratamientos para el control de malezas, y en especial se emplearon herbicidas preemergentes. En estudios anteriores se observó que los agricultores sufrían un déficit de mano de obra en la época de cultivo del maíz, situación que se puede solucionar en parte empleando tratamientos con herbicidas eficaces.

La atrazine y el linuron, solos o en combinación, o la atrazina y el alaclor produjeron rendimientos ligeramente superiores a los obtenidos por los agricultores con el sistema usual de dos o tres desyerbas manuales. Como la precipitación fue escasa durante los primeros 30 a 50 días de estos ensayos, las malezas no proliferaron ni compitieron con el cultivo como había ocurrido bajo condiciones normales.

También se ensayó en tres fincas la capacidad potencial de los herbicidas para reducir el problema de la mano de obra mediante sistemas que requieren poca labor de labranza manual. Antes de la siembra se aplicaron paraquat y glifosato, compuestos no selectivos y no residuales, solos o en combinación con herbicidas preemergentes. Luego se compararon los resultados con los obtenidos empleando los métodos tradicionales de preparación de la tierra y se encontró que la aplicación de cualquiera de los productos, en combinación con un herbicida preemergente, era muy promisoría y ofrecía un mejor control que los productos solos.

Estos ensayos en las fincas demostraron que un buen número de variedades normales, braquíticas y opacas, sembradas a la densidad adecuada, producían rendimientos suficientemente altos para justificar el uso de insumos como fertilizantes, insecticidas y herbicidas.

## ACTIVIDADES REGIONALES

El CIMMYT y el CIAT sirvieron de anfitriones para la Reunión de Maiceros de la Zona Andina que tuvo lugar en México en 1975. Los participantes estudiaron las posibles formas mediante las cuales los servicios cooperativos de los dos centros podrían respaldar los esfuerzos de los programas nacionales tendientes a aumentar la producción de maíz. El personal del

CIMMYT por su parte, hizo una exposición a fondo de su material, de sus planes de desarrollo para las poblaciones y de la metodología para los ensayos en las fincas de los agricultores. Los líderes de los programas nacionales presentaron las cifras actuales de producción de sus respectivos países, lo mismo que los objetivos a corto y largo plazo para el mejoramiento de la producción. Además, expusieron las actividades que deberían llevar a cabo los programas nacionales para lograr estos objetivos, y se discutió la colaboración que el CIMMYT y el CIAT podrían prestar a través del programa de servicios cooperativos, a los programas nacionales, en el desarrollo de actividades tales como investigación, desarrollo y ensayo varietal y adiestramiento de los científicos y de los especialistas en la producción de maíz. Varios participantes hicieron una corta visita a la sede del CIAT, para observar los programas y servicios de dicho centro.

Desde la reunión en México, se han fijado normas para el programa regional que comprenderá los cinco países de la Zona Andina y el área tropical del Brasil. Las áreas claves de apoyo incluyen:

1. Lograr un intercambio rápido y libre de los materiales genéticos en todas sus etapas de desarrollo, entre los programas nacionales y entre los programas nacionales y el CIMMYT.

2. Desarrollar programas nacionales de adiestramiento en maíz, a nivel de especialistas en producción, estimulando a los profesionales de varios países para que colaboren con el programa dictando este curso. El programa nacional boliviano planea ofrecer dicho curso para el segundo semestre de 1975 en el estado de Santa Cruz.

3. Facilitar la interacción a nivel de campo entre los científicos de diferentes países, a fin de aumentar el intercambio de ideas de germoplasma a nivel regional.

4. Determinar ensayos varietales uniformes para los materiales de los programas nacionales, tanto en los trópicos altos como en los bajos. Las prácticas culturales de estos ensayos se fijaron durante la conferencia en México y ya se distribuyó el material para los primeros ensayos que se sembrarán en el próximo semestre.







# Sistemas de producción de arroz

## PROGRESOS LOGRADOS EN 1975

En el año 1975 se completaron extensos ensayos que incluyeron 14 líneas promisorias de arroz, de las cuales seis fueron seleccionadas para adicionar la información que sobre ellas se tiene, estableciendo ensayos sobre evaluación, purificación y multiplicación de semilla. Se espera que en 1976 una o dos de tales líneas sean debidamente clasificadas y distribuidas como variedades establecidas.

Las labores de fitomejoramiento necesarias para el desarrollo de germoplasma con resistencia al añublo del arroz, siguieron dos enfoques fundamentales. Uno de ellos se orientó hacia el intento de combinar factores múltiples de resistencia en las nuevas variedades. Se efectuaron un total de 587 cruces múltiples; de éstos se seleccionaron plantas resistentes que luego fueron transplantadas al campo para exponer el material a diversas fuentes de infección, obteniéndose así una amplia gama de resistencia. El segundo enfoque incluye una modificación con respecto al método anterior; su propósito es incluir un gran número de líneas dentro de la variedad, para obtener resistencia al añublo combinada con características agronómicas deseables.

Se ha logrado avanzar en el control químico de las malezas, lo mismo que de las plantas espontáneas que germinan de las semillas remanentes de la cosecha anterior y de las de arroz rojo. El problema es especialmente difícil porque los herbicidas selectivos usuales, no son efectivos para controlar arroz como maleza. Se ensayaron combinaciones de herbicidas y algunas de estas mezclas resultaron efectivas en el control de arroz espontáneo como maleza, sin afectar a las plantas de arroz sembrado después.

La maleza *Paspalum distichum*, una planta que invade los arrozales, se propaga tanto por semilla como por estolones; es necesario establecer un programa de dos fases para lograr buenos resultados en su control. Los estolones deben ser eliminados antes de plantar el cultivo; luego, se pueden aplicar herbicidas que controlen la germinación de semillas de malezas.

Se diseñó una bomba para utilizarla en irrigación de los arrozales, en la cual se combinan el bajo costo de su manufactura y de su operación con la sencillez de su instalación en una alcantarilla de cemento. La toma de fuerza de un tractor puede accionar la bomba, cuyo diseño final estará listo en 1976.

Se hicieron estudios de tipo teórico para mejorar la movilidad de la maquinaria agrícola en terrenos fangosos y los resultados del análisis fueron aplicados satisfactoriamente en la sede del CIAT en Palmira. Cuando se retiran los tacos de las llantas de tamaño grande y éstas son infladas a baja presión, el aumento de deflexión deja más superficie en contacto con el suelo y permite una mejor tracción y mayor movilidad a la maquinaria.

Varios especialistas del CIAT han cooperado en el desarrollo de un sistema de producción continua de arroz, el cual se ha establecido en la sede del CIAT. Este sistema hará más fácil las labores de investigación y adiestramiento al estar en capacidad de ofrecer a los técnicos campos de labranza sembrados con arroz, en diferentes etapas de cultivo durante todo el año, lo cual contribuye al éxito de sus programas.

## ECONOMIA

La investigación sobre aspectos económicos del Programa de Arroz se ha orientado hacia la obtención de información y el análisis del impacto que se ha logrado con la utilización de las nuevas variedades de arroz en América Latina. El estudio se ha dividido en dos partes: a) un reconocimiento general de las áreas cultivadas, rendimientos obtenidos, tendencias de la producción y comercio del grano de arroz en América Latina y en el Caribe, con énfasis en la medida de la contribución al rendimiento de las nuevas variedades (VAR), y b) un análisis pormenorizado de los beneficios económicos obtenidos en Colombia en virtud de la utilización de las nuevas variedades, dando atención especial a la distribución de los ingresos.

La primera parte del estudio implica la realización de una encuesta en los principales países productores de arroz en América Latina, con base en la cual se calculará la contribución de las nuevas variedades a la producción total. Dicha

encuesta, la cual se está llevando a cabo actualmente en colaboración con algunas instituciones nacionales e internacionales, proveerá la información requerida para actualizar los datos suministrados en el Informe Anual del CIAT de 1972.

El Cuadro 1 presenta los resultados preliminares para cada una de las regiones en América Latina. Brasil fue eliminado del análisis, por cuanto, a pesar de representar la mitad de la producción total de arroz de América Latina, gran parte de la cosecha proviene de arroz seco en donde los rendimientos son muy bajos. Si se incluyera Brasil en el análisis no sería posible apreciar en toda su magnitud el impacto que las variedades de alto rendimiento han tenido en los otros países. Los estimativos preliminares para América Latina (excluyendo Brasil) indican que la producción de arroz en 1974 superó en un 40 por ciento las previsiones hechas para este año, lo cual se logró con el cultivo de variedades de alto rendimiento.

Esta cifra podría ser alta por cuanto el aumento en la producción puede deberse

Cuadro 1. Estimativo de la contribución de las variedades de arroz de alto rendimiento (VAR) a los rendimientos totales en diferentes regiones de América Latina, 1974.

|   | México<br>y el<br>Caribe | América<br>Central | Sur<br>América<br>(excluyendo<br>Brasil) | Colombia<br>(irrigado) | América<br>Latina<br>excluyendo<br>(Brasil) |
|---|--------------------------|--------------------|--|------------------------|---|
| 1. Área total (1.000 ha)*               | 452,0                    | 257,1              | 1.088,0                                  | 273,0                  | 1.797,0                                     |
| 2. Producción total (1.000 ton)*        | 1.022,0                  | 472,2              | 3.647,1                                  | 1.420,1                | 5 141,4                                     |
| 3. Rendimiento (ton ha)                 | 2,261                    | 1,837              | 3,352                                    | 5,203                  | 2,861                                       |
| 4. Área con VAR (1.000 ha)*             | 200,4                    | 157,9              | 386,6                                    | 279,2                  | 744,9                                       |
| 5. Área tradicional (1.000 ha)**        | 251,6                    | 99,2               | 701,4                                    | 2,7                    | 1.052,1                                     |
| 6. Rendimiento tradicional (ton ha)**   | 1,779                    | 1,284              | 2,399                                    | 3,100                  | 2,040                                       |
| 7. Producción tradicional (1.000 ton)** | 447,6                    | 127,4              | 1.682,6                                  | 8,5                    | 2 146,4                                     |
| 8. Producción VAR (1.000 ton)**         | 574,4                    | 344,9              | 1.964,5                                  | 1.411,7                | 2.995,0                                     |
| 9. Rendimiento VAR (ton ha)             | 2,866                    | 2,184              | 5,082                                    | 5,224                  | 4,021                                       |
| 10. Margen de rendimiento (ton ha)**    | 1,087                    | 0,900              | 2,683                                    | 2,124                  | 1,981                                       |
| 11. Producción adicional (1.000 ton)**  | 217,9                    | 142,1              | 1.037,2                                  | 573,9                  | 1.475,6                                     |
| 12. Producción adicional (%)**          | 27,1                     | 43,0               | 39,7                                     | 67,8                   | 40,3  |

\* Fuentes: 1 y 2 = Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 4 = CIAT, encuestas sobre VAR, 1972 y 1974

\*\* Derivaciones: 5 = 1 - 4; 6 = Rendimiento promedio 1960 - 1964; 7 = 5 x 6, 8 = 1 - 7; 10 = 9 - 6; 11 = 10 x 4, 12 =  $\frac{11}{2 - 11} \times 100$ .

también al uso del riego (especialmente, en lo que respecta a América del Sur), pero por otra parte, no se ha tenido en cuenta el hecho de que la expansión de la producción en muchas áreas, no se habría producido de no ser por las variedades de alto rendimiento.

Sería inexacto atribuir el aumento en producción exclusivamente al potencial genético mejorado de las variedades de alto rendimiento. El uso más difundido de los insumos, las prácticas culturales mejoradas y el papel desempeñado por las organizaciones nacionales y de cultivadores, también han hecho aportes valiosos en lo que se refiere a los rendimientos mayores obtenidos en los cultivos de arroz.

La duplicación de la producción arrocerca de Colombia, ocurrida a partir de 1968, obedece exclusivamente a la expansión de las áreas cultivadas y al aumento de los rendimientos en el sector bajo riego. En esta forma, se redujo la competencia de arroz secano, cuyos rendimientos (1,5 ton/ha) han permanecido estables; este hecho se puso de manifiesto al registrarse una disminución sustancial (de 32 a 10 por ciento) de la proporción de la producción nacional representada por dicho sector. Los rendimientos de las tierras bajo riego aumentaron de aproximadamente 3 ton/ha cuando se utilizó Bluebonnet 50 como variedad principal, a cerca de 5,5 ton/ha con las nuevas variedades enanas de arroz (Informe Anual del CIAT, 1974). La siembra de variedades enanas aumentó en 1969 de 5,5 por ciento del área irrigada a casi 100 por ciento en 1974. En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos estimados para el Bluebonnet 50 y las variedades de alto rendimiento, a nivel de finca.

Como resultado del rápido incremento de la producción de arroz en Colombia, los precios reales recibidos por los productores en 1972 eran, prácticamente, la mitad de los de 1965, aunque en 1974 se recuperaron ligeramente (Cuadro 2), lo

cual indica que los consumidores colombianos se han beneficiado con los avances de la nueva tecnología. De no haber sido por la mayor producción que rindieron las nuevas variedades, los ingresos netos que percibieron los productores (una vez cubiertos los costos variables), habrían sido superiores.

Este patrón de distribución de los beneficios se debe a que el excedente de la producción se vendió principalmente en el mercado doméstico, en el cual la demanda de arroz es moderadamente inelástica. Los impuestos arancelarios que favorecen al sector industrial, han desestimado indirectamente las exportaciones de arroz. En consecuencia, la tasa de cambio se puede mantener a un nivel inferior del que regiría de no existir dichos impuestos, restándole atractivo a las exportaciones.

El precio al detal del arroz en Colombia no ha registrado la tendencia descendente de los precios que se pagan al agricultor en la finca (Cuadro 2). Como resultado, el margen de comercialización del arroz ha aumentado sustancialmente. Este margen es la diferencia entre el precio al detal y el precio pagado en la finca, expresado como porcentaje del precio en la finca. Antes de 1968 había permanecido constante o había experimentado una tendencia descendente.

El aumento en las áreas cultivadas creó la necesidad de ampliar los servicios de molinería, transporte y distribución para poder cubrir un volumen casi el doble del obtenido entre 1968 y 1973. Sin embargo, los análisis preliminares sugieren que el aumento del margen de 115 por ciento (en 1968) a 218 por ciento (en 1973) fue tan alto que no se podría atribuir exclusivamente al aumento del costo de estas actividades. Por consiguiente, parte de los beneficios que por efecto del incremento en la producción deberían recibir los consumidores, pasaron en realidad al sector de servicios. Sin restarle importancia a las nuevas variedades de arroz, se puede afirmar que

Cuadro 2. Rendimiento y valor de la cosecha de la variedad Bluebonnet 50 y de las variedades de arroz de alto rendimiento (VAR), en Colombia (1964-74).

|      | Rendimiento aproximado Bluebonnet 50 (ton ha) | Rendimiento aproximado VAR (ton ha) | Precio de arroz en cascara para el productor (SCol ton)* | Precio al detal del arroz blanco (SCol ton)* | Margen de mercadeo** |
|------|---|-------------------------------------|--|--|----------------------|
| 1964 | 3,09  | 3,25                                | 1,347  | 3,480  | 158                  |
| 1965 | 3,01  | 3,85                                | 1,592  | 3,850  | 142                  |
| 1966 | 3,02  | ***                                 | 1,507  | 3,568  | 137                  |
| 1967 | 3,29  | 5,84                                | 1,418  | 3,259  | 130                  |
| 1968 | 3,16  | 5,65                                | 1,452  | 3,117  | 115                  |
| 1969 | 3,04  | 5,51                                | 1,217  | 2,877  | 136                  |
| 1970 | 3,34  | 6,07                                | 1 121  | 2,727  | 143                  |
| 1971 | 3,42  | 6,29                                | 1 044  | 2,735  | 162                  |
| 1972 | 3,02  | 5,49                                | 993  | 2,493  | 170                  |
| 1973 | 2,94  | 5,37                                | 978  | 3,113  | 218                  |
| 1974 | 2,84  | 5,22                                | 1 151  | 3,321  | 188                  |

\* Expresado en pesos colombianos, al tipo de cambio de 1974

\*\* 100 (Precio al detal - costo al productor)/costo al productor

\*\*\* Menos del 2% del área se sembró con variedades de alto rendimiento (VAR).

el aumento de la producción repercute marcadamente en la distribución del producto y que se requiere analizar más a fondo los componentes de dicho aumento.

## MEJORAMIENTO

### Nuevas variedades promisorias

Durante 1975, el Programa de Arroz del CIAT continuó cooperando con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el desarrollo, evaluación y multiplicación de líneas promisorias que pueden llegar a constituir futuras variedades. Se ensayaron 14 líneas, en 21 localidades en las cuales se usó riego y en tres sin riego, en las principales zonas arroceras de Colombia. La Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) financió estos ensayos regionales, los cuales estuvieron a cargo de los técnicos de FEDEARROZ y del ICA y la evaluación de los materiales estudiados

se hizo en conjunto, por el personal de las instituciones mencionadas y del CIAT.

El Cuadro 3 muestra los rendimientos promedio de las 14 líneas y de cinco variedades comerciales, en cinco regiones productoras de arroz de Colombia con diferentes tipos climáticos. Se establecieron viveros y pruebas de campo en Guatemala, Panamá y Costa Rica y se recogió información sobre la resistencia al añublo de arroz. Se seleccionaron seis líneas de las 14 que se ensayaron, con base en los rendimientos y en observaciones sobre resistencia al añublo, volcamiento, resistencia a **Sogatodes**, ciclo de crecimiento, altura de la planta, índice de desgrane y calidad de molinería y de grano. El Cuadro 4 compara las reacciones al añublo y la calidad de molinería de estas seis líneas con las variedades comerciales. Después de otro ciclo de ensayos regionales, se considerarán como variedades una o dos de las líneas ensayadas; en 1976, se iniciará la distribución de semilla básica para la

Cuadro 3. Rendimiento promedio (kg/ha)\* de 14 líneas y de 5 variedades de arroz, en 21 ensayos regionales establecidos en Colombia (1975A).

|                               | Valle<br>y<br>Cauca(4)** | Tolima<br>y<br>Huila(6) | Costa<br>Atlántica<br>(4) | Zona<br>Noreste<br>(3) | Meta<br>(4) | Todas las<br>localidades<br>(Promedio) |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|--|
| <b>Líneas</b>                 |                          |                         |                           |                        |             |  |
| 4403                          | 6.337                    | 8.914                   | 6.676                     | 6.853                  | 5.307       | 7.029                                  |
| 4418                          | 5.745                    | 7.715                   | 7.110                     | 6.690                  | 4.875       | 6.559                                  |
| 4419                          | 7.736                    | 8.000                   | 6.461                     | 5.613                  | 4.886       | 6.805                                  |
| 4421                          | 7.096                    | 8.956                   | 6.878                     | 6.398                  | 4.902       | 7.065                                  |
| 4422                          | 7.884                    | 9.221                   | 6.326                     | 6.573                  | 4.509       | 7.128                                  |
| 4436                          | 5.499                    | 6.910                   | 5.963                     | 5.373                  | 3.715       | 5.614                                  |
| 4438                          | 7.216                    | 6.625                   | 5.981                     | 6.250                  | 4.437       | 5.681                                  |
| 4440                          | 8.870                    | 8.725                   | 7.563                     | 7.456                  | 5.445       | 7.579                                  |
| 4444                          | 7.459                    | 8.451                   | 7.020                     | 6.983                  | 4.943       | 6.981                                  |
| 4461                          | 5.960                    | 6.696                   | 6.535                     | 6.180                  | 3.444       | 5.880                                  |
| 4462                          | 5.874                    | 7.290                   | 7.201                     | 7.166                  | 4.525       | 6.475                                  |
| 4467                          | 7.771                    | 7.496                   | 6.086                     | 6.513                  | 4.466       | 6.521                                  |
| 4468                          | 8.515                    | 8.095                   | 7.266                     | 8.270                  | 4.876       | 7.372                                  |
| 4469                          | 7.175                    | 7.890                   | 6.140                     | 7.316                  | 2.637       | 6.334                                  |
| <b>Variedades comerciales</b> |                          |                         |                           |                        |             |  |
| CICA 6                        | 5.725                    | 7.296                   | 6.183                     | 6.070                  | 2.827       | 5.835                                  |
| CICA 4                        | 6.496                    | 7.091                   | 6.711                     | 6.173                  | 3.298       | 6.088                                  |
| IR 8                          | 6.881                    | 7.061                   | 6.223                     | 5.743                  | 2.096       | 5.828                                  |
| IR 22                         | 5.710                    | 6.218                   | 6.315                     | 5.290                  | 3.068       | 5.481                                  |
| Bluebonnet 50                 | 4.222                    | 4.254                   | 4.698                     | 4.446                  | 2.586       | 4.107                                  |

\* Los rendimientos corresponden a arroz seco en cáscara

\*\* Números en paréntesis representan ensayos establecidos en cada zona del país.

producción de semilla certificada. La Figura 1 compara la calidad y la longitud del grano de las seis líneas promisorias.

### Multiplicación de la semilla

Durante 1975, las 14 líneas genéticas que habían alcanzado mayor grado de evolución en el programa fueron purificadas y luego multiplicadas. Se sembraron 250 selecciones de panículas, de cada línea, en almácigos y luego, el material procedente de cada panícula, fue trasplantado a un surco sencillo para observar la uniformidad del tipo de planta y el rendimiento.

Se rechazaron ocho líneas por presentar características indeseables o bien, porque se había constato susceptibilidad al añublo, al establecer los ensayos regionales.

Debido a la severidad del ataque del añublo del arroz a las variedades comerciales, se aceleró la multiplicación de las semillas de las seis líneas restantes resistentes al añublo, sacando de la tierra las plantas jóvenes, separando sus vástagos o retoños y retransplantando éstos para obtener nuevas plantas. El Cuadro 5 presenta las características genealógicas y

Cuadro 4. Reacción a *Pyricularia oryzae* y características de calidad del grano de 6 líneas y 5 variedades de arroz (1975A) \*.

|               | Reacción al ataque de<br><i>P. oryzae</i> |                           | Características del grano       |  |
|---------------|---|---------------------------|---------------------------------|--|
|               | En la hoja                                | En el cuello<br>del tallo | Índice de<br>rendimiento<br>(%) | Longitud<br>del grano<br>beneficiado<br>(mm)** |
| Líneas        |   |                           |                                 |  |
| 4421          | Resistente                                | 5                         | 61.0                            | 7.2  |
| 4422          | Resistente                                | 8                         | 59.4                            | 7.2  |
| 4440          | Resistente                                | 2                         | 49.8                            | 7.2  |
| 4444          | Resistente                                | 3                         | 50.3                            | 7.6  |
| 4461          | Resistente                                | 3                         | 56.7                            | 7.8  |
| 4462          | Resistente                                | 3                         | 48.4                            | 7.6  |
| Variedades    |   |                           |                                 |  |
| CICA 4        | Susceptible                               | 22                        | 70.7                            | 6.8  |
| CICA 6        | Moderadamente<br>susceptible              | 16                        | 72.7                            | 7.0  |
| IR 8          | Susceptible                               | 23                        | 77.6                            | 6.5  |
| IR 22         | Susceptible                               | 18                        | 71.0                            | 7.0  |
| Bluebonnet 50 | Moderadamente<br>susceptible              | 13                        | 63.0                            | 7.0  |

\* Promedio de 21 ensayos regionales en Colombia

\*\* Tamaño de grano que incluye los blancos enteros y también los que tienen 3/4 de su tamaño normal.

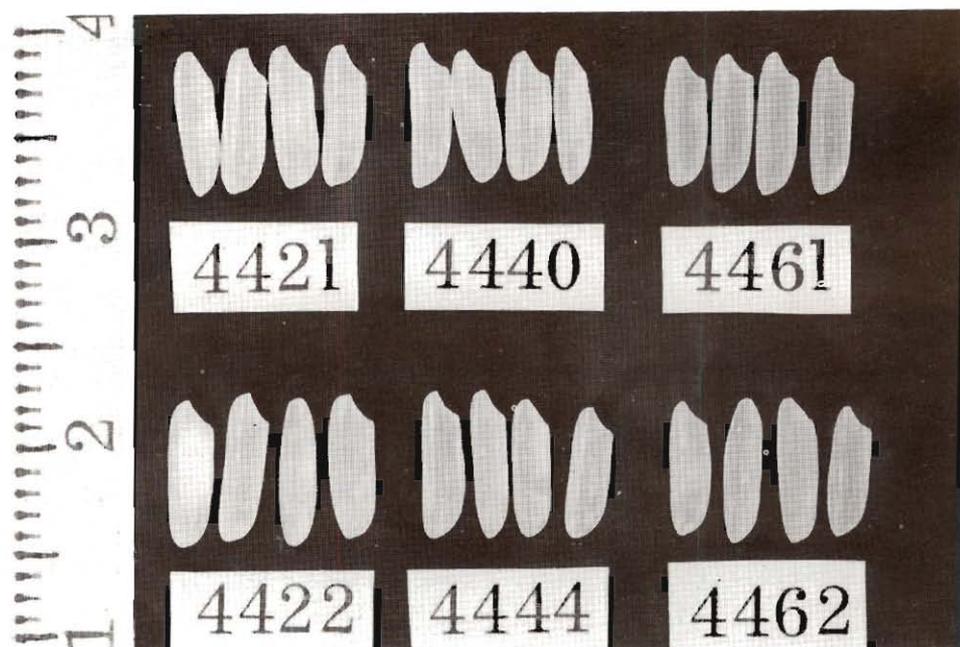


Figura 1. Comparación de la longitud del grano y características físicas de seis líneas de selección avanzada, en los terrenos de la sede del CIAT.

Cuadro 5. Pedigri de varias líneas avanzadas de arroz, purificadas y multiplicadas por el CIAT (1975).

| Línea | Cruce   | Pedigri                  | Semilla producida (kg) |
|-------|---|--------------------------|------------------------|
| 4421  | IR665-23-3-1 x FI<br>(IR841-63-5-104-<br>1B x C46-15) | P901-22-11-2<br>6-1-1B   | 1,300                  |
| 4422  | IR665-23-3-1 x FI<br>(IR841-63-5-104-<br>1B x C46-15) | P901-22-11-5<br>3-2-1B   | 1,333                  |
| 4440  | CICA 4 x FI (IR665-<br>23-2-1 x Tetep)                | P918-25-1-4-2<br>3-1B    | 18                     |
| 4444  | CICA 4 x FI (IR665-<br>23-3-1 x Tetep)                | P918-25-15-2<br>3-2-1B   | 360                    |
| 4461  | IR22 x FI (IR930-<br>147-8 x Col. 1)                  | P881-19-22-12<br>1B-6-1B | 420                    |
| 4462  | IR22 x FI (IR930-<br>147-8 x col. 1)                  | P881-19-22-12<br>1B-7-1B | 1 000                  |

la cantidad de semilla producida por estas líneas. Las líneas resistentes 4440 y 4444 dieron evidencia de segregación en cuanto al tipo de grano, por lo tanto, serán purificadas y luego se multiplicarán en amplia escala durante 1976.

Un nuevo sistema de producción continua de arroz, el cual será discutido posteriormente en este mismo informe, se utilizará para multiplicar semilla cuando sea necesario.

### Resistencia al añublo

El Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), con la colaboración de diversos programas nacionales, identificó, dentro de la colección mundial de arroz, un pequeño grupo de fuentes selectas que tienen resistencia al añublo. Estas fuentes después de varios años de evaluación en muchos países, han demostrado poseer gran resistencia. El Programa de Arroz del CIAT transfirió resistencia de cuatro de estas fuentes —

Tetep, Dissi Hatif, C46-15 y Colombia 1— a tipos de plantas con características agronómicas deseables. En 1975, se produjo una limitada cantidad de semilla de líneas resistentes seleccionadas de estos cruces, la cual será multiplicada, evaluada a nivel regional y distribuida, como nuevas variedades, en 1976. Estas nuevas variedades poseen resistencia proveniente de un solo progenitor. La experiencia ha demostrado que la resistencia proveniente de una sola fuente desaparece después de unos cuantos ciclos de siembra, a nivel comercial.

En 1975 se iniciaron dos nuevos enfoques metodológicos sobre fitomejoramiento para incorporar resistencia al añublo, a fin de prolongar la duración de la resistencia. El primer método trata de combinar fuentes múltiples de resistencia para formar nuevas variedades. Para lograr este objetivo, se seleccionaron 10 líneas que habían alcanzado un alto grado de evolución dentro del programa y habían demostrado ser resistentes al añublo

durante los ensayos regionales. Estas líneas poseen diferentes niveles de resistencia provenientes de las fuentes Tetep, Dissi Hatif, C46-15 y Colombia 1. Se inter-cruzaron para obtener 45 cruces sencillos los cuales se sembraron en marzo de 1975, únicamente para producir los nuevos cruces pero sin la intención de que estos materiales alcanzaron la etapa de ensayo de campo. En agosto de 1975, se recolectó un total de 587 cruces múltiples. Los cruces múltiples se produjeron combinando selectivamente los cruces sencillos  $F_1$  y cruzándolos con una línea adicional que poseía resistencia al añublo proveniente de la variedad Carreon, otra fuente de amplia resistencia. Se produjeron más de 12.220 semillas provenientes de estos cruces múltiples, los cuales recombinan tres o cuatro fuentes diferentes de resistencia en cada combinación. Se hicieron germinar 15 semillas de cada cruce múltiple y las plántulas obtenidas fueron expuestas al añublo; las semillas resistentes se trasplantaron al campo en octubre de 1975 y han resultado ser una buena fuente de resistencia y de amplio rango genético en el germoplasma, lo cual permite una utilización más provechosa del mismo.

El segundo enfoque del fitomejoramiento orientado a incorporar resistencia al añublo, consiste en un procedimiento modificado que incluye líneas múltiples, para el cual se emplearon dos progenies altamente productivas que tienen buena adaptación en América. Se cruzaron las líneas 4417 y 4421 con una serie de fuentes de alta resistencia las cuales poseían características agronómicas que variaban de buenas a excelentes. Las combinaciones  $F_1$  serán retrocruzadas en 1976 con las líneas 4417 y 4421 para recuperar el tipo de planta y las características del grano. Luego, se mantendrán las selecciones resistentes provenientes de estos retrocruces a través de las generaciones segregantes, a la vez que se procurará recuperar los fenotipos de los progenitores recurrentes. Cuando se haya llegado a la generación  $F_7$  ya habrá disponible un gran

número de líneas similares, en cuanto a su fenotipo, pero con genes específicos de resistencia que podrán ser evaluados en ensayos internacionales. Los programas nacionales podrán reunir y mezclar semilla de diferentes líneas, con diferentes factores de resistencia, para producir sus propias variedades múltiples.

### Ensayos regionales internacionales

El Programa de Arroz del CIAT ha adiestrado 68 técnicos en arroz de 13 países latinoamericanos y del Caribe. Después de su regreso a los países de origen, algunos de estos técnicos continúan colaborando estrechamente con el CIAT en la evaluación del material genético desarrollado tanto en el IRRI como en el CIAT. Las observaciones que se obtienen en estos ensayos cooperativos brindan información valiosa sobre la adaptación de algunas líneas o variedades genéticas a una amplia gama de áreas y bajo diferentes condiciones climáticas y de suelo. En los últimos años, el CIAT ha enviado, para su evaluación, líneas y variedades promisorias a todos los países cultivadores de arroz de América Latina. Por lo general, casi todas las líneas CIAT-IRRI son resistentes a las razas de añublo que existen en el centro y sur del Brasil, Uruguay, Argentina, Paraguay y Bolivia. Las líneas y variedades que son susceptibles al añublo en Colombia también lo son, generalmente en Guyana, Venezuela, Ecuador, Perú, América Central y el Caribe. En aquellos lugares en donde las variedades son resistentes y se están utilizando prácticas culturales apropiadas, el material enano mejor adaptado está dando rendimientos de 1 a 2 ton|ha más que las variedades tradicionales.

El agrónomo del Programa de Arroz visita anualmente la mayoría de las localidades en las cuales se hace investigación conducida por las instituciones nacionales con el fin de cooperar en la evaluación del material bajo estudio, comprobar la confiabilidad de los

resultados obtenidos en la investigación y prestar asesoría acerca de la forma más indicada de fortalecer y mejorar el programa nacional dedicado al cultivo del arroz.

## AGRONOMIA

### Control de las malezas y del arroz espontáneo

La preparación mecánica de la tierra puede contribuir a la eliminación progresiva de las malezas y del arroz espontáneo; sin embargo, este método también estimula la germinación posterior de la semilla. Existen herbicidas específicos que controlan la maleza durante la germinación y otros que la combaten, una vez que se ha establecido en el cultivo. El objetivo del control es seleccionar herbicidas que, solos o bien aplicados en combinación, controlen eficazmente las malezas, el arroz espontáneo y el arroz rojo. Urge encontrar la forma de combatir el arroz espontáneo y el rojo, especialmente, en las áreas arroceras que se siembran directamente y en las cuales es posible obtener dos o más cosechas por año. Como es necesario hacer control de las malezas y del arroz espontáneo o el rojo, es imposible emplear herbicidas selectivos.

Se comparó la acción de la preparación mecánica de la tierra con dos aplicaciones de paraquat, después de que el arroz y las malezas habían germinado. En el primer caso, se empleó un cultivador rotatorio en suelo seco el cual destruyó tres cultivos sucesivos de maleza, en tanto que el paraquat se aplicó dos veces, con 10 días de intervalo (0,5 kg|ha i.a., en cada aplicación). Luego, se sembró al voleo semilla pregerminada sobre toda el área. Después de la siembra, no se tomó ninguna otra medida adicional de control; sin embargo, aunque éstas se hubieran aplicado, es posible que los rendimientos no hubiesen sido diferentes. Los resultados de estos ensayos preliminares indican que

dos aplicaciones de paraquat pueden ser más efectivas que la preparación de la tierra seca. Las infestaciones de malezas y arroz espontáneo fueron más pronunciadas en las parcelas en las cuales se usó el cultivador rotatorio, ya que éste hizo ascender las semillas de las malezas que se encontraban a cierta profundidad en el suelo. Los resultados con paraquat indican que la aplicación de herbicidas no selectivos puede controlar eficazmente, tanto las malezas como el arroz espontáneo, antes de la siembra del cultivo.

A continuación se establecieron dos experimentos. El primer consistió en aplicar herbicidas al suelo antes de la germinación de las malezas y del arroz espontáneo; en el segundo se aplicaron a las malezas y al arroz espontáneo en crecimiento, de 18 a 25 días después de la germinación.

Aunque algunos herbicidas redujeron considerablemente la infestación de malezas en el primer experimento, ninguno fue suficientemente eficaz para controlar la germinación del arroz espontáneo. La atrazina, un herbicida del maíz que se utilizó como testigo a una tasa de 1 kg|ha de ingrediente activo, fue el único que controló eficazmente la germinación de las malezas y del arroz espontáneo. En el segundo experimento se controlaron las malezas y el arroz espontáneo mediante dos aplicaciones de paraquat (0,5 kg|ha, en cada aplicación) a los 18-25 días después de la germinación, aunque el glifosato aplicado a las mismas tasas y en las mismas épocas, fue casi tan efectivo como el paraquat. Una mezcla de 4 kg|ha de MSMA + 1 kg|ha de 2,4-D dio un buen control cuando se aplicó a los 18 días después de la germinación de las malezas y del arroz espontáneo.

### Efectos residuales de los herbicidas

La atrazina, que controló eficazmente el arroz espontáneo, las malezas gramíneas y las de hoja ancha, generalmente tiene un

efecto residual que dura varios meses. Los ensayos preliminares realizados en 1974, con diferentes grados de anegamiento del terreno, indicaron que el anegamiento anulaba el efecto residual de la atrazina y de otros herbicidas. En 1975 se hicieron nuevos ensayos con herbicidas, entre ellos, atrazina, metribuzina, alaclor, 2,4-D, terbutrina y RH2512. El terreno se drenó y se sembró con arroz pregerminado después de haber permanecido anegado durante 30 días. La Figura 2 indica que la mezcla de alaclor y atrazina brindó un control aceptable de las malezas y del arroz espontáneo, en tanto que la Figura 3 muestra que no hubo efecto residual que afectara el crecimiento del arroz sembrado después de haber anegado el terreno durante 30 días.

La acción de tasas altas de aplicación de herbicidas sobre el efecto residual se comprobó en otro experimento para el cual se aumentaron las tasas de tres herbicidas. Los tres herbicidas—atrazina, metribuzina y linuron— se aplicaron a la

tasa recomendada, y al doble, triple y/o cuadruple de dicha tasa. El Cuadro 6 presenta los resultados obtenidos en cuanto al control de las malezas y del arroz espontáneo y al efecto residual sobre el arroz sembrado después de un mes de anegamiento. La atrazina brindó el mejor control de ambas malezas pero también destruyó del 16 al 40 por ciento de las plantas de arroz sembradas después de 30 días de anegamiento del terreno. La metribuzina y el linuron también controlaron adecuadamente el arroz espontáneo y las malezas, ambas tuvieron muy poco o ningún efecto residual en el arroz sembrado nuevamente después del periodo de anegamiento, aunque la tasa de 2.0 kg/ha de metribuzina sí retardó el crecimiento de unas cuantas plantas. Se están haciendo nuevos experimentos para determinar el herbicida, la tasa de aplicación, la duración del anegamiento y otras prácticas culturales adecuadas, antes de recomendar herbicidas residuales para controlar el arroz espontáneo y las malezas.

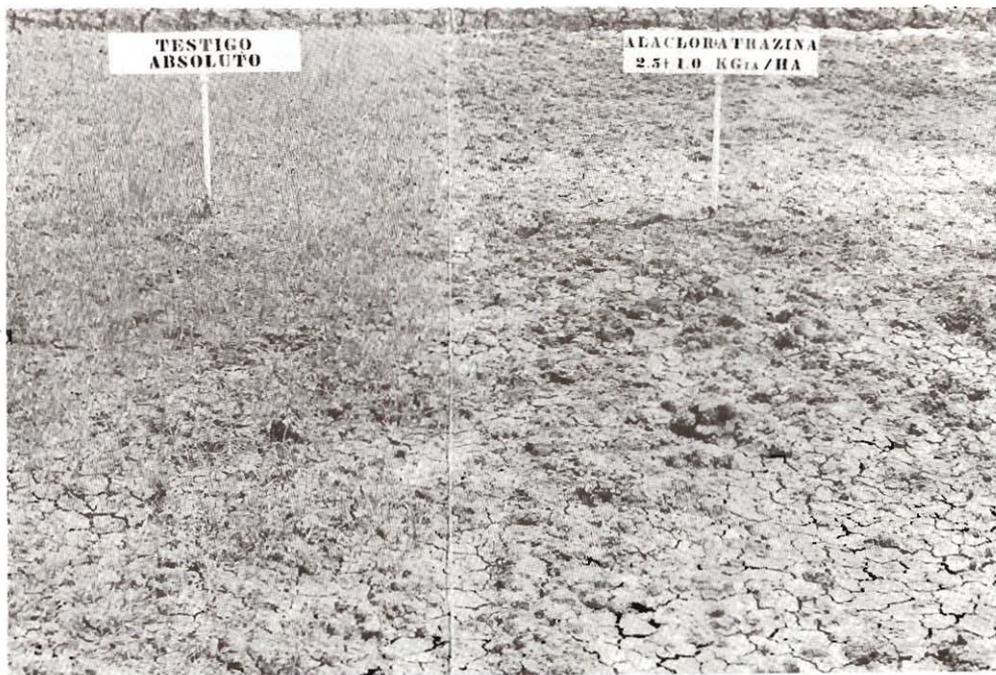


Figura 2. La mezcla de alaclor y atrazina controla en forma eficaz las malezas y el arroz espontáneo.



Figura 3. No hubo efecto residual evidente en los herbicidas cuando el terreno fue anegado 30 días antes de la siembra.

### Control de la maleza “guabina”

La maleza gramínea *Paspalum distichum* (conocida en Colombia como

guabina), se está extendiendo abundantemente en todas las áreas cultivadoras de arroz. Generalmente, esta maleza irrumpe en el terreno desde los bordes del

Cuadro 6. Efectos residuales causados por tres herbicidas aplicados en el suelo después de inundado un mes antes de sembrar arroz.

| Herbicidas  | Aplicación (kg/ha i.a.) | Arroz espontáneo y control de malezas (%) | Daño en el arroz causado por efectos residuales (%) |
|-------------|-------------------------|---|---|
| atrazina    | 2,0                     | 90  | 16,66*  |
| atrazina    | 4,0                     | 98  | 30,00*  |
| atrazina    | 6,0                     | 98  | 40,00*  |
| metribuzina | 0,5                     | 80  | 0   |
| metribuzina | 1,0                     | 85  | 0   |
| metribuzina | 2,0                     | 90  | 6,66**  |
| linuron     | 1,5                     | 80  | 0   |
| linuron     | 3,0                     | 85  | 0   |
| linuron     | 4,0                     | 90  | 0   |

\* Plantas muertas

\*\* Crecimiento retardado.

cultivo y se extiende por medio de estolones, siendo también una productora prolífica de semillas. Se evaluaron seis herbicidas en un intento para controlar el *Paspalum distichum* establecido por semilla o por estolones.

Ninguno de los herbicidas probados fue eficaz para controlar los estolones, en tanto que varios resultaron muy efectivos para destruir las semillas en germinación. La aplicación de propanil resultó más efectiva cuando la planta tenía de 2 a 3 hojas, ya que la maleza no había emergido completamente cuando se hizo la aplicación en la etapa en que la planta tenía una sola hoja. Oxadizon y butaclor también brindaron un buen control de las semillas en germinación. Ningún herbicida afectó gravemente la plantación de arroz.

En resumen, si el *Paspalum distichum* se multiplica por medio de estolones no se puede recomendar ningún tratamiento preemergente o posemergente eficaz para controlarlo. Los estolones se deben destruir antes de la siembra del arroz por medio de sistemas mecánicos o químicos y luego se combatirán las semillas en germinación mediante la aplicación de los herbicidas que se usan corrientemente para controlar las semillas de gramíneas en germinación y las plantas cuando ya tienen de una a tres hojas.

### **La amenaza de la "hoja blanca"**

La hoja blanca es una enfermedad importante que se presenta en períodos cíclicos; la última epidemia tuvo lugar entre 1957 y 1964. El vector del virus es el saltahojas, *Sogatodes oryzicola* (Sogata), que puede además destruir los cultivos de arroz al alimentarse de ellos. El Programa de Arroz del CIAT ha enfatizado la resistencia al saltahojas y todas las nuevas variedades son resistentes a este vector. CICA 4 es la única variedad resistente tanto al vector como al virus, pero las observaciones de campo indican que la resistencia a la Sogata es una protección

contra el ataque del virus. Desde que se distribuyeron en 1974 las nuevas variedades enanas, no se ha confirmado ningún brote de la hoja blanca ni daño causado por la Sogata.

Con el objeto de anticiparse a un posible nuevo ciclo de hoja blanca o a la aparición de una nueva raza del insecto vector, se ha solicitado a los programas nacionales que trabajen en arroz en cooperación con el CIAT, que informen sobre la aparición de virus o de daños causados por el insecto a las variedades comerciales enanas. En 1975 se investigaron dos casos sobre problemas en Colombia con la variedad IR8. En ambos casos, las plantaciones de arroz fueron severamente afectados por la hoja blanca y el saltahojas. Se hizo una recolección de insectos en el campo, se multiplicaron y evaluaron en el CIAT utilizando algunas variedades conocidas por su reacción al daño directo causado por el insecto al alimentarse. En ambos casos, los insectos representaban la población normal y no se trataba de una raza nueva.

También se investigó una información que llegó al CIAT acerca de un daño causado por el virus a la variedad IR8 y a variedades locales en Perú; aunque se confirmó un ataque grave de hoja blanca, había muy pocos insectos presentes. Todos los campos afectados provenían de cultivos transplantados. O sea, la infección viral se presentó en los semilleros antes del trasplante, en una etapa temprana de desarrollo, cuando ninguna variedad es resistente al virus. Se recomendó la aplicación de insecticidas en los semilleros para controlar el vector y el virus, en cultivos futuros. No hay evidencia concluyente acerca de la existencia de una nueva raza de Sogata en Perú.

También, se recibieron informes procedentes de Cuba acerca de fuertes ataques tanto del virus como del insecto, a la variedad IR8 y a otras. Se envió un lote de distintas variedades a ese país para

estudiar la reacción varietal y se solicitó el envío de un lote similar de variedades cubanas, para evaluarlas en el CIAT, pero aún no se ha recibido este material.

cilidad de montaje ya que la bomba se coloca dentro de una alcantarilla de hormigón instalado horizontalmente que cruza transversalmente una carretera o se coloca bajo un dique de encauzamiento.

## ESTUDIOS SOBRE INGENIERIA AGRICOLA

### Control del agua

En 1975 se terminó de construir, se instaló y ensayó una bomba axial (o de hélice) de 24" de diámetro. Al accionar esta bomba a 540 rpm, utilizando la fuerza motriz de un tractor, lanzó de 55 a 63 metros cúbicos de agua por minuto contra una carga variable de 0 a 180 centímetros. La bomba fue diseñada para que tanto su instalación y operación como su construcción no presente dificultades para los fabricantes locales y sea de bajo costo. Se están introduciendo algunos cambios en el diseño antes de distribuirla en 1976. Una de las características más interesantes es su fa-

### Movilidad de la maquinaria agrícola

Es muy importante que la maquinaria agrícola tenga buena movilidad dentro de las plantaciones anegadas de arroz para facilitar lo más posible la nivelación y la preparación adecuada del terreno bajo agua y el transporte del grano cosechado. El ingeniero agrícola del CIAT se encuentra en licencia sabática de estudios en la Universidad Estatal de Louisiana, Baton Rouge, Louisiana, y decidió estudiar allí este importante problema. En esta labor académica se desarrollaron fórmulas de predicción para algunos factores como aprovechamiento de la fuerza motriz, tracción, resistencia al rodamiento y hundimiento de las llantas neumáticas en suelos blandos arcillosos. Estas ecuaciones combinan las variables de ancho de las

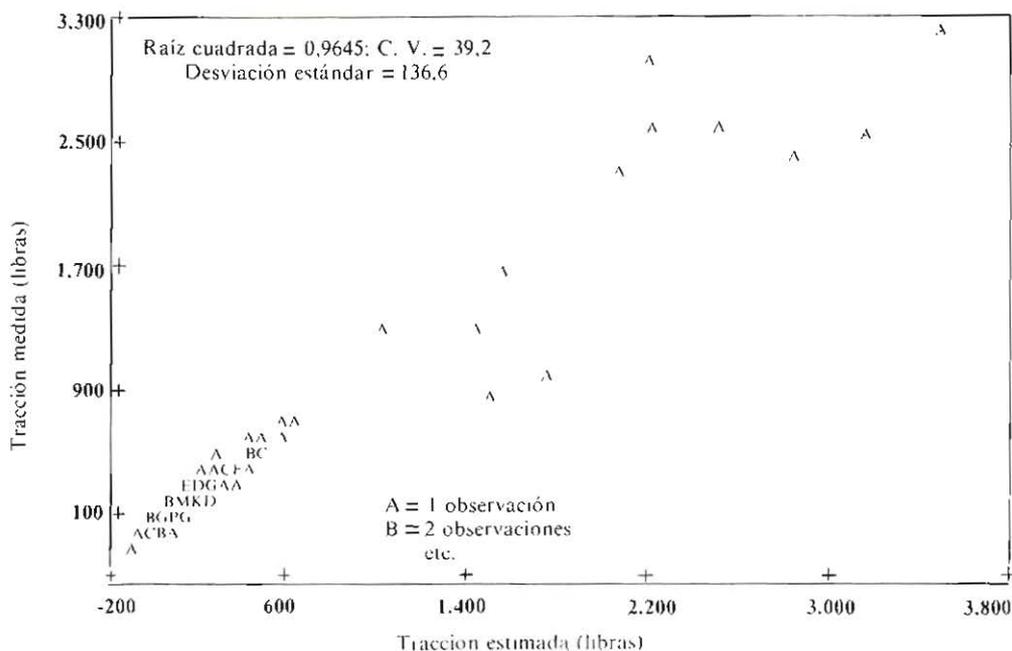


Figura 4 Tracción neta medida versus tracción neta estimada (preestablecida) para instrumentos agrícolas impulsados por llantas de varios tamaños.

llantas, diámetro, deflexión, peso sobre la llanta e índices del cono de suelo (los resultados se encuentran compendiados en el trabajo No. 75-1013 del ASAE titulado Ecuaciones de Movilidad para el Desempeño de Llantas Neumáticas en Suelos Blandos Arcillosos). La Figura 4 ilustra la relación entre la tracción medida y la tracción prevista. La Figura 5 ilustra la aplicación práctica de esta teoría; en pruebas hechas en el CIAT, se retiraron los tacos gastados de las llantas de 23,1 x 26" que se utilizan en equipo agrícola en cultivos de arroz y caña. Al retirar los tacos, la llanta se pudo ajustar al espacio limitado de una máquina combinada fabricada para llantas más angostas. Los neumáticos se inflaron aproximadamente a 3 psi o menos, para permitir una mayor deflexión que aumentó la superficie en contacto con el suelo por la que debe movilizarse el equipo agrícola. Esta mayor deflexión favoreció la movilidad de dicho equipo.

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCION CONTINUA DE ARROZ

La unidad de Operaciones de la Estación Experimental, en cooperación con los programas de Arroz y de Adiestramiento y Conferencias del CIAT, inició un proyecto para desarrollar un sistema intensivo de producción continua de arroz, en la sede del CIAT. El Objetivo que se buscaba era el que modificar e integrar lo más valioso de la tecnología asiática con las condiciones de América Latina y así, utilizar la tierra, la mano de obra, el agua y otros recursos en una forma permanente y eficiente. La semilla pregerminada de arroz se siembra al voleo en terrenos anegados y bien nivelados. Estos terrenos se preparan bajo agua para obtener unas condiciones edáficas similares a las asiáticas. Desde agosto de 1975 se han sembrado de 2 a 5

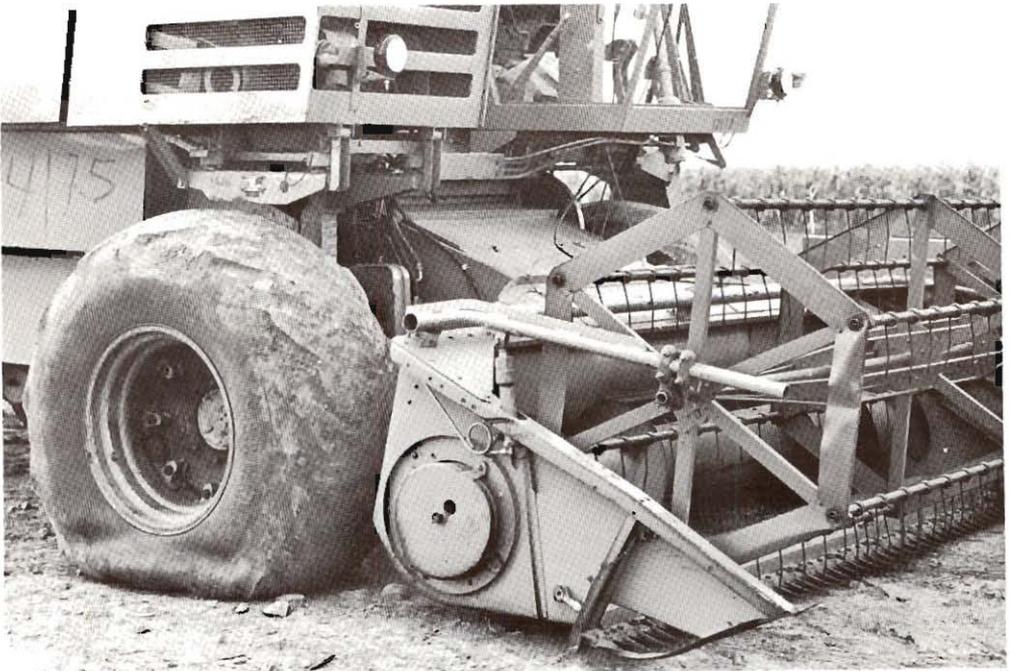


Figura 5. Llantas lisas, infladas a baja presión, permiten mayor movilidad a la máquina combinada en los terrenos fangosos.

hectáreas de arroz cada semana. Antes de este mes ya existía un programa similar, pero las siembras eran periódicas, según lo permitieran las condiciones del suelo. Aunque inicialmente estas siembras especiales se hicieron con el propósito principal de nivelar y lixiviar los suelos mejorando la eficiencia del riego y uniformar el terreno para cultivos posteriores, sirvieron para obtener experiencia valiosa, adiestramiento práctico y una cosecha de arroz que produjo ingresos. Con este sistema es posible obtener rendimientos estables en cualquier época en que se establezca la plantación de arroz. Desde 1972 se ha producido en los terrenos de la sede del CIAT una cantidad aproximada de 1.300 toneladas de arroz, con un promedio de rendimiento por hectárea de 5,8 toneladas.

## ADIESTRAMIENTO

El Programa de Arroz del CIAT adiestró en 1975 a cuatro becarios provenientes de Brasil, Paraguay, República Dominicana y Guatemala; a la vez, 17 becarios del Programa de Adiestramiento en Producción de Cultivos dedicaron, por lo menos, un tercio o la mitad de su tiempo a la producción de arroz.

El programa de producción continua de arroz que se mencionó en el capítulo anterior, fortalecerá el adiestramiento de los especialistas en arroz en el año 1976, suministrándoles la posibilidad de trabajar en todas las etapas de producción y en todas las épocas. La disponibilidad de arroz en todas las etapas de crecimiento permitirá a los becarios participar en todas las operaciones de campo y en la solución de problemas en cualquier época del año, sin tener que esperar un ciclo normal del cultivo, como sería el caso en los lugares en los cuales se practica una sola época de siembra. El tiempo de adiestramiento se puede aprovechar mejor, rotando al becario sucesivamente en todas las fases de la producción de arroz y al mismo tiempo,

el becario puede retornar a la fase del cultivo que necesita estudiar con más dedicación.

Si se incluye en el programa de adiestramiento las técnicas de la producción de semilla, se logrará integrar un "paquete" completo en lo que se refiere a tecnología en el cultivo de arroz o sea, adecuación del terreno, anegado del mismo, preparación de la tierra bajo agua, siembra, fertilización, control de plagas y malezas, identificación de los problemas básicos del cultivo, cosecha, secamiento de la cosecha, procesamiento de la misma, mercadeo y manejo de la mano de obra, de la maquinaria y del dinero. Este adiestramiento integrado se realizará a nivel de finca, en condiciones de campo, con la utilización de las mejores prácticas y con oportunidad de ensayar las modificaciones o la nueva tecnología antes de hacer recomendaciones específicas al agricultor. Además, se obtendrán datos sobre costos de producción; la mayor parte de los costos presupuestados se cubrirán con las ventas de semilla obtenida y de arroz comercial. Se espera que este esfuerzo sirva como un proyecto piloto para que, en el futuro, sea posible llevar a cabo un programa integral de producción, demostración de resultados y aplicación de nueva tecnología dentro de un mismo país, con el propósito de multiplicar el efecto del adiestramiento que brinda el CIAT.

Durante los últimos cinco años, los agrónomos del Programa de Arroz del CIAT viajaron a todas las áreas productoras de arroz de América Latina. Estas visitas se hicieron con el objeto de brindar asistencia a los programas nacionales de arroz en lo referente a identificación y solución de los principales problemas de producción. Se logró la identificación de muchos problemas y se obtuvieron muchas fotografías que ilustran los más importantes. Este valioso material ilustrativo se incluyó en un folleto publicado por el Programa de Arroz del CIAT. Este folleto incluye 51 fotografías a color, de los

insectos más comunes, de los síntomas de los daños que ellos causan, más 27 fotografías a color de 14 enfermedades del arroz, 21 de 11 deficiencias de nutrientes y toxicidades y 6 del año causado por los herbicidas, las ratas y los pájaros. Esta publicación será de mucha utilidad tanto para los técnicos como para los productores de arroz en lo que se refiere a la identificación de los problemas de producción. El folleto está disponible en la Oficina de Distribución de Publicaciones del CIAT, a un precio convencional que solamente cubre los gastos de producción.

#### PUBLICACIONES\*

**CHEANEY, R. L.** El control de arroz rojo con herbicidas de acción residual. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 14p.

Trabajo presentado en la Reunión Anual del Programa Nacional de Arroz, Instituto Colombiano Agropecuario, Santa Marta, 1975.

————— El manejo del agua en sistemas de fangueo. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 14p.

Trabajo presentado en un curso de adiestramiento de ingenieros agrónomos, de la Federación Nacional de Arroceros de Colombia, 1975.

————— El manejo del cultivo de arroz. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 14p.

Trabajo presentado en: Curso de Posgrado para técnicos en suelos, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1975.

————— El manejo de suelos para el cultivo de arroz. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 12p.

Trabajo presentado en Curso de Posgrado para técnicos en suelos, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1975.

**JOHNSON, L.** Mobility equations for pneumatic tire performance in soft clay soils. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 31p.

Trabajo presentado en la Reunión Anual de la American Society of Agricultural Engineers, Universidad de California, Davis, 1975 (Trabajo No. 75-1013).

\* Esta lista incluye únicamente artículos que no han sido publicados dentro de las series del CIAT.

# Adiestramiento y Conferencias

Las actividades del Programa durante 1975, en cuanto al diestramiento de posgraduados y conferencias en el CIAT se continuaron ampliando paralelamente a: a) el progreso en la estructuración del personal científico y de las estrategias de los programas de investigación; b) las nuevas tecnologías que estos generan; y c) el reconocimiento por parte de las instituciones nacionales del papel que desempeña el CIAT y de las oportunidades que ofrece con relación a la transferencia, adaptación y adopción de los avances científicos en los productos agropecuarios de los que se responsabiliza.

La ampliación de las actividades de adiestramiento y conferencias, y las de la unidad de servicios de información justificaron la reorganización del Programa de Adiestramiento y Comunicaciones. Las funciones de los servicios de información se fusionaron con las de biblioteca y centro de documentación y se presentan en el siguiente capítulo.

## ADIESTRAMIENTO

En el CIAT recibieron adiestramiento 201 profesionales de 27 países durante 1975. Aproximadamente la mitad eran internos posgraduados: 58 en investigación y 45 en producción. El Cuadro 1 resume la distribución de los becarios por categoría y por producto agropecuario o área de especialización. El Cuadro 2 presenta los países de procedencia de los becarios y su clasificación por categorías. Al final de esta sección se incluye una lista completa de los becarios adiestrados en el CIAT durante 1975 (Cuadro 5).

El total de becarios (201) durante este año representa un aumento del 8 por ciento con relación al año anterior. En la Figura 1 se muestra el creciente número de profesionales adiestrados en el CIAT desde que estas actividades se iniciaron hace seis años. Digno de notarse es el aumento de becarios clasificados como becarios para

Cuadro 1. Becarios adiestrados por el CIAT en 1975, clasificados por área de especialización y categoría de adiestramiento.

| Área de especialización           | Internos posgraduados en investigación | Internos posgraduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Curso corto |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|
| Frijol                            | 20                                     | (10)*                               | 5                     | 5                                     | 5                   | -           |
| Yuca                              | 17                                     | -                                   | 3                     | 2                                     | 3                   | -           |
| Arroz                             | 3                                      | (7)*                                | 2                     | -                                     | 2                   | -           |
| Producción de cultivos            | -                                      | 24*                                 | -                     | -                                     | -                   | -           |
| Ganado de carne                   | 9                                      | 21                                  | 4                     | 10                                    | 13                  | -           |
| Porcinos                          | 6                                      | -                                   | 2                     | 3                                     | -                   | -           |
| Sistemas de pequeños agricultores | 1                                      | -                                   | 1                     | -                                     | -                   | -           |
| Otros                             | 2                                      | -                                   | 3                     | 1                                     | 4                   | 30          |
| <b>Total</b>                      | <b>58</b>                              | <b>45</b>                           | <b>20</b>             | <b>21</b>                             | <b>27</b>           | <b>30</b>   |

\* De los 24 becarios en producción de cultivos, 10 se especializaron en frijol, 7 en arroz y 7 en producción general de cultivos.

Cuadro 2. Becarios adiestrados por el CIAT en 1975, clasificados por país de origen.

| Area de especialización    | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Cursos cortos | Total      |
|----------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------|------------|
| Argentina                  |   |                                      |                       |                                       |                     | 2             | 2          |
| Bolivia                    | 2                                       | 2                                    |                       |                                       | 1                   | 3             | 8          |
| Brasil                     | 8                                       |                                      |                       |                                       | 3                   | 6             | 17         |
| Camerún                    |   |                                      |                       | 1                                     |                     |               | 1          |
| Canadá                     |   |                                      |                       | 1                                     |                     |               | 1          |
| Chile                      | 2                                       | 5                                    | 1                     | 1                                     |                     |               | 9          |
| Colombia                   | 10                                      | 13                                   | 13                    | 2                                     | 3                   | 6             | 47         |
| Costa Rica                 | 3                                       |                                      |                       |                                       |                     | 1             | 4          |
| República Dominicana       | 1                                       |                                      |                       |                                       | 2                   |               | 3          |
| Ecuador                    | 3                                       | 3                                    | 1                     |                                       | 1                   | 2             | 10         |
| El Salvador                | 5                                       |                                      |                       | 1                                     |                     |               | 6          |
| Guatemala                  | 4                                       | 7                                    | 2                     | 1                                     |                     | 1             | 15         |
| Honduras                   | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     | 1             | 2          |
| Indonesia                  |   |                                      |                       | 1                                     |                     |               | 1          |
| México                     | 8                                       |                                      | 1                     |                                       |                     | 2             | 11         |
| Netherlands - Países bajos |   |                                      |                       |                                       | 5                   |               | 5          |
| Nicaragua                  | 2                                       | 1                                    |                       |                                       |                     |               | 3          |
| Nigeria                    | 1                                       |                                      |                       | 2                                     |                     |               | 3          |
| Panamá                     | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     | 1             | 2          |
| Paraguay                   |   | 12                                   |                       |                                       | 2                   |               | 14         |
| Perú                       | 3                                       | 1                                    | 2                     |                                       |                     | 5             | 11         |
| Tailandia                  | 3                                       |                                      |                       |                                       |                     |               | 3          |
| Reino Unido                |   |                                      |                       | 1                                     |                     |               | 1          |
| Uruguay                    |   |                                      |                       |                                       | 1                   |               | 1          |
| Estados Unidos             |   | 1                                    |                       | 6                                     | 3                   |               | 10         |
| Venezuela                  | 1                                       |                                      |                       |                                       | 4                   | 2             | 7          |
| Alemania Occidental        |   |                                      |                       | 4                                     |                     |               | 4          |
| <b>Total</b>               | <b>58</b>                               | <b>45</b>                            | <b>20</b>             | <b>21</b>                             | <b>27</b>           | <b>30</b>     | <b>201</b> |

estudio (candidatos a la maestría) y asociados en investigación visitantes (profesionales a nivel de maestría y candidatos al doctorado), tendencia que favorece el CIAT.

El CIAT ha adquirido mayor conciencia del papel tan importante que pueden desempeñar los profesionales adiestrados en la sede de la Institución, en la aplicación y transferencia a nivel local de las nuevas

tecnología generadas por sus programas de investigación en áreas agropecuarias.

#### Adiestramiento en cada producto agropecuario

En el Cuadro 3 se presenta la distribución de los becarios por programa agropecuario, disciplina y categoría de adiestramiento. La mayor parte del adiestramiento en el CIAT se realiza en sus

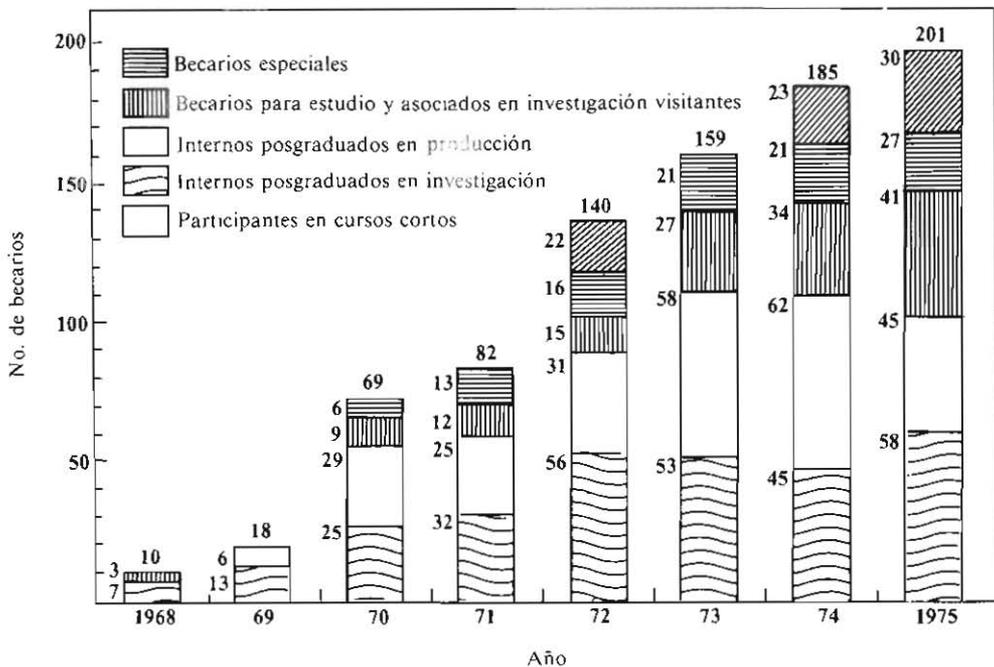


Figura 1. Número de becarios adiestrados en el período de 1968-1975.

principales programas: ganado de carne, frijol y yuca.

Las actividades específicas de adiestramiento en cada producto agropecuario se presentan, por disciplina, en las secciones de este Informe correspondiente a cada programa. En el caso del Programa de Producción de Ganado de Carne, estas actividades también incluyen el ya estructurado Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria (PAEPP), cuarto de una serie de cursos de 10 a 12 meses que se iniciaron en 1970.

### Estrategia de equipos

En 1975, uno de los avances notables fue el adiestramiento simultáneo de "equipos de investigación por producto" o "equipos de investigación-producción por producto". Esta estrategia busca reunir en el CIAT tres o más científicos jóvenes de la misma institución para adiestrarlos en un solo producto agropecuario. Cada becario

se debe especializar en una disciplina de importancia crítica para la producción en su país. En el caso de un becario especialista en producción, éste debe concentrarse en un solo producto agropecuario. De esta manera es posible que los países interesados dispongan de un equipo autofortalecido compuesto como mínimo de tres científicos para un solo producto, por ejemplo un especialista en mejoramiento genético, un patólogo y un agrónomo o un especialista en producción. El Programa de Producción de Frijol intentó emplear esta estrategia para Chile y Guatemala y el Programa de Producción de Yuca para Tailandia y México. Aunque aún no se han visto los resultados finales, esta táctica parece tener mayor probabilidad de éxito en cuanto a transferencia rápida de la tecnología generada en el CIAT y a la investigación del producto a nivel nacional, que la estrategia tradicional de "un científico a la vez" para el adiestramiento de profesionales de las instituciones nacionales. En el futuro se fomentará esta estrategia tanto como sea posible.

Cuadro 3 Becarios nombrados y/o que completaron su adiestramiento en el CIAT durante 1975, clasificados por área de especialización y categoría de adiestramiento.

| Área de especialización | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Curso corto | Total de los sub-programas | Gran total |
|-------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|----------------------------|------------|
| <b>Frijol</b>           |   |                                      |                       |                                       |                     |             |                            |            |
| Agronomía               | 3                                       |                                      |                       | 2                                     |                     |             | 5                          |            |
| Biometría               | 2                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 2                          |            |
| Fitomejoramiento        | 4                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 4                          |            |
| Economía                | 3                                       |                                      |                       | 1                                     |                     |             | 4                          |            |
| Ingeniería              | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1                          |            |
| Entomología             | 4                                       |                                      | 1                     |                                       | 1                   |             | 6                          |            |
| Fitopatología           | 1                                       |                                      | 1                     | 1                                     |                     |             | 3                          |            |
| Fisiología              | 2                                       |                                      | 2                     |                                       |                     |             | 4                          |            |
| Microbiología del suelo |   |                                      | 1                     | 1                                     | 4                   |             | 6                          |            |
| Total                   | 20                                      | (10)*                                | 5                     | 5                                     | 5                   |             |                            | 35         |
| <b>Yuca</b>             |   |                                      |                       |                                       |                     |             |                            |            |
| Agronomía               | 8                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 8                          |            |
| Biometría               | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1                          |            |
| Fitomejoramiento        | 3                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 3                          |            |
| Economía                |   |                                      | 1                     |                                       | 2                   |             | 3                          |            |
| Entomología             | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1                          |            |
| Fitopatología           | 4                                       |                                      | 2                     | 1                                     |                     |             | 7                          |            |
| Fisiología              |   |                                      |                       | 1                                     |                     |             | 1                          |            |
| Suelos                  |   |                                      |                       |                                       | 1                   |             | 1                          |            |
| Total                   | 17                                      |                                      | 3                     | 2                                     | 3                   |             |                            | 25         |
| <b>Arroz</b>            |   |                                      |                       |                                       |                     |             |                            |            |
| Agronomía               | 1                                       |                                      |                       |                                       | 2                   |             | 3                          |            |
| Fitomejoramiento        | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1                          |            |
| Fitopatología           |   |                                      | 1                     |                                       |                     |             | 1                          |            |
| Control de malezas      | 1                                       |                                      | 1                     |                                       |                     |             | 2                          |            |
| Total                   | 3                                       | ( 7)*                                | 2                     |                                       | 2                   |             |                            | 7          |
| Producción de cultivos  |   | 24*                                  |                       |                                       |                     |             | 24                         | 24         |

\* De los 24 becarios en producción de cultivos, 10 se especializaron en frijol, 7 en arroz y 7 en producción general de cultivos

Cuadro 3. Continuación

| Area de especialización   | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Curso cortos | Total de los sub-programas | Gran total |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------|------------|
| Ganado de carne   |   |                                      |                       | 3                                     |                     |              | 3                          |            |
| Salud animal  | 5                                       |                                      | 2                     | 4                                     | 7                   |              | 18                         |            |
| Economía  |   |                                      | 2                     | 1                                     |                     |              | 3                          |            |
| Pastos y forrajes   | 2                                       |                                      |                       | 2                                     | 6                   |              | 10                         |            |
| Microbiología de pastos y forrajes  | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |              | 1                          |            |
| Control de malezas  | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |              | 1                          |            |
| Curso de adiestramiento para especialistas en producción pecuaria (ganado de carne) |   | 21                                   |                       |                                       |                     |              | 21                         |            |
| Total   | 9                                       | 21                                   | 4                     | 10                                    | 13                  |              |                            | 57         |
| Porcinos  |   |                                      |                       |                                       |                     |              |                            |            |
| Nutrición   |   |                                      | 2                     |                                       |                     |              | 2                          |            |
| Producción  | 6                                       |                                      |                       | 3                                     |                     |              | 9                          |            |
| Total   | 6                                       |                                      | 2                     | 3                                     |                     |              |                            | 11         |
| Sistemas de pequeños agricultores   | 1                                       |                                      | 1                     |                                       |                     |              | 2                          | 2          |
| Otros   |   |                                      |                       |                                       |                     |              |                            |            |
| Producción de cultivos (M.Sc.Agric.)  |   |                                      | 2                     |                                       |                     |              | 2                          |            |
| Alimentación y vivienda   |   |                                      |                       |                                       | 1                   |              | 1                          |            |
| Biblioteca y documentación  |   |                                      |                       |                                       | 1                   |              | 1                          |            |
| Sociología rural  |   |                                      |                       |                                       | 2                   |              | 2                          |            |
| Foslato de suelo  |   |                                      |                       | 1                                     |                     |              | 1                          |            |
| Operaciones de la estación  | 2                                       |                                      | 1                     |                                       |                     |              | 3                          |            |
| Curso corto en control de malezas   |   |                                      |                       |                                       |                     | 30           | 30                         |            |
| Total   | 2                                       |                                      | 3                     | 1                                     | 4                   | 30           |                            | 40         |
| Gran total  | 58                                      | 45                                   | 20                    | 21                                    | 27                  | 30           | 201                        | 201        |

## **Adiestramiento en administración de estaciones experimentales**

Los esfuerzos pasados del adiestramiento en administración de estaciones experimentales se han desarrollado este año en un plan integral que abarca los diversos aspectos de esta importante operación en las instituciones de investigación. A nivel de estación experimental se pone de manifiesto la necesidad de asegurar un apoyo administrativo y técnico adecuado a los programas nacionales de investigación en frijol, yuca, arroz, maíz, ganado de carne y porcinos. Este requerimiento junto con la ventaja comparativa que tiene el CIAT en el manejo de estaciones experimentales, justifica, en parte, su participación en este tipo de adiestramiento. Dos administradores de estaciones experimentales, uno de Guatemala y otro de Venezuela, recibieron adiestramiento como internos posgraduados durante tres meses en 1975. En 1976 planean venir al CIAT otros cinco posgraduados quienes permanecerán de cuatro a seis meses.

## **Adiestramiento en producción de cultivos**

Desde 1970, el CIAT ha realizado seis Programas de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos (PAEPC) con la financiación del Banco Interamericano de Desarrollo y otros donantes. En estos cursos, que duraron de 7 a 12 meses, participaron un promedio de 18 científicos y se trataron simultáneamente los cultivos de arroz, frijol, maíz y yuca. Estos cursos se integraron para obtener mayor eficiencia en la enseñanza y sacar provecho de las características agronómicas comunes entre ellos. Tal estrategia fue conveniente mientras que la mayoría de los programas de productos del CIAT aún se encontraban en sus primeras etapas de desarrollo.

Después de intentar durante cinco años diversas alternativas estructurales para el PAEPC, se ha desarrollado un curso de

siete meses con elementos que lo hacen al mismo tiempo suficientemente flexible para utilizarlo en las áreas de investigación individuales, y completo en términos del contenido requerido para cubrir totalmente y a profundidad la materia a tratar.

Durante el quinto PAEPC realizado este año, se estimuló a los internos posgraduados participantes, a que se especializaran en un cultivo de importancia primaria en sus respectivos países. De los 20 participantes (cinco de Guatemala, cinco de Chile, tres del Ecuador, cuatro de Colombia, uno de Nicaragua y uno del Paraguay), 10 escogieron la especialización en frijol, siete eligieron arroz y tres prefirieron estudiar simultáneamente dos productos que se puedan cultivar en rotación o en asociación. Además de proporcionar la tecnología para la producción de cultivos, el curso también ofreció una oportunidad para aumentar el conocimiento y habilidades funcionales acerca de: a) los experimentos de campo para dar validez a la tecnología; b) las actividades específicas de la economía de la producción y administración de fincas, aplicadas al cultivo estudiado haciendo énfasis en el análisis de costos; y c) las habilidades y estrategias de la comunicación para transferir la tecnología, incluyendo la manera de organizar el adiestramiento en su país. El 75 por ciento del tiempo se dedicó al aprendizaje práctico directamente en campos de producción, parcelas experimentales y pequeñas fincas del Valle del Cauca; el 25 por ciento restante se destinó a sesiones programadas de conferencias y discusiones, análisis de costos, informes y lecturas individuales.

## **Curso corto mediante siembras programadas**

Como parte del quinto PAEPC, los participantes interesados recibieron adiestramiento especial sobre organización y enseñanza de un curso práctico de dos semanas utilizando la

metodología de la "siembra programada", desarrollada inicialmente para arroz por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) y que luego adaptó el CIAT al cultivo del frijol. Se organizó un curso especial de 14 días sobre producción de frijol para profesores y estudiantes de último año de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional, en Palmira.

El método consiste en sembrar 10 parcelas de cualquier tamaño a intervalos de aproximadamente 7 a 10 días, iniciando 76 días (o la duración total del ciclo de crecimiento menos la duración del curso) antes de comenzar el curso de 14 días.

De esta manera, se dispone de la secuencia de las etapas normales del crecimiento desde la preparación del suelo, siembra y emergencia a través del crecimiento vegetativo, floración y desarrollo del grano hasta la madurez y la cosecha. Todas las etapas están presentes en el campo durante los 14 días (o 30 días) de duración del curso corto. Mediante esta metodología, los cursos teóricos tradicionales, de valor limitado, que se dictan en muchas instituciones nacionales, se pueden remplazar por las oportunidades prácticas de cultivar una especie con tecnología nueva, diagnosticar problemas y realizar sus respectivos análisis de costos, bajo una situación real.

Se debe anotar que este método depende de la disponibilidad de riego y se debe llevar a cabo durante la estación de sequía o por lo menos, durante la estación de lluvias leves, para evitar problemas en preparación del suelo y en los primeros estadios de crecimiento del cultivo.

#### **Aplicación del adiestramiento recibido por los participantes al PAEPC**

Un estudio sobre las actividades desarrolladas por los 20 participantes al quinto PAEPC después de regresar a sus países, reveló que 14 de ellos están trabajando activamente en la investigación

y desarrollo de los productos sobre los que recibieron adiestramiento en el CIAT. Dos se han dedicado de tiempo completo a la enseñanza universitaria; tres están a cargo de la organización de cursos de adiestramiento en producción de cultivos en instituciones nacionales de investigación (en Chile, Ecuador y Guatemala) y uno está manejando su propia finca.

#### **Adiestramiento en cada país**

Con relación al adiestramiento en cada país, la participación principal directa del CIAT este año consistió en brindar asesoría durante la etapa práctica de los Programas de Adiestramiento en Sistemas de Producción Pecuaria (PASPP), la cual tuvo una duración de seis meses. Los 11 participantes del Paraguay realizaron su práctica de campo del curso en fincas localizadas en ese país con la colaboración de la Universidad de Asunción y del Ministerio de Agricultura (ver sección de adiestramiento en Sistemas de Producción de Ganado de Carne).

Al finalizar el curso, se había logrado en la universidad un impacto significativo, que se reflejó en la decisión de adicionar un año más de adiestramiento supervisado en el campo, para optar el título de Médico Veterinario.

Otros esfuerzos exitosos del CIAT para apoyar el adiestramiento en cada país incluyen: a) la asistencia limitada pero productiva, al INIAP del Ecuador, a través del envío de insumos de instrucción al Programa de Producción de Cultivos que tiene ya dos años de iniciado y que está organizado y dirigido por becarios que participaron en el PAEPC del CIAT; y b) la asistencia preliminar al ICTA de Guatemala, con la colaboración de antiguos becarios del CIAT, para organizar un programa de adiestramiento en producción de cultivos, con una duración de seis meses, que se iniciará en marzo de 1976 y continuará como un programa a largo plazo.

## Cursos cortos

El Centro Internacional para la Protección de Plantas de la Universidad Estatal de Oregon y el CIAT copatrocinaron un curso sobre Control de Malezas de cuatro semanas, que se llevó a cabo de junio a julio. Participaron 30 estudiantes provenientes de los siguientes países: Argentina (2); Bolivia (3); Brasil (6); Colombia (6); Costa Rica (1); Ecuador (2); Guatemala (1); Honduras (1); Panamá (1); Perú (5) y Venezuela (2).

A mediados de 1975, la Unidad de Biometría del CIAT dictó un curso de dos semanas sobre Diseño y Métodos Experimentales para la Investigación, al cual asistieron becarios de los distintos programas y asociados y asistentes en investigación. Se dio mayor énfasis a la planeación y diseño adecuado de los experimentos de campo, que a los procedimientos de análisis estadístico que pueden ser manejados más acertadamente por los servicios de biometría del CIAT.

## Financiación del adiestramiento

En 1975 se mantuvo el interés de los donantes externos por patrocinar el adiestramiento realizado en el CIAT. A través del presupuesto básico del CIAT sólo se financiaron 82 de los 201 becarios de este año; 110 recibieron donaciones de 29 patrocinadores y 9 se autofinanciaron (Cuadro 4). Generalmente, el BID ha sido el principal donante para los cursos de adiestramiento en producción. En 1975 se completó una serie de seis cursos —tres en cultivos y tres en producción pecuaria— con la financiación del BID. En la Figura 2 se muestran estos cursos, tres más financiados a través de otras fuentes y los cursos de adiestramiento dirigidos o asistidos por el CIAT.

## Asignación posdoctoral

El CIAT ha reglamentado las oportunidades de adquirir becas para el

desarrollo de proyectos de investigación posdoctorales, dentro de sus programas de productos agropecuarios. El Programa de Adiestramiento y Conferencias administra actualmente estas becas. El principal objetivo del programa posdoctoral es iniciar a los científicos jóvenes, con registros académicos sobresalientes, en la investigación de la agricultura tropical y darles orientación sobre técnicas de producción agropecuaria. Sin embargo, también es un medio para solucionar, a corto plazo, las necesidades de potencial humano en investigación de ciertas áreas prioritarias o temporalmente problemáticas de los programas agropecuarios.

Este año se asignaron tres becarios posdoctorales, financiados por la Fundación Rockefeller, para dirigir los proyectos de investigación, dentro del Programa de Producción de Frijol. Los becarios y sus disciplinas son: Dr. Fred Eskafi (entomología), Dr. Yoshihiko Hayakawa (fisiología), y el Dr. Kazuhiro Joshii (fitopatología).

## CONFERENCIAS

Durante 1975 surgió un modelo mejorado de planeación y realización de conferencias puesto que se ha adquirido experiencia en la selección de participantes y conformación del programa para las reuniones.

Aunque a los eventos del CIAT rara vez han asistido más de 60 participantes, la tendencia actual es la de limitar la asistencia a las conferencias y seminarios a grupos de 30 a 40. Además de las ventajas que ofrece la limitación del número de participantes, se presenta un aumento notable en la interacción entre los asistentes y mayor coherencia en los resultados.

Cuadro 4. Becarios adiestrados por el CIAT en 1975, clasificados por fuente de financiación.

| Fuentes de financiación*  | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Curso corto | Total |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|-------|
| <b>Nacionales e internacionales</b>   |   |                                      |                       |                                       |                     |             |       |
| Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), Estados Unidos                  | 1                                       | 2                                    |                       |                                       |                     |             | 3     |
| AID y Universidad Estatal de Oregon, Estados Unidos                             |   |                                      |                       |                                       |                     | 30          | 30    |
| Banco Central de Guatemala, Guatemala   |   |                                      | 1                     |                                       |                     |             | 1     |
| Banco Nacional de Crédito Rural, México   | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia                   | 51                                      | 12                                   | 13                    | 3                                     | 3                   |             | 82    |
| Centro Panamericano de Zoonosis, Argentina                                      |   |                                      |                       |                                       | 5                   |             | 5     |
| Universidad de Cornell, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 2                                     |                     |             | 2     |
| Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Colombia               |   | 1                                    |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Programa Ecuménico de Becas, Alemania Occidental                                |   | 1                                    |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), Colombia                          | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Venezuela            | 1                                       |                                      |                       |                                       | 1                   |             | 2     |
| Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) |   | 1                                    |                       |                                       | 2                   |             | 3     |
| Fundación Ford, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 1                                     |                     |             | 1     |
| Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Estados Unidos                         |   | 23                                   | 4                     | 1                                     | 1                   |             | 29    |
| Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), Canadá         |   |                                      |                       | 2                                     |                     |             | 2     |

\* Indica el apoyo financiero total o parcial, proporcionado por cada organización o a través de ella.

Cuadro 4. Continuación

| Fuentes de financiación*   | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becario especiales | Cursos corto | Total      |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------|------------|
| International Fertilizer Development Center (IFDC)                                   |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala                        | 2                                       | 4                                    | 1                     |                                       |                    |              | 7          |
| Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia                                    |   |                                      | 1                     |                                       | 2                  |              | 3          |
| Instituto Superior de Agricultura (ISA), República Dominicana                        |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Midwest Universities Consortium for International Activities (MUCIA), Estados Unidos |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Cuerpos de Paz, Estados Unidos   |   | 1                                    |                       |                                       |                    |              | 1          |
| Promoción Agropecuaria, S. A., Paraguay  |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Fundación Rockefeller, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 3                                     |                    |              | 3          |
| Secretaría de Estado de Agricultura, República Dominicana                            |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Universidad Técnica de Berlín, Alemania Occidental                                   |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Universidad de Tulane, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 2                                     |                    |              | 2          |
| Universidad Central de Venezuela, Venezuela  |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Universidad del Tolima, Colombia   | 1                                       |                                      |                       |                                       |                    |              | 1          |
| Universidad de Illinois, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Gobierno de Alemania Occidental  |   |                                      |                       | 3                                     |                    |              | 3          |
| <b>Autofinanciados</b>   |   |                                      |                       |                                       | 9                  |              | 9          |
| <b>Total</b>   | <b>58</b>                               | <b>45</b>                            | <b>20</b>             | <b>21</b>                             | <b>27</b>          | <b>30</b>    | <b>201</b> |

Cuadro 4. Becarios adiestrados por el CIAT en 1975, clasificados por fuente de financiación.

| Fuentes de financiación*  | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becarios especiales | Curso corto | Total |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|-------|
| <b>Nacionales e internacionales</b>   |   |                                      |                       |                                       |                     |             |       |
| Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), Estados Unidos                  | 1                                       | 2                                    |                       |                                       |                     |             | 3     |
| AID y Universidad Estatal de Oregon, Estados Unidos                             |   |                                      |                       |                                       |                     | 30          | 30    |
| Banco Central de Guatemala, Guatemala   |   |                                      | 1                     |                                       |                     |             | 1     |
| Banco Nacional de Crédito Rural, México   | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia                   | 51                                      | 12                                   | 13                    | 3                                     | 3                   |             | 82    |
| Centro Panamericano de Zoonosis, Argentina                                      |   |                                      |                       |                                       | 5                   |             | 5     |
| Universidad de Cornell, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 2                                     |                     |             | 2     |
| Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Colombia               |   | 1                                    |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Programa Ecuménico de Becas, Alemania Occidental                                |   | 1                                    |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), Colombia                          | 1                                       |                                      |                       |                                       |                     |             | 1     |
| Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Venezuela            | 1                                       |                                      |                       |                                       | 1                   |             | 2     |
| Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) |   | 1                                    |                       |                                       | 2                   |             | 3     |
| Fundación Ford, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 1                                     |                     |             | 1     |
| Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Estados Unidos                         |   | 23                                   | 4                     | 1                                     | 1                   |             | 29    |
| Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), Canadá         |   |                                      |                       | 2                                     |                     |             | 2     |

\* Indica el apoyo financiero total o parcial, proporcionado por cada organización o a través de ella

Cuadro 4. Continuación

| Fuentes de financiación*   | Internos pos-graduados en investigación | Internos pos-graduados en producción | Becarios para estudio | Asociados en investigación visitantes | Becario especiales | Cursos corto | Total      |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------|------------|
| International Fertilizer Development Center (IFDC)                                   |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala                        | 2                                       | 4                                    | 1                     |                                       |                    |              | 7          |
| Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia                                    |   |                                      | 1                     |                                       | 2                  |              | 3          |
| Instituto Superior de Agricultura (ISA), República Dominicana                        |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Midwest Universities Consortium for International Activities (MUCIA), Estados Unidos |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Cuerpos de Paz, Estados Unidos   |   | 1                                    |                       |                                       |                    |              | 1          |
| Promoción Agropecuaria, S. A., Paraguay  |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Fundación Rockefeller, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 3                                     |                    |              | 3          |
| Secretaría de Estado de Agricultura, República Dominicana                            |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Universidad Técnica de Berlín, Alemania Occidental                                   |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Universidad de Tulane, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 2                                     |                    |              | 2          |
| Universidad Central de Venezuela, Venezuela  |   |                                      |                       |                                       | 1                  |              | 1          |
| Universidad del Tolima, Colombia   | 1                                       |                                      |                       |                                       |                    |              | 1          |
| Universidad de Illinois, Estados Unidos  |   |                                      |                       | 1                                     |                    |              | 1          |
| Gobierno de Alemania Occidental  |   |                                      |                       | 3                                     |                    |              | 3          |
| <b>Autofinanciados</b>   |   |                                      |                       |                                       | 9                  |              | 9          |
| <b>Total</b>   | <b>58</b>                               | <b>45</b>                            | <b>20</b>             | <b>21</b>                             | <b>27</b>          | <b>30</b>    | <b>201</b> |

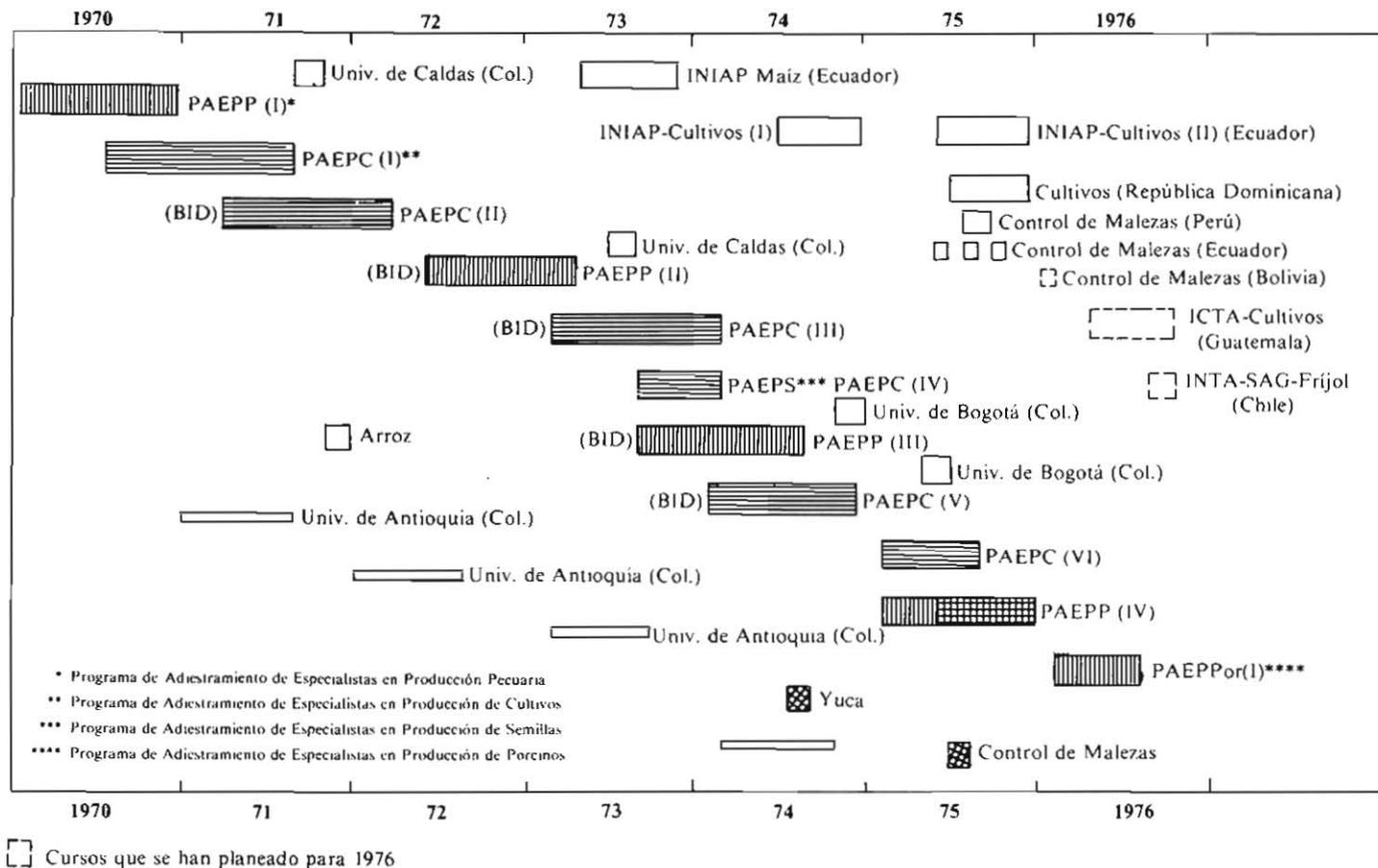


Figura 2. Programas de adiestramiento en producción y otros cursos cortos realizados o asesorados por el CIAT, y cursos de adiestramiento dictados en diferentes países por antiguos becarios del CIAT.

Cuadro 5. Becarios del CIAT nombrados y/o que completaron el adiestramiento durante 1975.

| Nombre   | País                 | Área de estudio                     | Meses de adiestramiento hasta diciembre, 1975 | Situación a diciembre 1975<br>(C = completo) |
|--|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| <b>Internos posgraduados en investigación:</b> |                      |                                     |   |  |
| Acosta, Jesús                                  | México               | Yuca   fitomejoramiento             | 3,5   | C  |
| Aguilar, José W                                | El Salvador          | Frijol   ingeniería agrícola        | 5   | C  |
| Aguilar, Roberto                               | Costa Rica           | Yuca, frijol   fitopatología        | 2   | C  |
| Alonso, Freddy                                 | Guatemala            | Frijol   entomología                | 4,5   | C  |
| Alvarado, Fabián                               | Ecuador              | Porcinos   sistemas de producción   | 6   | C  |
| Bacaro, Manuel                                 | Guatemala            | —   operaciones de la estación      | 4   | C  |
| Bandeira, Coracy                               | Brasil               | Arroz   agronomía                   | 3   | C  |
| Bazalar, Hernando                              | Perú                 | Salud animal   hemoparasitología    | 2   | -  |
| Calderón, Guillermo                            | Perú                 | Salud animal   hemoparasitología    | 12  | -  |
| Carrizo, Vicente                               | Panamá               | Porcinos   sistemas de producción   | 12  | -  |
| Concha, Alfredo                                | Colombia             | —   control de malezas              | 5   | C  |
| Cortés, René                                   | El Salvador          | Frijol   fitopatología              | 5   | C  |
| Cuevas, Federico                               | República Dominicana | Arroz   fitomejoramiento            | 10  | C  |
| Chavez, Jesús Aurelio                          | Colombia             | Frijol   agronomía                  | 6   | C  |
| Del Valle, Ricardo                             | Guatemala            | —   sistemas agrícolas              | 3,5   | C  |
| Deras, Carlos                                  | El Salvador          | Frijol   entomología                | 5   | C  |
| Dos Santos, María Auxiliadora                  | Brasil               | Yuca   agronomía                    | 1   | C  |
| Erives, Marcelo                                | México               | Yuca   agronomía                    | 3   | C  |
| Farfán, Carlos                                 | Ecuador              | Ganado de carne   pastos y forrajes | 8   | C  |
| Figueroa, Carlos Enrique                       | Guatemala            | Frijol   fisiología                 | 7   | C  |
| Freire, Wania Maria                            | Brasil               | Yuca   fitomejoramiento             | 5   | -  |
| Fukuda, Chigeru                                | Brasil               | Yuca   fitopatología                | 3,5   | -  |
| García, Carlos Mario                           | El Salvador          | Frijol   agronomía                  | 5   | C  |
| Gastao, Orival                                 | Brasil               | Frijol   fitomejoramiento           | 3   | C  |
| Giraldo, Hernán                                | Colombia             | Frijol   economía agrícola          | 9   | C  |
| González, Víctor                               | México               | Yuca   agronomía                    | 3,5   | C  |
| Gutiérrez, John                                | Colombia             | Frijol   economía agrícola          | 8   | C  |
| Hurtado, Erwin                                 | Bolivia              | Ganado de carne   pastos y forrajes | 3,5   | C  |

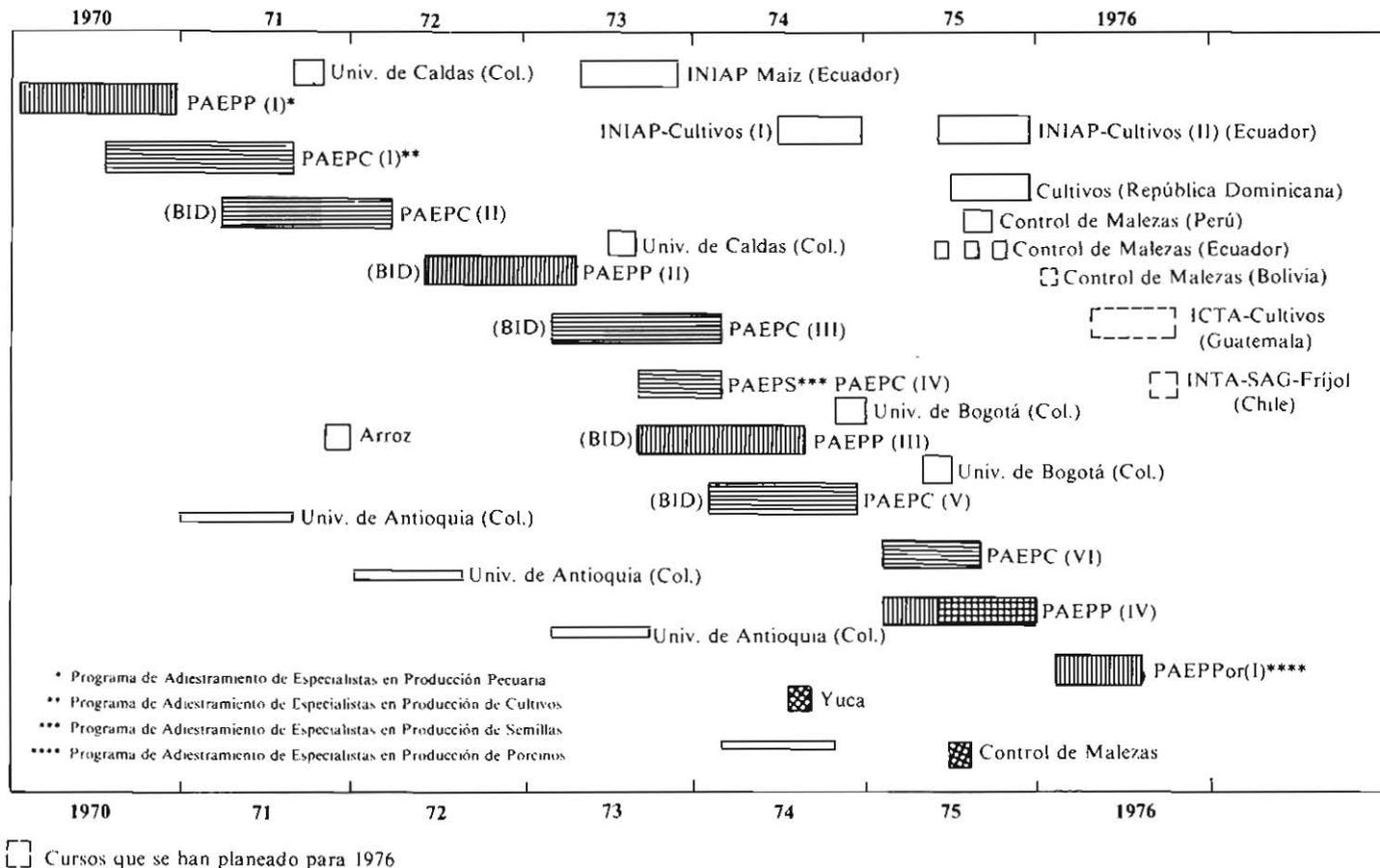


Figura 2. Programas de adiestramiento en producción y otros cursos cortos realizados o asesorados por el CIAT, y cursos de adiestramiento dictados en diferentes países por antiguos becarios del CIAT.

Cuadro 5 Becarios del CIAT nombrados y/o que completaron el adiestramiento durante 1975.

| Nombre   | País                 | Área de estudio                     | Meses de adiestramiento hasta diciembre, 1975 | Situación a diciembre 1975<br>(C = completo) |
|--|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| <b>Internos posgraduados en investigación:</b> |                      |                                     |   |  |
| Acosta, Jesús                                  | México               | Yuca   fitomejoramiento             | 3,5   | C  |
| Aguilar, José W.                               | El Salvador          | Frijol   ingeniería agrícola        | 5   | C  |
| Aguilar, Roberto                               | Costa Rica           | Yuca, frijol   fitopatología        | 2   | C  |
| Alonso, Freddy                                 | Guatemala            | Frijol   entomología                | 4,5   | C  |
| Alvarado, Fabián                               | Ecuador              | Porcinos   sistemas de producción   | 6   | C  |
| Bacaro, Manuel                                 | Guatemala            | —   operaciones de la estación      | 4   | C  |
| Bandeira, Coracy                               | Brasil               | Arroz   agronomía                   | 3   | C  |
| Bazalar, Hernando                              | Perú                 | Salud animal   hemoparasitología    | 2   | -  |
| Calderón, Guillermo                            | Perú                 | Salud animal   hemoparasitología    | 12  | -  |
| Carrizo, Vicente                               | Panamá               | Porcinos   sistemas de producción   | 12  | -  |
| Concha, Alfredo                                | Colombia             | —   control de malezas              | 5   | C  |
| Cortés, René                                   | El Salvador          | Frijol   fitopatología              | 5   | C  |
| Cuevas, Federico                               | República Dominicana | Arroz   fitomejoramiento            | 10  | C  |
| Chavez, Jesús Aurelio                          | Colombia             | Frijol   agronomía                  | 6   | C  |
| Del Valle, Ricardo                             | Guatemala            | —   sistemas agrícolas              | 3,5   | C  |
| Deras, Carlos                                  | El Salvador          | Frijol   entomología                | 5   | C  |
| Dos Santos, María Auxiliadora                  | Brasil               | Yuca   agronomía                    | 1   | C  |
| Erives, Marcelo                                | México               | Yuca   agronomía                    | 3   | C  |
| Farfán, Carlos                                 | Ecuador              | Ganado de carne   pastos y forrajes | 8   | C  |
| Figueroa, Carlos Enrique                       | Guatemala            | Frijol   fisiología                 | 7   | C  |
| Freire, Wania María                            | Brasil               | Yuca   fitomejoramiento             | 5   | -  |
| Fukuda, Chgeru                                 | Brasil               | Yuca   fitopatología                | 3,5   | -  |
| García, Carlos Mario                           | El Salvador          | Frijol   agronomía                  | 5   | C  |
| Gastao, Orival                                 | Brasil               | Frijol   fitomejoramiento           | 3   | C  |
| Giraldo, Hernán                                | Colombia             | Frijol   economía agrícola          | 9   | C  |
| González, Víctor                               | México               | Yuca   agronomía                    | 3,5   | C  |
| Gutiérrez, John                                | Colombia             | Frijol   economía agrícola          | 8   | C  |
| Hurtado, Erwin                                 | Bolivia              | Ganado de carne   pastos y forrajes | 3,5   | C  |

Cuadro 5. Continuación

| Nombre                      | País        | Area de estudio                                      | Meses de adies-<br>miento hasta<br>diciembre,<br>1975 | Situación a<br>diciembre,<br>1975<br>(C = completo) |
|-----------------------------|-------------|--|---|---|
| Ibe, Donatus                | Nigeria     | Yuca  biometría                                      | 1   | C   |
| Jarupat, Thanakorn          | Tailandia   | Yuca  fitopatología                                  | 7   | -   |
| López, Gustavo              | Colombia    | Salud animal  hemoparasitología                      | 4   | -   |
| Madruca, Claudio Roberto    | Brasil      | Ganado de carne  salud animal,<br>microbiología      | 3   | C   |
| Morales, César Guillermo    | Perú        | Frijol  agronomía                                    | 3   | C   |
| Moreno, María Teresa        | Colombia    | Frijol  fisiología                                   | 12  | -   |
| Muñoz, Jaime Eduardo        | Colombia    | Frijol  biometría                                    | 4   | -   |
| Musmani, Miguel             | Costa Rica  | Porcinos  sistemas de producción                     | 6   | C   |
| Nobre, Adilson              | Brasil      | Yuca  agronomía                                      | 7   | C   |
| Núñez, José Ignacio         | México      | Yuca  entomología                                    | 3,5   | -   |
| Orta, César Guillermo       | Venezuela   | -  operaciones de la estación                        | 5   | C   |
| Prager, Martín              | Colombia    | Frijol  economía agrícola                            | 9   | C   |
| Quintero, Manuel            | México      | Ganado de carne  pastos y forrajes,<br>microbiología | 8   | C   |
| Quiroz, Carlos              | Chile       | Frijol  entomología                                  | 9   | C   |
| Ramos, Federico             | Honduras    | Frijol  fitomejoramiento                             | 6   | C   |
| Rodríguez, Roberto          | Brasil      | Yuca  agronomía                                      | 5   | -   |
| Rojanaridpiched, Chareinsuk | Tailandia   | Yuca  fitomejoramiento                               | 7   | -   |
| Ruiz, José Adán             | Nicaragua   | Porcinos  sistemas de producción                     | 4   | -   |
| Salazar, Luis Carlos        | Colombia    | Frijol  biometría                                    | 3   | C   |
| Saldívar, Anacarsis         | México      | Yuca  agronomía                                      | 3,5   | C   |
| Tay, Juan                   | Chile       | Frijol  fitomejoramiento                             | 10  | C   |
| Teruya, Rosa Mercedes       | Bolivia     | Ganado de carne  salud animal,<br>patología clínica  | 8,5   | C   |
| Toro, José Zacarías         | Ecuador     | Ganado de carne  control de malezas                  | 1   | C   |
| Vargas, Héctor Armando      | Colombia    | Frijol  entomología                                  | 3   | -   |
| Vega, Julio Alejandro       | Nicaragua   | Porcinos  sistemas de producción                     | 4   | -   |
| Vichukit, Vichan            | Tailandia   | Yuca  agronomía                                      | 7   | -   |
| Villa, René                 | El Salvador | Frijol  fitomejoramiento                             | 5   | C   |
| Villalobos, José            | México      | Yuca  agronomía                                      | 3,5   | C   |
| Wood, Rogelio               | México      | Yuca  fitopatología                                  | 3,5   | -   |
| Yce, Mario Gerardo          | Costa Rica  | Porcinos  sistemas de producción                     | 6,5   | C   |

Cuadro 5 Continuación

| Nombre                                     | País      | Area de estudio        | Meses de adies-<br>tramiento hasta<br>diciembre,<br>1975 | Situación a<br>diciembre,<br>1975<br>(C = completo) |
|--|-----------|------------------------|--|---|
| <b>Internos posgraduados en producción</b> |           |                        |  |   |
| Agurto, Luis Aurelio                       | Nicaragua | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Amésquita, Mario                           | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Ayres, Alejandro                           | Chile     | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Ayres, Clara Luz de                        | Chile     | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Benítez, Daniel                            | Paraguay  | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Caicedo, Marino                            | Colombia  | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Ceballos, Luis Fernando                    | Colombia  | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Cuadra, Pedro                              | Chile     | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Delgado, José Leonardo                     | Colombia  | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Florez, Orestes                            | Perú      | Producción de cultivos | 2  | C   |
| Freire, Efrén                              | Ecuador   | Producción de cultivos | 6  | C   |
| González, Danilo                           | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| González, Leopoldo                         | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Hernández, Carlos                          | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| La Torre, Vicente                          | Bolivia   | Producción de cultivos | 2,5  | C   |
| Lara, José Rolando                         | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Licuona, Mario                             | Bolivia   | Producción de cultivos | 2  | C   |
| López, Javier                              | Colombia  | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Maldonado, Marco A.                        | Guatemala | Producción de cultivos | 2  | C   |
| Matheu, Raúl                               | Guatemala | Producción de cultivos | 7  | C   |
| Paladines, Carlos                          | Ecuador   | Producción de cultivos | 6  | C   |
| Seeman, Peter                              | Chile     | Producción de cultivos | 6  | C   |
| Suing, Gerardo                             | Ecuador   | Producción de cultivos | 6  | C   |
| Tiska, Vicente                             | Chile     | Producción de cultivos | 7  | C   |

Cuadro 5. Continuación

| Nombre                | País           | Area de Estudio     | Meses de adiestramiento hasta diciembre, 1975 | Situación a diciembre 1975 (C = completo) |
|-----------------------|----------------|---------------------|---|---|
| Acosta, Sabino        | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Alvarado, Jairo       | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Arciniegas, Fabio     | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Beltrán, Luz Stella   | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Boyd, Charles         | Estados Unidos | Producción pecuaria | 3   | C   |
| Caballero, Luis       | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Cabral, Severiano     | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Espinola, José María  | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Fernández, Armando    | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| González, Braulio     | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Jiménez, José J.      | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Maciel, Adalberto     | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Ortiz, Flavio         | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Piedrahíta, Francisco | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Regúnega, Celso       | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Romero, Celedonio     | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Rubio, Jaime          | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Ruiz, Miguel Angel    | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Segovia, Tranquilino  | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Trinidad, Juan A.     | Paraguay       | Producción pecuaria | 10  | C   |
| Villamil, Luis Carlos | Colombia       | Producción pecuaria | 10  | C   |

Cuadro 5. Continuación

| Nombre   | País          | Area de estudio                                  | Institución en la cual estudia            | Meses de adies-<br>tramiento hasta<br>diciembre.<br>1975 | Situación a<br>diciembre<br>1975<br>(C = completo) |
|--|---------------|--|---|--|--|
| <b>Asociados en investigación<br/>visitantes</b> |               |  |   |  |  |
| Betancourt, Jesús A.                             | Colombia      | Ganado de carne   salud animal,<br>parasitología | Univ. de Texas A&M, Estados Unidos        | 6  | -  |
| Ellis, Michael                                   | E.E.U.U.      | Frijol   fitopatología                           | Univ. de Illinois, Estados Unidos         | 4  | -  |
| Evans, David Eric                                | Reino Unido   | Salud animal                                     | Univ. de Londres, Inglaterra              | 12   | -  |
| Hammond, Lawrence                                | E.E.U.U.      | Suelos   roca fosfórica                          | Univ. Estatal de Michigan, Estados Unidos | 3,5  | -  |
| Hudgens, Robert                                  | E.E.U.U.      | Frijol   agronomía                               | Univ. de Florida, Estados Unidos          | 4  | -  |
| Job, Titus                                       | Nigeria       | Porcinos   | Univ. de Ibadan, Nigeria                  | 6  | C  |
| Kleemann, Gunter                                 | Alemania Occ. | Porcinos   | Univ. Técnica de Berlín, Alemania Occ.    | 8  | C  |
| Kloter, Kirby                                    | E.E.U.U.      | Salud animal                                     | Univ. de Tulane, Estados Unidos           | 1  | C  |
| Krausz, Joseph                                   | E.E.U.U.      | Yuca   fitopatología                             | Univ. de Cornell, Estados Unidos          | 6,5  | C  |
| Martínez, Romeo                                  | Guatemala     | Frijol   fijación de nitrógeno                   | Univ. Estatal de Michigan Estados Unidos  | 5  | -  |
| Ngongi, Amos                                     | Camerún       | Yuca   fisiología                                | Univ. de Cornell, Estados Unidos          | 8  | C  |
| Pervis Dennis                                    | Canadá        | Frijol   economía                                | Univ. Estatal de Michigan, Estados Unidos | 3,5  | -  |
| Rubinstein de, Eugenia                           | Chile         | Economía   salud animal                          | Univ. de Minnesota, Estados Unidos        | 12   | -  |
| Salazar, Mauricio                                | El Salvador   | Ganado de carne   pastos y forrajes              | Univ. de Florida, Estados Unidos          | 3,5  | -  |
| Schellenberg, Rupprecht                          | Alemania Occ. | Ganado de carne                                  | Univ. Técnica de Berlín, Alemania Occ.    | 12   | -  |
| Schultze-Kraft, Rainer                           | Alemania Occ. | Ganado de carne   pastos y forrajes              | Univ. de Justus Liebeg, Giessen, Alemania | 12   | C  |
| Serrano, Alfredo                                 | Colombia      | Ganado de carne                                  | Univ. de Minnesota, Estados Unidos        | 3  | C  |
| Soekanto, Leobdosoeckojo                         | Indonesia     | Producción de ganado de carne                    | Univ. de Florida, Estados Unidos          | 8  | -  |
| Stolberg, Alexander                              | Alemania Occ. | Frijol   producción                              | Univ. Justus Liebeg, Giessen, Alemania    | 8  | C  |
| Tewe, Olumide                                    | Nigeria       | Porcinos   | Univ. de Ibadan, Nigeria                  | 6  | C  |
| Yates, Juanito                                   | E.E.U.U.      | Salud animal                                     | Univ. de Tulane, Estados Unidos           | 1  | C  |

Cuadro 5 Continuación

| Nombre                       | País      | Area de estudio                          | Institución en la cual estudia      | Meses de adies<br>tramiento hasta<br>diciembre.<br>1975 | Situación a<br>diciembre.<br>1975<br>(C = completo) |
|------------------------------|-----------|--|-------------------------------------|---|---|
| <b>Becarios para estudio</b> |           |  |                                     |   |   |
| Acuña, Luis G.               | Colombia  | —  producción de cultivos                | Univ. de Guelph, Canadá             | 12  | -   |
| Altieri, Miguel Angel        | Chile     | —  fisiología, control de malezas        | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 3   | -   |
| Alvarez, Camilo              | Colombia  | Yuca  economía agrícola                  | Univ. Católica de Chile             | 8   | C   |
| Cárdenas, Moisés             | México    | Frijol  fitopatología                    | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 6   | C   |
| Castaño, Jairo               | Colombia  | Arroz  fitopatología                     | Escuela Nal. de Agricultura, México | 3   | C   |
| Celleri, Walter H.           | Ecuador   | Porcinos  nutrición                      | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 11  | C   |
| Domínguez, Carlos            | Colombia  | —  producción de cultivos                | Univ. de Guelph, Canadá             | 12  | C   |
| Garcés, Carlos               | Colombia  | —  ingeniería agrícola                   | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 12  | -   |
| Hidalgo, Rigoberto           | Colombia  | Frijol  fisiología                       | Univ. de Cornell, Estados Unidos    | 5   | -   |
| Laberry, Rafael              | Perú      | Yuca  fitopatología                      | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 3   | -   |
| Mattos, Luz Leonor           | Perú      | Yuca  fitopatología                      | Univ. Nal. Agraria, Perú            | 3   | -   |
| Morales, Leopoldo            | Colombia  | —  control de malezas                    | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 4   | C   |
| Morales, Víctor              | Colombia  | —  microbiología de suelos               | Univ. de Florida, Estados Unidos    | 10  | -   |
| Ramírez, Luis E.             | Colombia  | Ganado de carne  microbiología<br>animal | Universidad de Antioquia, Colombia  | 12  | -   |
| Rivas, Libardo               | Colombia  | Ganado de carne  economía agrícola       | Univ. Católica de Chile             | 7   | C   |
| Rueda, Camilo                | Colombia  | Ganado de carne  salud animal            | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 11  | C   |
| Samayoa, Otto                | Guatemala | —  economía agrícola                     | Univ. Católica de Chile             | 12  | -   |
| Santa María, Gilberto        | Guatemala | —  economía agrícola                     | Escuela de Graduados, ICA, Colombia | 3   | C   |
| Santos, Jorge                | Colombia  | Porcinos  nutrición                      | Universidad de Guelph, Canadá       | 11  | C   |
| Vargas, Octavio              | Colombia  | —  entomología                           | Univ. de Cornell, Estados Unidos    | 6   | -   |

Cuadro 5 Continuación

| Nombre                     | País                 | Área de estudio                   | Meses de adies<br>tratamiento hasta<br>diciembre,<br>1975 | Situación a<br>diciembre,<br>1975<br>(C = completo) |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|---|
| <b>Becarios especiales</b> |                      |                                   |   |   |
| Alvarez, Olga Lucía        | México               | Alimentación y vivienda           | 2   | C   |
| Caicedo, Elizabeth         | Colombia             | Economía Agrícola                 | 0,5   | C   |
| Cetrangolo, Roberto        | Uruguay              | Salud animal                      | 2   | C   |
| Cortez, Miguel             | Bolivia              | Ganado de carne pastos y forrajes | 0,1   | C   |
| D'Jesús, Francisco         | Venezuela            | Ganado de carne pastos y forrajes | 1,5   | C   |
| Da Silva, Amadeo           | Brasil               | Salud animal                      | 2   | C   |
| De Figueiredo, Marcio      | Brasil               | Salud animal                      | 2   | C   |
| Docal, Digna María         | Estados Unidos       | Salud animal biología             | 1   | C   |
| Docal, María Victoria      | Estados Unidos       | Salud animal zoología             | 1   | C   |
| Dorresteyn, Hans           | Países Bajos         | Sociología rural                  | 5   | -   |
| Fernández de, Thisbe       | Venezuela            | Frijol microbiología              | 2   | C   |
| Galeano, Antonio           | Paraguay             | Arroz agronomía                   | 3   | C   |
| García, Alvaro             | Colombia             | - microbiología de suelos         | 2,5   | -   |
| Keim, David                | Estados Unidos       | Ganado de carne pastos y forrajes | 2   | C   |
| Luzuriaga, Hugo            | Ecuador              | Yuca economía agrícola            | 3   | C   |
| Munera, Fernando           | Colombia             | - microbiología de suelos         | 3   | C   |
| Naujens, Romualdo          | Venezuela            | Ganado de carne pastos y forrajes | 2   | C   |
| Orozco, Luis               | México               | *Salud animal                     | 2   | C   |
| Pereira, Luis Gonzaga      | Brasil               | Salud animal                      | 2   | C   |
| Rewinkel, Bernardus        | Países Bajos         | Ganado de carne pastos y forrajes | 3   | -   |
| Rewinkel, Margaretha       | Países Bajos         | Ganado de carne pastos y forrajes | 3   | -   |
| Rodas, Jorge E.            | Paraguay             | Arroz agronomía                   | 2   | C   |
| Sirobosch, Peter           | Holanda              | Sociología rural                  | 5   | -   |
| Taveras de, Dulce María    | República Dominicana | Biblioteca y documentación        | 2   | C   |
| Taveras, Pedro             | República Dominicana | Yuca, frijol suelos               | 2   | C   |
| Tesoro, de Delia           | Venezuela            | Frijol microbiología              | 2   | C   |
| Van Dam, Wim               | Países Bajos         | Frijol entomología                | 5   | C   |

Cuadro 5. Continuación

| Nombre                              | País       | Area de estudio                      | Meses de adiestramiento hasta diciembre, 1975 | Situación a diciembre 1975<br>(C = completo) |
|-------------------------------------|------------|--------------------------------------|---|--|
| <b>Participantes al curso corto</b> |            |                                      | 1   | C  |
| Alvarez, Guillermo                  | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Andrade, Voni                       | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Atencio, Filiberto                  | Perú       | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Bohórquez, José Gabriel             | Ecuador    | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Clement, Achilles                   | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Cortez, Miguel                      | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Covolo, Lorenzo                     | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Chaquilla, Oscar                    | Perú       | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Dell'Agostino, Eduardo              | Argentina  | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Filho, Ricardo                      | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Garrido, Juan                       | Venezuela  | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Huanca, Félix                       | Perú       | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Jaramillo, Hernando                 | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Larrea, Nelson Eduardo              | Perú       | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| López, Ricardo Luis                 | Argentina  | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| López, Luis Orlando                 | Panamá     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Mago, Enrique Gonzalo               | Venezuela  | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Martínez, Enrique                   | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Muñoz, José Alvaro                  | Guatemala  | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Odeñana, Otto Rafael                | Ecuador    | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Orrego, Diego                       | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Raigoza, Juan                       | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Restrepo, Manuel                    | Colombia   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Rodríguez, Rolando                  | Bolivia    | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Silva, Elquin                       | Perú       | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Soto, Adolfo                        | Costa Rica | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Urbina, Norberto                    | Honduras   | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Velasco, Francisco                  | Bolivia    | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Wassano, Ioshio                     | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |
| Lake, Clive                         | Brasil     | Curso corto sobre control de malezas | 1   | C  |

También se ha reforzado la planeación anterior a las reuniones. Si bien se le ha otorgado amplia responsabilidad de organización al director de conferencias y simposios, la responsabilidad de la toma final de decisiones se le ha conferido a una, o máximo, dos personas dentro de un comité organizador. Este paso también ha mejorado el desenvolvimiento y reducido las omisiones y repeticiones en los aspectos de organización de las reuniones.

Con relación a los documentos de las conferencias y a las reproducciones de las versiones de los autores, se han hecho planes para incluir a la unidad de servicios de información en la primera fase de organización de cualquier conferencia o seminario. Esto debe obligar a los planificadores a efectuar una revisión oportuna de los documentos de los

participantes, lo cual asegurará la publicación dentro de las normas estándar del CIAT.

Por primera vez en seis ocasiones este año, nuestros registros mostraron el 100 por ciento de ocupación de las instalaciones para conferencias. Se organizaron 15 eventos patrocinados o copatrocinados por el CIAT con la asistencia de 650 invitados y aproximadamente 300 observadores (Cuadro 6). Cuatro cursos de adiestramiento del CIAT también utilizaron con alguna frecuencia los salones de conferencias, en tanto que los programas de productos agropecuarios utilizaron muy a menudo uno o más salones para sus reuniones internas. Además, en el CIAT se realizaron otros 33 eventos que fueron financiados por numerosas instituciones y a los que asistieron más de 1.300 personas.

Cuadro 6. Eventos realizados en las instalaciones para conferencias del CIAT durante 1975.

| Fecha  | Evento   | No. de participantes |
|--|--|----------------------|
| <b>Patrocinados o copatrocinados por el CIAT</b> |  |                      |
| Enero 29-feb. 6                                  | Comité Asesor y programa de ensayos en yuca  | 30                   |
| Feb. 1-feb. 6                                    | Revisión de programas del CIAT   | 60                   |
| Mar. 17-22                                       | La epidemiología y control de anaplasmosis y babesiosis en América Latina                          | 70                   |
| Abril 7-12                                       | Potencial del trópico latinoamericano<br>IICA-Trópicos   | 20                   |
| Abril 14-15                                      | Reunión sobre la naturaleza y organización del programa de sistemas agrícolas del CIAT             | 20                   |
| Mayo 22-24                                       | Días de presentación del CIAT  | 40                   |
| Agosto 25-30                                     | La ecología y control de parásitos externos de bovinos de importancia económica en América Latina. | 75                   |
| Sept. 1-2  | Revisión del programa de salud animal del CIAT   | 10                   |
| Oct. 13-16                                       | Conferencia de trabajo sobre mejoramiento genético del fríjol y recursos de germoplasma            | 60                   |
| Oct. 20-22                                       | Comité Asesor del Programa de Producción de Fríjol   | 12                   |
| Nov. 17-18                                       | Caracterización del sector ganadero en países seleccionados  | 15                   |

Cuadro 6. Continuación

| Fecha  | Evento   | No. de participantes |
|--|--|----------------------|
| Nov. 26-28   | Análisis económico en el diseño de nuevas tecnologías para el pequeño agricultor                 | 35                   |
| Nov. 29  | Reunión de economistas de centros internacionales  | 8                    |
| Dic. 1-3   | Seminario sobre protección vegetal del frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )                      | 100                  |
| Dic. 9-12  | Revisión de los programas del CIAT   | 60                   |
| <b>Patrocinados por otras instituciones</b>              |  |                      |
| Mensualmente   | Reunión de representantes regionales del SENA (14 eventos)                                       | 480                  |
| Feb 10-15  | Gerencia de mercadeo - INCOLDA   | 35                   |
| Abril 11   | Reunión de los ministros de agricultura de América Latina  | 35                   |
| Abril 12-14  | Reunión de los ministros de agricultura de Colombia y de los gerentes de institutos relacionados | 30                   |
| Mayo 13-15   | Universidad Nacional   | 110                  |
| Mayo 25-30   | Gerencia de producción - INCOLDA   | 45                   |
| Junio 2-13   | Seminario sobre nutrición - Catholic Relief Services   | 40                   |
| Junio 16-21  | Reunión de representantes regionales de la Fundación Friedrich Nauman                            | 30                   |
| Junio 18-20  | Reunión de gerentes regionales del ICA   | 15                   |
| Junio 24   | Administración de los cultivos de maíz y sorgo - FENALCE   | 30                   |
| Junio 27   | Reunión de las secretarías regionales de agricultura de Colombia                                 | 20                   |
| Julio 2-5  | Reunión de los gerentes de sucursales del Banco de la República                                  | 12                   |
| Sept. 15-19  | Reunión de gerentes regionales de la AID   | 60                   |
| Oct. 6-8   | Reunión de representantes del Catholic Relief Services   U.S.C.C.                                | 25                   |
| Oct. 25  | Asamblea general de COOMEVA  | 100                  |
| Nov. 12-15   | Manejo de la producción de semilla - ACOSEMILLAS   | 16                   |
| Nov. 28-29   | Reunión de la Federación de Asociaciones de Odontólogos  | 25                   |
| Dic. 4-6   | Sociedad de Fitopatólogos Americanos - División del Caribe                                       | 150                  |
| Dic. 18  | Reunión de la Asociación de Médicos del Valle  | 100                  |
| <b>Cursos de adiestramiento patrocinados por el CIAT</b> |  |                      |
| Feb. 3-julio 30  | Curso de especialistas en producción pecuaria  | 21                   |

Cuadro 6 Continuación

| Fecha          | Evento  | No. de participantes |
|----------------|---|----------------------|
| Mar. 3-mayo 30 | Curso de especialistas en producción de cultivos                    | 25                   |
| Mayo 19-31     | Curso sobre diseño experimental                                     | 10                   |
| Dic. 1-19      | Curso de especialistas en producción pecuaria                       | 25                   |
|                | <b>Curso de adiestramiento patrocinados por otras instituciones</b> |                      |
| Abril 8-11     | Curso sobre pastos y forrajes - ICA                                 | 30                   |

# Biblioteca y Servicios de Información

La función básica del Programa de Biblioteca y Servicios de Información es la difundir entre los científicos agrícolas a través del mundo, información técnica relacionada con los productos agropecuarios con los cuales el CIAT trabaja. Esta difusión se hace a escala mundial procurando servir a instituciones científicas y técnicas, bibliotecas y personas especializadas que trabajan en tales productos agropecuarios. Además este programa tiene la responsabilidad de proyectar la imagen del CIAT ante el público. Dentro de este marco de objetivos establecidos el Programa fue reorganizado al comienzo del año 1975, en tres unidades básicas: Biblioteca y Centro de Documentación, Servicios Gráficos y Editoriales y Oficina de Información al Público.

## **Biblioteca y Centro de Documentación**

La Biblioteca posee una colección de 35.000 volúmenes (incluyendo volúmenes encuadernados de revistas científicas) y recibe regularmente 1.284 revistas científicas especializadas. Además de las actividades normales de una Biblioteca especializada, funciona dentro de la misma un Centro de Documentación que produce tarjetas de compendios sobre yuca, frijol, salud animal y economía agrícola a nivel latinoamericano. En 1975 este centro incluyó alrededor de 2.000 suscriptores. Se procesaron más de 2.500 documentos en las cuatro disciplinas mencionadas y se publicó en forma de libro una compilación de 2.000 resúmenes sobre yuca en idioma inglés.

El servicio de páginas de contenido, un proyecto por medio del cual los especialistas agrícolas pueden solicitar

fotocopias de los artículos que aparecen en las revistas especializadas que el CIAT recibe, fue modificado en 1975. Tal modificación consistió en agrupar los índices de las revistas en tres publicaciones: Tablas de Contenido en Ciencias Pecuarias, Tablas de Contenido en Ciencias Agrícolas y Tablas de Contenido en Ciencias Sociales. Con esta agrupación del material procesado ha sido posible extender este servicio a todos los especialistas agrícolas de América Latina que están incluidos en las listas de distribución de publicaciones del CIAT. Aproximadamente 2.000 técnicos han recibido este servicio hasta finales del año 1975. Para facilitar el pago de fotocopias en escala internacional, se ha establecido un sistema de cupones.

La Biblioteca ha preparado bibliografías cortas las cuales contienen resúmenes en la medida en que se encuentren disponibles. Tratan de tópicos específicos, y se suministran en respuesta a solicitudes especiales. Estas bibliografías se han incorporado a las series de publicaciones del CIAT con el propósito de darles una difusión más amplia.

## **Oficina de Información al Público**

En 1975 se atendió un total de 3.000 visitantes (incluyendo grupos) los cuales fueron recibidos por el personal de esta oficina. Además se estableció una política de información destinada a brindar material impreso que pueda ser utilizado por los medios de comunicación en relación con el desarrollo de las Conferencias y Seminarios que patrocina el CIAT y que se llevan a cabo en su sede, estimulando de esta manera las relaciones de la

institución con dichos medios de comunicación.

Se publicaron varios artículos técnicos sobre el CIAT no solamente en las páginas agrícolas de los periódicos de Cali y Bogotá sino también en algunas revistas nacionales e internacionales relacionadas con el sector agropecuario.

### Unidad de Servicios Gráficos y Editoriales

La mayor disponibilidad de personal especializado y de equipo, hizo posible la publicación y distribución de 33 publicaciones del CIAT en 1975. En este año se introdujo una modificación sustancial en el formato del Informe Anual, la cual dará una mayor flexibilidad y margen de utilización a esta publicación básica. Esta modificación consiste en publicar informes individuales correspondientes a cada uno de los productos agropecuarios

en los cuales trabaja el CIAT, lo cual permitirá hacer una amplia distribución individual a los técnicos que se interesan específicamente por tales productos agropecuarios. Además se producirá un Informe Anual Global el cual tendrá una distribución más limitada, a bibliotecas y centros de investigación, instituciones donantes del CIAT y gobiernos e instituciones nacionales e internacionales con los cuales el CIAT tiene vínculos específicos. Además se publicará un informe especial que resumirá la información contenida en el Informe Anual y hará énfasis en los principales adelantos científicos obtenidos en 1975 en los diferentes programas del CIAT. Este informe será enfocado hacia el amplio sector público que se interesa por el progreso agropecuario en los distintos países.

La lista de publicaciones producidas por esta unidad en 1975 es la siguiente:

- AS- 9 Noti-CIAT. Noviembre-Diciembre, 1975. 4 p.
- AE- 9 Noti-CIAT. November-December, 1975. 4 p.
- BS- 6 Informe Anual. 1975. 286 p.
- BE- 6 Annual Report. 1974. 260 p.
- CS- 2 El potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. 272 p.
- CE- 2 Potential of field beans and other food legumes in Latin America. 388 p
- CE- 7 The potential of the lowland tropics. 100 p.
- CE- 9 Horizontal resistance to the blast disease of rice. 246 p.
- CS-10 El potencial para la producción de ganado de carne en América tropical. 307 p.
- CE-10 Potential to increase beef production in tropical America. 328 p.
- CE-11 Methods for allocating resources in applied agricultural research in Latin America. 65 p.
- CS-11 Métodos para la asignación de recursos en la investigación agrícola aplicada en América Latina. 68 p.
- DS- 5 **LOZANO, J.C.** y **BOOTH, R.H.** Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). 1974. 48 p. (Reimpresión).
- ES- 5 **DIAZ, R.O.**, **PINSTRUP-ANDERSEN, P.** y **ESTRADA, R.D.** Costos y utilización de insumos en la producción de yuca en Colombia. 36 p.
- ES- 6 **CLAVIJO, H.** y **MANER, J.H.** El empleo del banano de rechazo en la alimentación porcina. INIAP-CIAT. 20 p.
- ES- 8 **LOZANO, J.C.** El añublo bacterial de la yuca (CBB). 12 p.

- ES-16 **DOLL, J.** Control de malezas en cultivos de clima cálido. 12 p.
- EE-17 **BOOTH, R.H.** Cassava storage. 20 p.
- ES-18 **RUIZ DE LONDOÑO, N.** y **PINSTRUP-ANDERSEN, P.** Descripción de factores asociados con bajos rendimientos de maíz en fincas pequeñas de tres departamentos de Colombia. 44 p.
- ES-19 **GUTIERREZ, U., INFANTE, M.** y **PINCHINAT, A.** Situación del cultivo del frijol en América Latina. 36 p.
- FE- 2 ICA-CIAT herd systems project Carimagua. 8 p.
- FS-3 Información sobre los programas del CIAT (guía para visitantes). 8 p.
- FE- 3 Information on CIAT's programs (a guide for visitors). 8 p.
- FS-4 CEDEAL. 6 p.
- FS- 5 Programa de sistemas de producción de frijol. 42 p.
- FE- 5 Bean production systems program. 38 p.
- FS-11 Lista de publicaciones del CIAT. 33 p.
- GS- 2 **CARDENAS, J., FRANCO, O.** y **ROMERO, C.** Clasificación de herbicidas. ICA-CIAT. 44 p. (Reimpresión).
- GS- 6 Guía para la preparación de compendios, IICA-CIAT. 74 p.
- GS-15 **CHEANEY, R.L.** y **JENNINGS, P.** Problemas en cultivos de arroz en América Latina. 96 p.
- GE-15 **CHEANEY, R.L.** and **JENNINGS, P.** Field problems of rice in Latin America. 96 p.
- HE-26 2,000 abstracts on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Vol. 1. 584 p.

# Grupos de apoyo a la investigación

## BIOMETRIA

La Unidad de Biometría del CIAT es un grupo de servicio cuyas responsabilidades son: asesorar en la planificación y diseño de los experimentos y suministrar servicios de consulta y análisis de datos, a todos los programas de investigación y adiestramiento del CIAT.

### FUNCIONES BASICAS

#### Consultas y análisis estadísticos

La Unidad presta servicios de consulta en una fase previa a la iniciación de un determinado experimento. Una vez establecidas las hipótesis que el investigador desea probar con su experimento, Biometría colabora en la planificación de tal investigación, en la decisión sobre el tipo y tamaño de la muestra y en la escogencia del diseño experimental a utilizar. Después de hecho el experimento, la Unidad tiene la responsabilidad de hacer los análisis estadísticos de los datos obtenidos con base en el diseño experimental aconsejado. La Unidad ha brindado este tipo de colaboración a todos los programas del CIAT y a algunas instituciones como el ICTA de Guatemala, el INIAP de Ecuador, EMBRAPA de Brasil y el ICA de Colombia.

#### Evaluación de tecnología

La Unidad de Biometría colabora con los programas de investigación para tratar de medir el impacto de nuevas tecnologías

que el CIAT está probando en el campo agropecuario. Como ejemplo clásico está la colaboración en el diseño y análisis de las pruebas regionales de rendimiento de nuevas variedades de frijol o yuca; otro ejemplo es el apoyo al análisis de sistemas de producción ganadera y de cultivos. Pero el más relevante es el diseño de modelos matemáticos que permitan evaluar distintas alternativas tecnológicas para mejorar la producción pecuaria y agrícola.

#### Investigación para mejorar las técnicas estadísticas

Durante 1975, la Unidad de Biometría ha dado énfasis al estudio de diseños y análisis de modelos más complicados que han surgido como necesidades de los programas de investigación, tales como:

1. Modelos de diseños no balanceados y técnicas de análisis para este tipo de diseño.
2. Diseños experimentales con modelos mixtos (modelos en los cuales aparecen simultáneamente factores fijos y factores aleatorios).
3. Utilización de modelos matemáticos para representar fenómenos biológicos. Además de los modelos clásicos de ajuste mediante regresiones, la Unidad ha trabajado con los modelos basados en la Ley del Límite de Liebig.
4. Introducción del uso de mínimos cuadrados en dos etapas.

Para prestar servicios en forma eficaz y rápida, la Unidad ha instalado una terminal IBM 780 para comunicación

directa con el computador IBM 370|145 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Bogotá.

El CIAT recibe apoyo muy valioso del DANE, a través de un convenio de colaboración sobre servicios de información. La Unidad utiliza el sistema "Statistical Analysis System" de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, como principal medio de cómputo estadístico.

## COLABORACION CON LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION

### Programa de Sistemas de Producción de Frijol

Se ha diseñado un sistema de información para el manejo de datos de la colección de germoplasma de *Phaseolus vulgaris*. Ha sido necesario establecer este sistema puesto que esta colección cuenta ya con mucho material bajo estudio y es preciso agilizar el proceso de obtención de información específica sobre este material.

En este proyecto la Unidad ha continuado utilizando el SAS (Sistema de Análisis Estadístico) por medio del cual se han logrado muchos de los objetivos inicialmente planteados. Específicamente, la Unidad ha logrado la creación y mantenimiento de un archivo sobre "Colecciones y selecciones de germoplasma de frijol" que se emplea como herramienta de apoyo de los análisis estadísticos requeridos por este Programa y sirve para elaborar un catálogo con toda la información existente. La producción de este catálogo será la culminación de este proyecto; este logro se espera para 1976. Con el mismo programa, también la Unidad ha prestado servicios en diseño y análisis de experimentos en fisiología, mejoramiento, fitopatología, entomología

y agronomía. Otra colaboración de la Unidad de Biometría con el Programa de Frijol ha sido el mantenimiento de un archivo de encuestas agroeconómicas sobre frijol en Colombia, el cual está en proceso de análisis.

### Determinación del tamaño, forma y número de replicaciones óptimas

La Unidad ha hecho un ensayo en frijol, en colaboración con el grupo de entomología de este programa, para determinar el tamaño, forma de parcela y número de replicaciones más adecuados para minimizar el error experimental. Además, se evaluaron varios métodos para estimar el rendimiento por parcela. Este ensayo se realizó en la granja experimental del CIAT-Palmira. Se escogió la Línea 32, de un total de 12 materiales, por su alto rendimiento y su utilización no solamente a nivel experimental sino comercial.

Para esta prueba se utilizó un arreglo en parcelas divididas, con ocho replicaciones, parcelas mayores (número de camas\* 1, 2 o 3; cada cama tenía 1 metro de ancho) y las subparcelas constituidas por las longitudes de las camas (1, 3, 5, 7, 9 y 11 metros), para conformar un total de 18 tamaños de parcela por replicación.

Para la determinación del tamaño óptimo de parcela se utilizó el coeficiente de variación (CV) de cada tamaño de parcela y se dibujó contra el tamaño de la parcela (X) (Figura 1). Para obtener el modelo que mejor se ajustara a los puntos obtenidos se hicieron regresiones con seis modelos; el criterio de selección se basó en el coeficiente de determinación del modelo ( $R^2$ ). Se escogió el modelo:

$$Y = 34,84X^{-0,547}$$

Para encontrar el X óptimo se igualó la primera derivada a uno correspondiente al tamaño óptimo de parcela de 6,72 m<sup>2</sup>, la

\* Caballón en el cual se establecen los cultivos sobre una superficie plana.

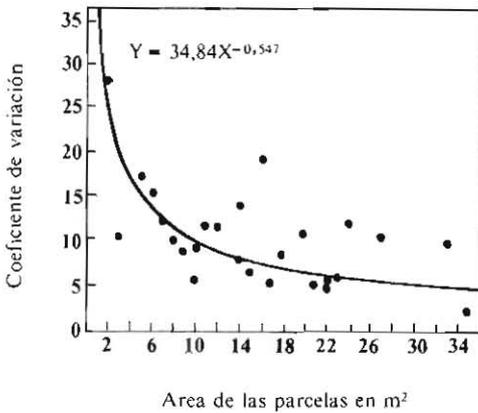


Figura 1 Coeficiente de variación contra tamaño de parcela para determinar el tamaño óptimo.

cual, por razones prácticas, puede considerarse que tiene una superficie de 7 m<sup>2</sup>.

Para determinar la forma más adecuada de parcela, hubo varios criterios de selección:

1. Escogencia del número de camas con el menor coeficiente de variación, el cual correspondió a dos camas con un CV = 14,46 por ciento. Combinando este criterio con el de tamaño óptimo, se selecciona una longitud de **tres metros**, la cual permite tener un área cercana a 6 m<sup>2</sup>.
2. Teniendo en cuenta el tamaño óptimo hallado se tomaron las varianzas de las parcelas que tuvieron dicha área o que fuera aproximada a 7 m<sup>2</sup>; con este criterio, se seleccionó el tamaño que tuviera menor varianza, así:

$$s^2 = 56,900 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)^2$$

Para dos camas, cada una de un metro de ancho por tres de longitud:

$$s^2 = 96,822 \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)^2$$

pero, al considerar la menor longitud de bordes de la parcela con dos camas de tres metros de largo, esta dimensión es

la que se recomienda como el área más conveniente.

Para calcular el número de repeticiones se utilizó la metodología propuesta por S. Romero, E. Carney y B. Rojas\*. Se encontró que este número es igual a tres. Por lo tanto, para las investigaciones sobre frijol que se hagan en el CIAT en las cuales sea necesario estimar el rendimiento por hectárea, se recomienda utilizar parcelas de dos camas (90 a 100 cm de ancho) con un mínimo de tres metros de largo y el establecimiento como mínimo, de tres repeticiones.

### Evaluación del método de estimación de la producción en las parcelas experimentales

Se evaluó el método para estimar el rendimiento por parcela, con base en la producción de cinco plantas con competencia completa para los diferentes tamaños de parcela. Este método se ha utilizado para evaluar germoplasma cuando hay muy poca disponibilidad de semilla, ya sea que ésta provenga de una introducción o de alguna cama. Se consideraba necesario evaluar este método de medición.

$$\text{Sesgo} = P_{(5)} - P_t$$

$P_{(5)}$  = Producción (kg/ha) con base en una muestra de cinco plantas.

$P_t$  = Producción total por parcela (kg/ha)

Las sobreestimaciones observadas fueron sorprendentes; en promedio, oscilaron entre 1.757 y 3.029 kg/ha para los 18 arreglos propuestos, lo cual equivale a sobreestimaciones entre 93,8 y 177,3 por ciento. No parece existir una clara relación entre el largo de la cama y la magnitud del sesgo.

\* ROMERO, CH.S., CARNEY, E.J. y ROJAS, B. La potencia de la prueba en los diseños experimentales. *Agrociencia* 1(1):31-50. 1966.

Aunque con frecuencia se menciona en artículos técnicos "la toma de muestras representativas" en la práctica surgen serias limitaciones en cuanto a la representatividad, siendo más grave el caso en situaciones en las cuales no se ha definido con claridad cuál es la población objeto de muestreo. Aún en poblaciones con pequeño número de elementos, los cuales en conjunto pueden ser observados previamente por el muestreador, la toma de muestras representativas ofrece dificultades, como lo han demostrado varios experimentos\*, lo cual también se comprueba en el caso que nos ocupa en el cual sistemáticamente, se produjo una sobreestimación de los rendimientos.

Además del sesgo se tiene en cuenta la variabilidad de los rendimientos, tomando como medida de ésta la desviación estándar, observándose una gran variación en los rendimientos, los cuales fueron estimados con base en las muestras de cinco plantas.

Aunque un método o estimador sea sesgado, se podría utilizar en la práctica si existiera manera de poder conocer la magnitud del sesgo que permita hacer las correcciones del caso. Con el propósito de conocer el grado de asociación entre  $P_1$  y  $P_{(5)}$  se calculó el coeficiente de correlación entre estos dos elementos, a nivel de parcela, arrojando un valor sumamente bajo (0,0969).

A pesar de ser éste, desde el punto de vista práctico, un método sencillo y económico, por las razones anteriores se demuestra que la estimación de la producción con base en cinco plantas, desde el punto de vista estadístico, no cumple con las características deseables debido a la gran variabilidad, al sesgo y al bajo grado de asociación que presentó con la producción medida sobre la parcela total (Figura 2).

\* COCHRAN, W. y COX, G. Diseños Experimentales. México, F. Trillas. 1965. 149p.

## Programa de Sistemas de Producción de Ganado de Carne

Otra actividad de la Unidad ha sido el apoyo brindado al proyecto denominado "Sistemas de Hatos I" que se inició en julio de 1972 y se espera que continuará, por lo menos, hasta fines de 1977. Por el gran volumen de información generada por este proyecto era necesario diseñar un sistema para la clasificación, ordenamiento y análisis de los datos. Hasta el presente, estos objetivos se han logrado mediante la creación, mantenimiento y reorganización del archivo de datos utilizado para referencia y análisis y también, mediante el análisis de toda la información obtenida hasta julio de 1975.

El proyecto "Sistemas de Hatos I" ha sido un estudio de gran interés para la Unidad de Biometría bajo el punto de vista estadístico. Debido a la magnitud del experimento, al elevado número de factores e interacciones que se desea estudiar simultáneamente y a las alteraciones que han sido necesario hacer en el proyecto original, el experimento "Sistemas de Hatos I" no está respaldado por un diseño experimental tradicional, presenta factores confundidos y algunas combinaciones de factores no están incluidos en los tratamientos. Además a estos factores que limitan la posibilidad de hacer un análisis estadístico, se suma el hecho de que presenta un número desigual de observaciones por tratamiento.

Para su análisis, el experimento se dividió en tres etapas que siguen un orden cronológico y que fueron denominadas "pastoreo", "reproducción" y "terneros". Se hicieron análisis independientes de cada una de estas etapas. En cada una de ellas se estudió el efecto de diversos factores relevantes. En cada caso, el modelo corresponde a un diseño factorial incompleto no balanceado. Los cómputos estadísticos necesarios para los análisis correspondientes de varianzas y covarianza se hicieron utilizando el método de Walter

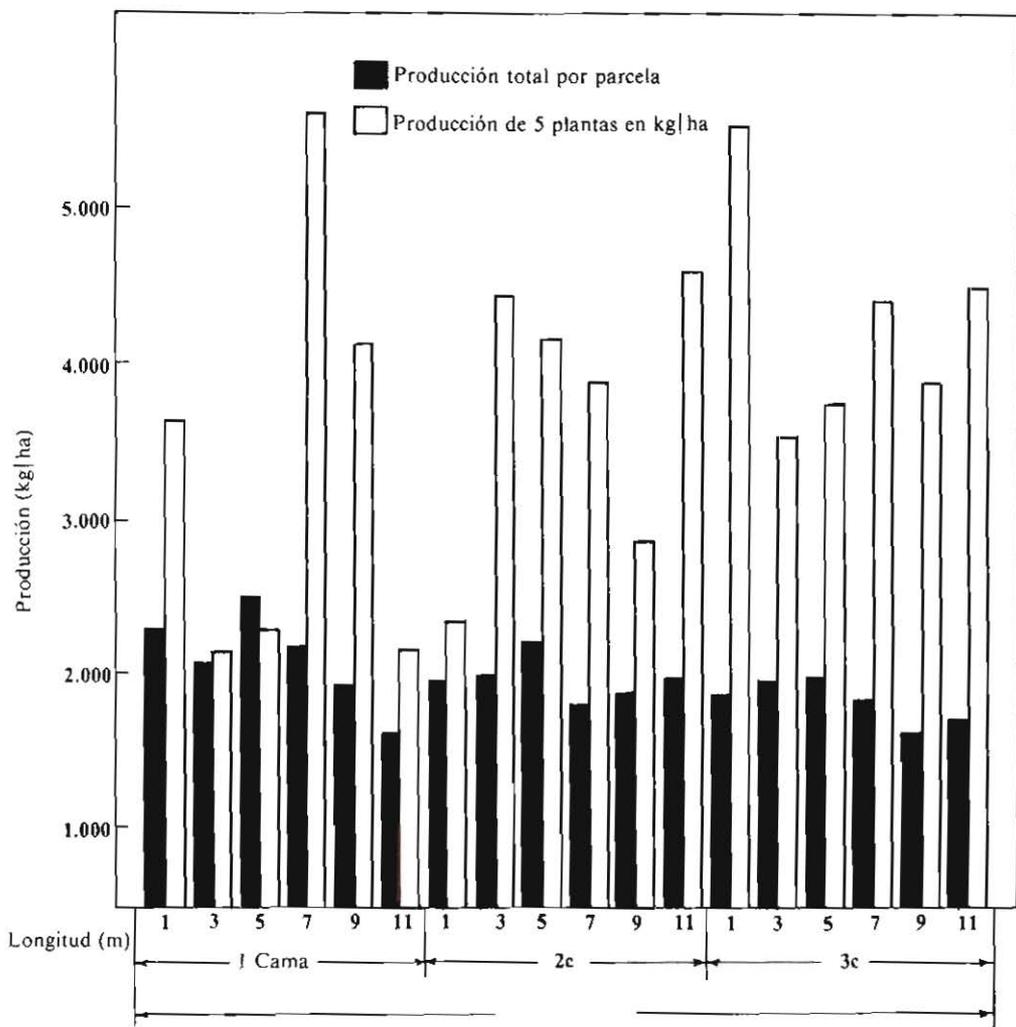


Figura 2. Contraste entre las estimaciones del rendimiento del total de las parcelas y de la producción de cinco plantas (1 replicación).

Harvey\*, que es una adaptación al computador de las técnicas para análisis de diseños no balanceados desarrolladas por Henderson\*\*.

\* HARVEY, W.R. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. Washington, USDA. 1960.

\*\* HENDERSON, C.R. Estimation of variance and covariance components. Biometrics: 226-252. June, 1953.

La Unidad colaboró también con el Programa de Ganado de Carne en el proyecto de "Destete precoz en fincas comerciales del Pie de Monte colombiano" en cuanto a la escogencia del diseño experimental a seguir y a la realización del análisis estadístico.

#### Aspectos económicos en la producción de ganado de carne

Se ha colaborado con la unidad de economía del Programa de Ganado de

Carne en el establecimiento de investigaciones que requieren el uso de computadores. Tales investigaciones se hacen con el propósito de probar algunas hipótesis sobre coeficientes técnicos y poblaciones ganaderas en los Llanos Orientales de Colombia.

Otra colaboración con la Unidad de Economía ha sido la asesoría prestada a los becarios de investigación en economía agrícola, sobre los modelos estadísticos y análisis requeridos para la preparación de sus tesis de grado, especialmente en lo referente a modelos de oferta y demanda para ganado de carne en Colombia.

### **Salud animal**

Se han brindado servicios de análisis de información a los estudios hechos sobre salud animal, nutrición y manejo de hatos, principalmente en lo que concierne al modelo epidemiológico de ganado en los Llanos Orientales de Colombia. Además, la Unidad de Biometría ha participado en la planeación y diseño del proyecto cooperativo CIAT-TAMU-ICA denominado "Economía de la inmunización de bovinos contra la anaplasmosis y babesiosis" como también en el desarrollo general de métodos para estudios epidemiológicos.

### **Pastos y forrajes**

La Unidad de Biometría ha hecho investigaciones metodológicas para adaptar cierta clase de diseños y análisis experimentales a experimentos hechos en relación con pastos y forrajes. Esta modalidad de experimentos se caracteriza por las limitaciones en costos de operación y diferentes tipos de manejo de hatos o de praderas, y por las barreras biológicas que se hallan implícitas dentro de la estructura de los tratamientos de un ensayo.

### **Programa de Sistemas de Producción de Yuca**

Se diseñó un modelo matemático de simulación del comportamiento fisiológico

de la planta de yuca, en función del proceso de formación de hojas, raíces, etc. Los resultados de esta actividad se presentan en la sección de este informe correspondiente al Programa de Yuca.

Al dar apoyo al desarrollo de pruebas regionales, se desarrolló una metodología de análisis dirigida al conocimiento de los factores que influyen en el comportamiento de los materiales bajo estudio. Se espera que este análisis, basado en modelos lineales, contribuirá al fortalecimiento del modelo de desarrollo de la planta de yuca, en particular, con respecto a los factores suelos, clima, enfermedades y plagas.

La Unidad realiza un ensayo de investigación conjuntamente con el Programa de Yuca. Los objetivos de este ensayo son:

1. Determinar la respuesta del índice de área foliar a la fertilización con N y K y su relación con el rendimiento.
2. Establecer una nueva metodología de conducción de ensayos para determinar las superficies de respuesta. Esta investigación se hace específicamente con este cultivo dado que, para los diseños tradicionales, se requieren áreas experimentales muy extensas lo cual representa una limitación para la investigación.
3. Utilizar la superficie de respuesta como variable de simulación dentro del modelo matemático desarrollado para descubrir el comportamiento de la planta de yuca.

### **Adiestramiento**

Se dictó un curso corto sobre "Diseños y Métodos Experimentales para la Investigación en el CIAT". Los participantes fueron los investigadores asociados, asistentes y becarios de los distintos programas del CIAT y personal del ICA. El curso incluyó nueve conferencias, de dos

horas cada una, cuyos temas fueron los siguientes: el método experimental en las ciencias agropecuarias; el método de manejo del experimento para aislar la incógnita que se desea resolver; características de los diseños experimentales y sus respectivas técnicas de campo; diseños apropiados para experimentos con animales; conceptos fundamentales del análisis estadístico; modelos lineales como base del diseño experimental; ejemplos de análisis de distintos diseños en cultivos; ejemplos de análisis de distintos diseños en ciencias pecuarias, pastos y forrajes; y sistemas de manejo de datos obtenidos en el proceso experimental.

Además de estos servicios que se han prestado principalmente en el campo de la estadística, la Unidad ha asumido responsabilidad para mantener y desarrollar métodos cuantitativos para la evaluación de tecnología en el contexto de las situaciones del agricultor. Este esfuerzo se está logrando a través de la utilización de modelos de simulación en computadores. Con estos métodos se espera integrar los trabajos en experimentos con las pruebas regionales para la evaluación de tecnología generada por los programas del CIAT.

## CONTROL DE MALEZAS

### Control del coquito

En 1975 se continuaron las investigaciones con el fin de conocer más a fondo cuál es el efecto del glifosato sobre los tubérculos del coquito (*Cyperus rotundus*). El glifosato es un herbicida posemergente y translocable que controla las malezas perennes. En virtud de que el coquito es una maleza productora de tubérculos prolífica (hasta 45 millones/ha) es necesario tener información precisa acerca de la acción del glifosato sobre los tubérculos.

El primer ensayo comparó los efectos de diversas dosis de aplicación de glifosato y

de 2,4-D (recomendadas por varios autores como efectivas para el control del coquito) sobre la inhibición de la brotación de los tubérculos producidos a partir de un solo tubérculo sembrado en materas 90 días antes. Al momento de la aplicación, se había producido un promedio de 70 tubérculos nuevos formando parte de la misma planta y por lo tanto estaban en capacidad de recibir el herbicida translocable. A los 10 días de la aplicación, se removió el follaje de la planta progenitora, se extrajeron, contaron y sembraron sus tubérculos y finalmente se hicieron observaciones sobre el número de tubérculos que brotaron durante 180 días después de la siembra (Figura 1).

Ambas dosis de 2,4-D no inhibieron la brotación y las de glifosato (0,5 y 1 kg/ha) tampoco lograron reducciones significativas. Sólo la mitad de los tubérculos brotaron con la aplicación al follaje de 2 kg/ha de glifosato mientras que la dosis de 4 kg/ha inhibió la brotación casi en su totalidad. Este resultado es importante ya que indica que la erradicación del coquito puede ser posible si se logra la brotación de todos los tubérculos presentes en el suelo y luego se aplica glifosato al follaje. También se observó que la mayor parte de la brotación ocurrió 60 días después de la siembra. Sin embargo, pasados los 180 días, se extrajeron del suelo los tubérculos que no habían brotado y se observó que estaban intactos. Los tubérculos mostraron una pulpa generalmente blanca y de consistencia sólida; sin embargo, el lavado con agua, durante varios días, no indujo su brotación. Se sometieron tubérculos seccionados a pruebas con una solución de tetrazolium y se comprobó que la mayoría no tenía viabilidad. La razón por la cual no perdieron su firmeza y si alguna vez tales tubérculos brotaran son interrogantes que se están investigando.

Se hicieron dos ensayos para determinar el tiempo requerido entre la aplicación y la

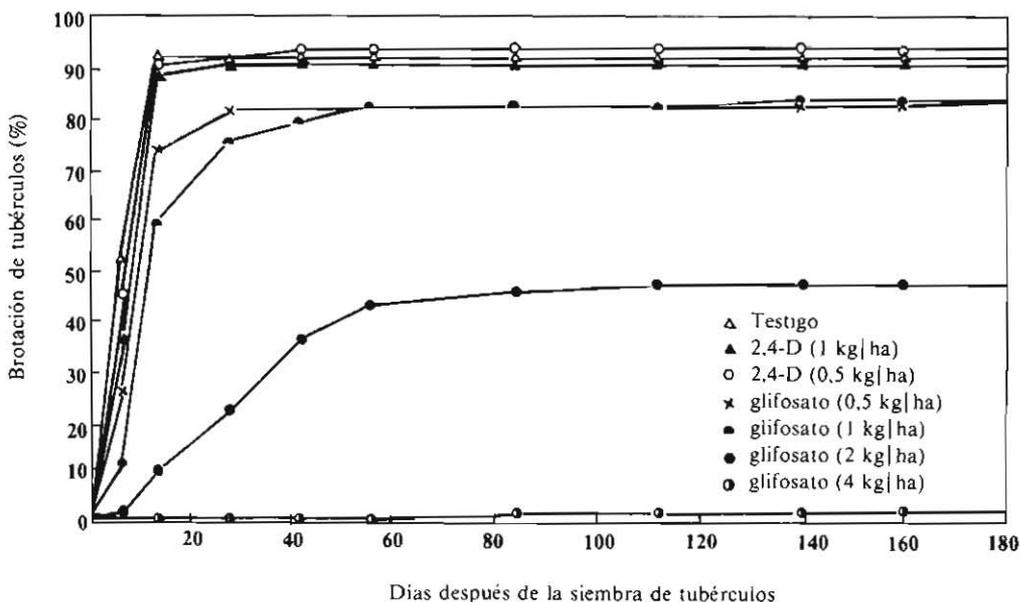


Figura 1. Efectos del glifosato y 2,4-D aplicados al follaje de las plantas progenitoras de *Cyperus rotundus* sobre la brotación de sus tubérculos.

acumulación de suficiente glifosato en el tubérculo para inhibir la brotación. Se aplicaron dos dosis de glifosato al follaje de plantas de coquito, de 90 días de edad, sembradas en materas. A intervalos específicos de tiempo, después de la aplicación, se eliminaron las hojas para

evitar mayor translocación del herbicida hacia los tubérculos. Inmediatamente después, se cortaron los tubérculos de los rizomas, se contaron y se sembraron en suelo fresco. Se hicieron observaciones periódicas sobre el número de tubérculos que brotaron (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Efecto del tiempo requerido para la translocación de dos dosis de aplicación de glifosato sobre la brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus* (ensayo I). 1.

| Aplicación de glifosato (kg/ha) | Tiempo de translocación (días después de la aplicación) | Brotación de tubérculos (%)   |                               |                                |
|---------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                                 |   | 28 días después de la siembra | 56 días después de la siembra | 100 días después de la siembra |
| 0                               | 7   | 94                            | 94                            | 94                             |
|                                 | 14  | 93                            | 94                            | 94                             |
|                                 | 28  | 94                            | 94                            | 94                             |
| 1.5                             | 7   | 2                             | 3                             | 8                              |
|                                 | 14  | 17                            | 28                            | 32                             |
|                                 | 28  | 7                             | 11                            | 13                             |
| 3.0                             | 7   | 0                             | 0                             | 0                              |
|                                 | 14  | 0                             | 0                             | 0                              |
|                                 | 28  | 0                             | 0                             | 0                              |

Cuadro 2 Efecto del tiempo requerido para la translocación de dos dosis de aplicación de glifosato sobre la brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus* (ensayo II).

| Aplicación de glifosato (kg/ha) | Tiempo de translocación (horas después de la aplicación) | Brotación de tubérculos (%)   |                               |                               |
|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                 |  | 28 días después de la siembra | 56 días después de la siembra | 95 días después de la siembra |
| 0                               | 12   | 90                            | 91                            | 91                            |
|                                 | 24   | 90                            | 91                            | 91                            |
|                                 | 36   | 90                            | 91                            | 91                            |
|                                 | 48   | 90                            | 91                            | 91                            |
|                                 | 72   | 90                            | 91                            | 91                            |
|                                 | 120  | 90                            | 91                            | 91                            |
| 1                               | 12   | 86                            | 87                            | 87                            |
|                                 | 24   | 82                            | 83                            | 83                            |
|                                 | 36   | 52                            | 69                            | 72                            |
|                                 | 48   | 36                            | 50                            | 53                            |
|                                 | 72   | 6                             | 17                            | 22                            |
|                                 | 120  | 4                             | 15                            | 16                            |
| 2                               | 12   | 72                            | 76                            | 77                            |
|                                 | 24   | 37                            | 54                            | 59                            |
|                                 | 36   | 2                             | 5                             | 9                             |
|                                 | 48   | 1                             | 2                             | 2                             |
|                                 | 72   | 0                             | 0                             | 1                             |
|                                 | 120  | 0                             | 0                             | 0                             |

El tiempo de translocación estudiado en el primer ensayo fue demasiado prolongado para poder establecer el mínimo. Fueron suficientes menos de siete días para lograr una inhibición excelente de la brotación, especialmente con la dosis más alta. En el segundo ensayo, se emplearon intervalos de tiempo de translocación más cortos y dosis de aplicación más bajas. Con una dosis de 1 kg/ha, se requirieron 72 horas para lograr una inhibición óptima y con 2 kg/ha, un período de 36 horas fue adecuado. Por lo tanto, existe una interacción entre la dosis y el tiempo, de tal manera que con dosis más altas se requiere menos tiempo para que una cantidad suficiente de glifosato se acumule en el tubérculo e inhiba la brotación, mientras que con dosis más bajas se requiere más tiempo para tal efecto. Se debe aplicar por lo menos 2

kg/ha de glifosato para inhibir casi la totalidad de la brotación. En ambos ensayos se observaron pequeñas diferencias entre el número de tubérculos que brotó a los 56 y 100 días (ensayo I) y a los 56 y 95 (ensayo II), después de la siembra. Se hicieron observaciones durante 180 días después de la siembra, pero en esencia no brotaron más tubérculos después de los 56 días.

Como la translocación del glifosato tiene lugar desde la parte aérea de la planta hasta la raíz, la intensidad de la luz podría jugar un papel importante en este proceso. La sombra producida a nivel de la superficie del suelo por cultivos como el banano, café, yuca y cítricos, puede reducir la translocación debido a que las malezas tendrán un nivel de fotosíntesis más bajo. Esta hipótesis se sometió a prueba

mediante la aplicación de 1,5 kg|ha de glifosato a plantas de coquito sembradas bajo un sombrío que varió de 0 hasta 92 por ciento de interceptación de la luz. A los 28 días se observó el porcentaje alcanzado con el control de la translocación a los tubérculos los cuales fueron sacados del suelo, contados y sembrados nuevamente para determinar su capacidad de brotación (Cuadro 3).

El control del follaje tendió a disminuir a medida que el sombrío era superior al 73 por ciento. Sin embargo, el glifosato fue igualmente efectivo para inhibir la brotación de los tubérculos producidos por las plantas tratadas, en todos los niveles de sombrío; el tratamiento menos efectivo fué el que se realizó sin sombrío. Esto se atribuye al hecho de que las materas correspondientes a tal tratamiento tuvieron una exposición total a la luz solar y aunque se regaron diariamente, tendieron a secarse en los días calurosos. Muy probablemente, esta circunstancia afectó la translocación, en tanto que, las otras materas estaban bajo sombra y no fueron sometidas a tales condiciones desecantes. Aparentemente, el glifosato sería igualmente efectivo bajo el sombrío que se presenta en los cultivos perennes.

La naturaleza altamente sistémica del glifosato implica que probablemente no sea necesario tratar toda la planta para lograr máximos efectos. En otro ensayo establecido en materas, se aplicó 1 kg|ha de glifosato al 25, 50, 75 ó 100 por ciento del follaje de plantas de coquito, de 90 días de edad. Se hicieron observaciones de control 14 y 28 días después de hecha la aplicación. Luego se extrajeron, contaron y sembraron los tubérculos con el objeto de observar periódicamente su brotación (Cuadro 4).

La eficiencia del control del coquito aumentó a medida que se incrementó tanto la duración de la aplicación como el porcentaje tratado de la planta. Posiblemente, la dosis de glifosato fue muy baja para lograr un mejor control. La brotación de los tubérculos fue afectada de manera similar, lo cual indica que los mejores resultados se obtienen cuando el tratamiento se practica en toda la planta.

Además de los mencionados estudios sobre control de esta maleza, se investigaron los efectos de la humedad y textura del suelo sobre cuatro biotipos de tal planta. Se recolectaron tubérculos de coquito en cuatro regiones de Colombia

Cuadro 3. Brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus* después del tratamiento de la planta progenitora con glifosato\* aplicado a la sombra.

| Sombrío de plantas progenitoras (%) | Control de las plantas progenitoras 28 días después de la siembra (%) | Brotación de tubérculos (%)   |                               |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
|                                     |   | 28 días después de la siembra | 56 días después de la siembra |
| 0                                   | 94  | 11                            | 22                            |
| 30                                  | 94  | 2                             | 6                             |
| 49                                  | 94  | 3                             | 6                             |
| 63                                  | 96  | 2                             | 6                             |
| 73                                  | 91  | 0                             | 3                             |
| 92                                  | 60  | 0                             | 4                             |
| Testigo                             | 0   | 92                            | 92                            |

\* 1.5 kg|ha de glifosato aplicado a las plantas progenitoras antes de ser sometidas a la sombra

Cuadro 4. Efectos de la aplicación de glifosato\* sobre el control de las plantas progenitoras y brotación de tubérculos de *Cyperus rotundus*.

| % tratado de la planta progenitora | Control de la planta progenitora (%) |                                  | Brotación de tubérculos (%)   |                               |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                    | 14 días después de la aplicación     | 28 días después de la aplicación | 28 días después de la siembra | 56 días después de la siembra |
| 0                                  | 0                                    | 0                                | 95                            | 96                            |
| 25                                 | 16                                   | 30                               | 53                            | 59                            |
| 50                                 | 26                                   | 49                               | 27                            | 34                            |
| 75                                 | 25                                   | 58                               | 20                            | 28                            |
| 100                                | 43                                   | 70                               | 11                            | 15                            |

\* 1 kg/ha de glifosato.

(Valle, Tolima, Córdoba y Magdalena) y se sembraron en suelos con niveles de humedad de 25, 50, 75 y 100 por ciento de capacidad de campo y en el punto de saturación. La producción de materia seca aumentó a medida que la humedad del suelo subió al 75 por ciento de la capacidad de campo (Figura 2). No se observaron diferencias entre los cuatro biotipos con relación a la producción de materia seca del follaje. Los efectos de la humedad del suelo sobre la producción de tubérculos fueron similares a los de la producción de materia seca, e incluso, en suelos saturados, se produjeron muchos tubérculos. Las plantas más prolíficas fueron las provenientes de Córdoba y Magdalena (143 y 141 tubérculos/materia, respectivamente), seguidas por las de Tolima (135/materia) y Valle (124/materia).

Se observaron diferencias más marcadas debido a la textura del suelo (Figura 3). En los suelos más pesados las plantas produjeron más materia seca que en los livianos, habiéndose alcanzado su producción máxima en el punto de saturación de humedad. Por el contrario, los suelos de textura arenosa y muy arenosa produjeron tres veces menos materia seca y en ellos se observó un menor crecimiento de los tubérculos en el punto de saturación, que a la capacidad de campo. Los resultados obtenidos en relación con el número de

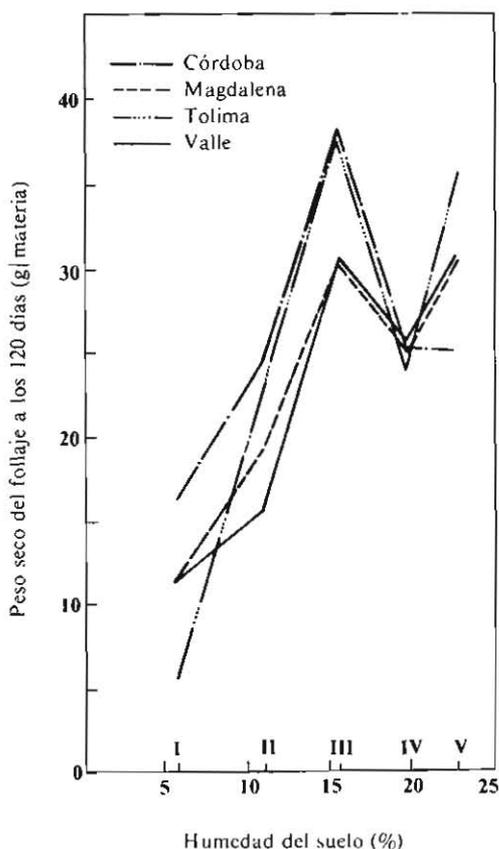


Figura 2. Efecto del 25, 50, 75 y 100 por ciento de capacidad de campo (I, II, III y IV, respectivamente) y del punto de saturación del suelo (V) sobre el crecimiento de cuatro biotipos de *Cyperus rotundus*.

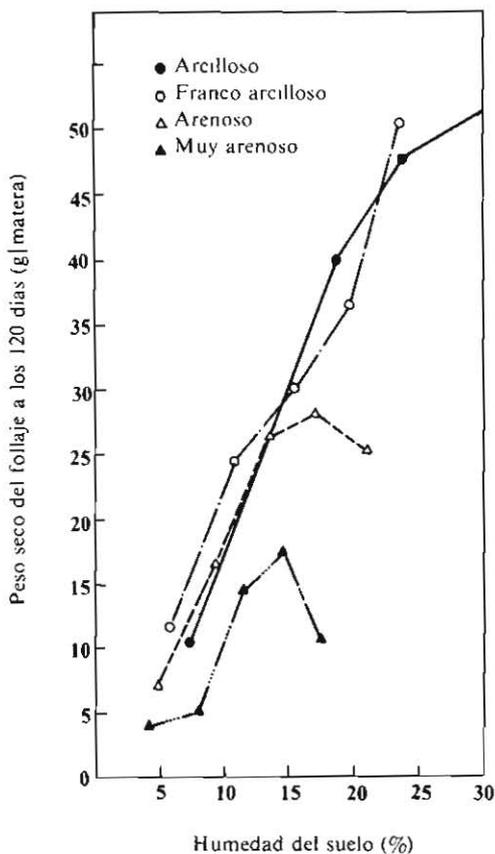


Figura 3. Efecto de la humedad en cuatro suelos de textura diferente sobre la producción de materia seca a los 120 días de sembradas las plantas de *Cyperus rotundus* provenientes del Valle, Colombia.

tubérculos producidos, fueron muy similares.

Ambos ensayos indican que el coquito sería una maleza más perjudicial en los suelos pesados y húmedos que en los más livianos y con buen drenaje. Ésta, en parte, es una de las razones por las cuales es más difícil el control del coquito, por cualquier método que se utilice, en suelos de textura más pesada.

Se probaron algunos nuevos herbicidas que parecían promisorios para el control del coquito tanto en ensayos hechos en casas de malla como en condiciones de

campo. Se obtuvieron excelentes resultados en el primero de los mencionados ambientes experimentales mediante la incorporación al suelo en presiembrado de K-1441 (5 kg/ha), U-44,078 y U-44,344 (1,5 kg/ha cada uno) y H-25893 y H-26910 (4 kg/ha cada uno). Los herbicidas perfluidone, AC-206,246 y AC-206,490 en preemergencia, a razón de 4 kg/ha cada uno, también dieron un control excelente. Se obtuvo un control deficiente con la aplicación de K-223, cyperquat, bentazon, MBR-12325 y amitrol.

Bajo condiciones de campo, sólo se logró un control aceptable con U-44,078, U-44,343 y K-1441. Se llevaron a cabo ensayos posteriores en relación con el control de esta maleza.

#### Germinación de la semilla de malezas

Se hizo un estudio que tuvo una duración de dos años sobre la germinación de 20 especies de malezas. Se recolectaron semillas y se hicieron pruebas de germinación, cada dos meses, para determinar cuáles especies tienen un período de latencia y cuáles podrían sobrevivir durante todo el período de ensayo.

Durante todo el período experimental, la germinación de *Cyperus esculentus* y *C. rotundus* fue baja, lo cual confirma el hecho de que la germinación de la semilla no es un medio importante de propagación de estas malezas perennes productoras de tubérculos (Cuadro 5). Se observó que las semillas de malezas gramíneas, generalmente tienen baja germinación, con excepción de *Rottboellia exaltata*. La remoción de la cubierta de la semilla de esta especie aumentó su germinación y disminuyó su latencia.

Se observó que las semillas de las especies dicotiledóneas generalmente tienen una germinación alta. Las únicas especies que perdieron su viabilidad

Cuadro 5. Germinación de las semillas de 20 especies de malezas durante 24 meses.

| Grupo y especies               | Germinación máxima (edad en meses) | Germinación promedio durante 24 meses (%) | Rango de germinación (%) |
|--------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------|
| <b>Cyperaceae:</b>             |                                    |   |                          |
| <i>Cyperus esculentus</i>      | 22                                 | 2.8                                       | 0 - 25                   |
| <i>Cyperus rotundus</i>        | 20                                 | 0.4                                       | 0 - 2                    |
| <b>Gramineae:</b>              |                                    |   |                          |
| <i>Andropogon bicornis</i>     | 2                                  | 0.5                                       | 0 - 4                    |
| <i>Digitaria sanguinalis</i>   | 12                                 | 13.2                                      | 0 - 42                   |
| <i>Echinochloa colomum</i>     | 2 y 10                             | 17.5                                      | 4 - 27                   |
| <i>Eleusine indica</i>         | 14                                 | 6.2                                       | 0 - 13                   |
| <i>Leptochloa filiformis</i>   | 12                                 | 3.5                                       | 0 - 26                   |
| <i>Panicum fasciculatum</i>    | 20                                 | 3.4                                       | 0 - 16                   |
| <i>Rottboellia exaltata*</i>   | 6                                  | 66.5                                      | 39 - 89                  |
| <i>Rottboellia exaltata**</i>  | 8                                  | 57.1                                      | 8 - 88                   |
| <i>Rottboellia exaltata***</i> | 12                                 | 42.2                                      | 0 - 92                   |
| <b>Dicotiledóneas:</b>         |                                    |   |                          |
| <i>Amaranthus dubius</i>       | 10                                 | 31.0                                      | 6 - 55                   |
| <i>Corchorus orinocensis</i>   | 22                                 | 3.7                                       | 0 - 9                    |
| <i>Crotalaria striata</i>      | 20                                 | 34.0                                      | 24 - 50                  |
| <i>Eclipta alba</i>            | 10 y 12                            | 5.8                                       | 0 - 16                   |
| <i>Euphorbia hypericifolia</i> | 6                                  | 10.3                                      | 0 - 50                   |
| <i>Heteranthera reniformis</i> | 12                                 | 0.8                                       | 0 - 3                    |
| <i>Ipomoea hederifolia</i>     | 12                                 | 41.4                                      | 9 - 53                   |
| <i>Leonotis heptaeifolia</i>   | 0                                  | 9.7                                       | 2 - 51                   |
| <i>Momordica charantia</i>     | 6                                  | 53.2                                      | 18 - 80                  |
| <i>Portulaca oleracea</i>      | 8                                  | 54.9                                      | 39 - 66                  |
| <i>Sida rhombifolia</i>        | 6                                  | 2.8                                       | 1 - 6                    |

\* Semilla almacenada y puesta a germinar sin cubierta

\*\* Semilla almacenada con cubierta y luego puesta a germinar sin cubierta

\*\*\* Semilla almacenada y puesta a germinar con cubierta.

después de dos años fueron *Andropogon bicornis* y *Eclipta alba*.

### Control de la caminadora

La caminadora (*Rottboellia exaltata*) es una maleza que se está diseminando rápidamente en muchas regiones de América Latina. Sus semillas flotan en el agua y frecuentemente son transportadas con semillas de cultivos, especialmente de sorgo, debido a su similitud en tamaño y peso. Es una maleza difícil de erradicar,

particularmente en cultivos de maíz y sorgo, puesto que ninguno de los herbicidas que se usan en la actualidad para estos cultivos la controlan.

La caminadora apareció por primera vez en los terrenos más bajos del CIAT, en 1972. Es muy probable que las semillas fueran transportadas durante el año anterior por las aguas de inundación provenientes de una finca cercana que tiene una infestación severa de caminadora. Desde el momento en que se constató su

presencia en la sede del CIAT, se estableció un metódico programa de vigilancia. Las áreas infestadas se revisaron periódicamente y toda planta de caminadora se arrancó y eliminó de los campos. En tres años se erradicó totalmente esta gramínea de los terrenos del CIAT; en la mayoría de los sitios se eliminó en 18 meses. Los agricultores deberían adoptar esta práctica inmediatamente después de constatar una nueva infestación en sus terrenos. Si su eliminación se posterga, se reducen las posibilidades de lograr la erradicación de esta maleza.

Ante el hecho de que la caminadora se está diseminando rápidamente en muchas regiones de Colombia, se hizo una campaña educativa en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal (COMALFV) y varias firmas productoras de herbicidas. Un total de 250 agricultores, agrónomos y extensionistas provenientes de diversas regiones, asistieron al programa educativo de tres días, el cual se realizó en tres localidades, incluyendo la sede del CIAT, con el fin de enseñar aspectos de identificación y biología de la

maleza, formas de evitar su diseminación y sistemas de erradicación o control, en el momento en que se presente.

También se hicieron ensayos para estudiar los efectos del sombrío sobre el crecimiento y el desarrollo de la caminadora; las materas sembradas se colocaron en cámaras sombreadas y semanalmente se efectuaron las observaciones.

En oscuridad total, las semillas germinaron pero las plantas murieron dos semanas después de la emergencia (Cuadro 6). La altura de la planta aumentó a medida que el sombrío se incrementó y las diferencias fueron mayores a los 70 que a los 35 días después de la siembra. El sombrío retardó el macollaje pero sólo el 75 por ciento o más de sombra redujo notoriamente el número de macollas producido por planta. La producción de materia seca del follaje fue alta hasta con un 80 por ciento de sombra.

Los resultados sobre producción de semilla indican la razón por la cual la caminadora es una planta tan agresiva. El número de semillas por planta aumentó en un 46 por ciento bajo un 47 por ciento de

Cuadro 6. Respuesta de *Rottboellia exaltata* al sombrío.

| Sombrío de las plantas (%) | Altura de la planta (cm)      |                               | No. de macollas               |                               | Peso seco del follaje (g/planta) | No. de semillas/planta* |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|                            | 35 días después de la siembra | 70 días después de la siembra | 35 días después de la siembra | 70 días después de la siembra |                                  |                         |
| 0                          | 28                            | 82                            | 6                             | 30                            | 38                               | 257                     |
| 30                         | 30                            | 107                           | 4                             | 26                            | 36                               | 398                     |
| 47                         | 37                            | 128                           | 4                             | 22                            | 38                               | 472                     |
| 55                         | 36                            | 137                           | 3                             | 16                            | 31                               | 336                     |
| 63                         | 39                            | 133                           | 3                             | 21                            | 32                               | 324                     |
| 73                         | 44                            | 164                           | 1                             | 11                            | 25                               | 228                     |
| 80                         | 44                            | 138                           | 0                             | 7                             | 11                               | 161                     |
| 92                         | 35                            | 87                            | 0                             | 4                             | 4                                | 35                      |
| 100**                      | -                             | -                             | -                             | -                             | -                                | -                       |

\* Cosechadas 77 días después de la siembra

\*\* Bajo oscuridad total todas las plantas murieron a las dos semanas

sombra, en comparación con la cantidad de semillas producidas por las plantas sometidas a plena luz del sol. Aparentemente, la planta se vuelve más prolífica a la sombra y esto ayuda a explicar su naturaleza competitiva con otros cultivos, incluso con un 92 por ciento de sombra se produjeron 35 semillas por planta. Por lo tanto, si se permite la germinación de las semillas de caminadora esta maleza sobrevivirá bajo las coberturas foliares de la mayoría de los cultivos.

### **Curso corto sobre el control de malezas**

A mediados de 1975, se dictó un curso intensivo sobre control de malezas, el cual tuvo una duración de un mes y fue financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), el Centro Internacional para la Protección de Plantas del Estado de Oregon (IPPC) y el CIAT. Para participar en el curso se seleccionaron 31 agrónomos de 12 países latinoamericanos, quienes tenían responsabilidades de investigación en control de malezas, pero su experiencia era limitada. El objetivo primordial del curso fue proporcionar a los participantes toda la experiencia práctica posible y ofrecerles información actualizada sobre control de malezas.

Los participantes fueron divididos en seis equipos para facilitar las prácticas de campo y la realización de proyectos de investigación a corto plazo así como también para estimular la competencia entre grupos. Desde todo punto de vista, el curso fue un éxito. Los participantes aumentaron sus puntajes de prueba en un 31 por ciento del examen inicial al final y durante la última evaluación consideraron el curso excelente en todos sus aspectos. Además de una mayor capacitación adquirida por los asistentes al curso, el CIAT estableció contactos internacionales valiosos para una colaboración futura.

## **OPERACIONES DE LA ESTACION EXPERIMENTAL**

Las principales actividades que en 1975 cumplió el personal de esta unidad, en la sede del CIAT, fueron las siguientes:

- Se atendieron las necesidades de los programas de investigación del CIAT, en relación con la preparación y mantenimiento de las áreas experimentales y del programa de adiestramiento en producción de cultivo.

- Se adecuaron (mediante nivelación y lixiviación) nuevos lotes de tierra para la investigación, en una extensión aproximada de 16 hectáreas.

- Se atendieron los problemas relacionados con el manejo de la Estación Experimental.

- Se adiestraron tres ingenieros agrónomos, procedentes de América Central y de Venezuela, en técnicas de planeación, desarrollo y operación de estaciones experimentales.

- Se dictó un cursillo de adiestramiento sobre preparación y nivelación de tierra bajo agua, a tres funcionarios del Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria de Colombia (INCORA) y a un funcionario de la misión de CARE en Colombia.

- Se regaron 432 hectáreas cultivadas, las cuales fueron asignadas a los programas de investigación del CIAT.

- Se prepararon 597 hectáreas para siembras experimentales, programas de adiestramiento y producción comercial.

- Se hizo el diseño y se construyeron 1.840 metros lineales de canales, los cuales fueron revestidos con una mezcla de tierra

y cemento (8:1); el área total de revestimiento fue de 8.509 m<sup>2</sup>. Se construyeron 41 transiciones y 9 cajas en concreto para incorporarlas al sistema de riego del CIAT.

- Se hizo el mantenimiento de 37 kilómetros de vía, 35 de canales de drenaje y 39 de canales de riego.

- Se removieron 6 kilómetros de cerco y se hizo el mantenimiento de 31.

- Se establecieron cultivos comerciales de maíz, sorgo, frijol y yuca, en las áreas no utilizadas por los programas de investigación y adiestramiento.

- Se inició un proyecto de Producción Continua de Arroz, sembrando, aproximadamente, cuatro hectáreas por semana, en cooperación con los programas de Adiestramiento y de Sistemas de Producción de Arroz.

#### PUBLICACIONES\*

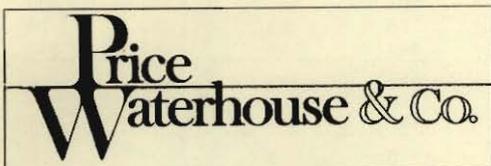
JOHNSON, L. Experimental station development training. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 32p.

Trabajo presentado ante la Conferencia de Educación Agrícola, 2a., Fundación Rockefeller, Bellagio, Italia, 1975.

\* Esta lista incluye únicamente artículos que no han sido publicados dentro de las series del CIAT.



# Administración y finanzas



APARTADO AEREO 180 - CALI, COLOMBIA

Abril 17, 1976

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, 1975 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, comparación de presupuesto aprobado y los desembolsos reales y fechas de recibo de donaciones por el año terminado en Diciembre 31, 1975, que se acompañan como información suplementaria y, en nuestra opinión, estos estados presentan fidedignamente la información mostrada en ellos.

*Price Waterhouse & Co.*

## CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

## BALANCE GENERAL

(Expresado en miles de dólares estadounidenses - Nota 2)

|  | Diciembre 31 |       |       |       |
|--|--------------|-------|-------|-------|
|  | 1975         | 1974  | 1973  | 1972  |
| <b>ACTIVO (NOTA 3)</b>                     |              |       |       |       |
| <b>ACTIVO CORRIENTE: —</b>                 |              |       |       |       |
| Caja                                       | 1,152        | 623   | 139   | 272   |
| Cuentas por recibir:                       |              |       |       |       |
| Donantes (Nota 4)                          | 607          | 531   | 497   | 499   |
| Empleados                                  | 66           | 85    | 69    | 73    |
| Otros                                      | 311          | 718   | 289   | 287   |
|  | 984          | 1,334 | 855   | 859   |
| Inventarios (Nota 1)                       | 250          | 199   | 100   | 54    |
| Gastos pagados por anticipado              | 5            | 8     | 5     | 17    |
| Total del activo corriente                 | 2,391        | 2,164 | 1,099 | 1,202 |
| <b>ACTIVOS FIJOS (Nota 1):</b>             |              |       |       |       |
| Equipos                                    | 1,721        | 1,346 | 802   | 758   |
| Vehículos                                  | 593          | 568   | 305   | 314   |
| Vehículos (reemplazos) en tránsito         | 330          |       |       |       |
| Muebles, enseres y equipo de oficina       | 930          | 901   | 378   | 369   |
| Edificios                                  | 4,495        | 4,429 | 3,950 | 2,359 |
| Otros                                      | 46           | 103   | 925   | 64    |
| Total de activos fijos                     | 8,115        | 7,347 | 6,360 | 3,864 |
| Total del activo                           | 10,506       | 9,511 | 7,459 | 5,066 |
| <b>PASIVO Y SALDOS DE FONDOS</b>           |              |       |       |       |
| <b>PASIVO CORRIENTE:</b>                   |              |       |       |       |
| Sobregiros bancarios                       | 14           | 317   | 137   | 7     |
| Cuentas por pagar                          | 758          | 286   | 351   | 181   |
| Por pagar a donantes                       |              |       | 25    | 25    |
| Otros                                      |              | 385   | 127   | 100   |
| Total del pasivo corriente                 | 772          | 988   | 640   | 313   |
| <b>DONACIONES RECIBIDAS POR ANTICIPADO</b> | 250          | 115   | 117   |       |
| <b>SALDOS DE FONDOS:—</b>                  |              |       |       |       |
| Invertido en activos fijos                 | 8,115        | 7,347 | 6,360 | 3,864 |
| Fondos sin desembolsar (déficit):          |              |       |       |       |
| Programas básicos -                        |              |       |       |       |
| Sin restricción                            | 303          | 32    | ( 37) | ( 12) |
| Donación para fondo de trabajo             | 600          | 100   | 100   |       |
| Donaciones de capital                      | 185          | 628   | 175   | 891   |
| Proyectos especiales -                     |              |       |       |       |
| Donantes                                   | 340          | 301   | 144   | 35    |
| Otro                                       | ( 59)        |       | ( 40) | ( 25) |
|  | 1,369        | 1,061 | 342   | 889   |
| Total saldos de fondos                     | 9,484        | 8,408 | 6,702 | 4,753 |
| Total del pasivo y saldos de fondos        | 10,506       | 9,511 | 7,459 | 5,066 |

Las notas en las páginas G-46 y G-47 son parte integral de los estados financieros.

**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<br>Diciembre 31 |              |               |              |
|---|----------------------------------|--------------|---------------|--------------|
|   | 1975                             | 1974         | 1973          | 1972         |
| <b>Ingresos: —</b>  |                                  |              |               |              |
| Programas básicos:  |                                  |              |               |              |
| Donaciones de operación                                     |                                  |              |               |              |
| Sin restricción   | 4,180                            | 3,475        | 2,672         | 2,286        |
| Restringidos  | 1,090                            | 1,030        | 790           | 433          |
| Donación para fondo de trabajo                              | 500                              |              | 100           |              |
| Donaciones de capital                                       | 257                              | 1,365        | 1,779         | 1,614        |
| <b>Total programas básicos</b>                              | <b>6,027</b>                     | <b>5,870</b> | <b>5,341</b>  | <b>4,333</b> |
| Proyectos especiales - donaciones                           | 593                              | 631          | 404           | 98           |
| Ingresos devengados   | 339                              | 310          | 168           | 98           |
| <b>Total ingresos</b>                                       | <b>6,959</b>                     | <b>6,811</b> | <b>5,913</b>  | <b>4,529</b> |
| <b>Egresos: —</b>   |                                  |              |               |              |
| Programas básicos:  |                                  |              |               |              |
| Investigación directa -                                     |                                  |              |               |              |
| Ganado de carne   | 813                              | 724          | 661           | 417          |
| Porcinos  | 211                              | 230          | 202           | 177          |
| Yuca  | 413                              | 399          | 330           | 309          |
| Frijol  | 517                              | 374          | 262           | 114          |
| Arroz   | 201                              | 133          | 135           | 240          |
| Maíz  | 78                               | 83           | 121           | 150          |
| Sistemas para pequeños agricultores                         | 160                              | 185          | 36            | 110          |
| <b>Total investigación</b>                                  | <b>2,393</b>                     | <b>2,128</b> | <b>1,747</b>  | <b>1,517</b> |
| Investigación - operaciones auxiliares                      | 328                              | 342          | 230           | 45           |
| <b>Total investigación</b>                                  | <b>2,721</b>                     | <b>2,470</b> | <b>1,977</b>  | <b>1,562</b> |
| Adiestramiento y conferencias                               | 527                              | 520          | 518           | 371          |
| Biblioteca y servicios de información                       | 438                              | 276          | 139           | 77           |
| Gastos de administración                                    | 598                              | 559          | 340           | 314          |
| Gastos generales de operación                               | 986                              | 678          | 656           | 567          |
| <b>Total programas básicos</b>                              | <b>5,270</b>                     | <b>4,503</b> | <b>3,630</b>  | <b>2,891</b> |
| Proyectos especiales  | 613                              | 602          | 305           | 166          |
| Adquisición de activos fijos                                | 768                              | 987          | 2,496         | 1,426        |
| <b>Total egresos</b>  | <b>6,651</b>                     | <b>6,092</b> | <b>6,431</b>  | <b>4,483</b> |
| Exceso de ingresos sobre egresos:                           |                                  |              |               |              |
| Fondos sin restricción                                      | 271                              | 69           |               | ( 89)        |
| Donación para fondo de trabajo                              | 500                              |              | 100           |              |
| Donaciones de capital                                       | ( 443)                           | 453          | ( 717)        | 188          |
| Proyectos especiales  | ( 20)                            | 197          | 99            | ( 53)        |
| <b>Total</b>  | <b>308</b>                       | <b>719</b>   | <b>( 518)</b> | <b>46</b>    |
| Fondos sin desembolsar al principio del año                 | 1,061                            | 342          | 889           | 843          |
| Donaciones por cobrar de años anteriores canceladas         |                                  |              | ( 29)         |              |
| Fondos sin desembolsar al fin del año (ver balance general) | <b>1,369</b>                     | <b>1,061</b> | <b>342</b>    | <b>889</b>   |

Las notas en las páginas G-46 y G-47 son parte integral de los estados financieros.

**CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)**  
**NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS**

**NOTA 1 - PROCEDIMIENTOS CONTABLES**

Los siguientes procedimientos y prácticas contables significativos de 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.

**Activos fijos —**

Los activos fijos están registrados al costo.

**Depreciación —**

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

**NOTA 2 - TRANSACCIONES EN MONEDA EXTRANJERA**

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

|   | <u>P/\$1</u> | Tasa de cambio a<br>fin de año                                       |
|---|--------------|--|
| Saldos en pesos incluídos en activos corrientes y pasivos corrientes        | 32.96        |  |
| Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos | 31.02        | Promedio mensual de<br>tasa de cambio resultante de venta de dólares |

**NOTA 3 - OPERACIONES**

CIAT opera bajo un acuerdo firmado con 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 de 1967, pero puede ser prorrogada si así lo deciden las partes contratantes.
2. 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 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. CIAT está exenta de todo impuesto colombiano.
5. 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 a CIAT un terreno para sus operaciones, bajo un contrato de arrendamiento a 10 años, con un alquiler nominal, prorrogable de común acuerdo.

#### NOTA 4 - CUENTAS POR RECIBIR DE DONANTES

Las cuentas por recibir de donantes a Diciembre 31, 1975 fueron como sigue:

|  | <u>\$ 000</u>     |
|--|-------------------|
| Agency for International Development - Saldo de donación de 1975 (sin restricción) | <u>349</u>        |
| The Rockefeller Foundation:  |                   |
| Saldos de donaciones de capital  | 160               |
| Proyectos especiales   | <u>12</u>         |
|  | <u>172</u>        |
| United States Agency for International Development:                                |                   |
| Proyectos especiales   | <u>30</u>         |
| International Development Research Centre (Canada):                                |                   |
| Proyectos especiales   | <u>23</u>         |
| Otros  | <u>33</u>         |
|  | <u><u>607</u></u> |

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)  
 INFORMACION SUPLEMENTARIA  
 ANALISIS DE DONACIONES Y LOS DESEMBOLSOS CORRESPONDIENTES  
 POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1975  
 (Expresado en miles de dólares estadounidenses)

|  | Desembolsos                       |                  |                             |  |  |                     | % de biblioteca,<br>administración y<br>gastos generales<br>a investigación<br>y adiestramiento | Traslado a<br>fondos sin<br>desembolsar |
|--|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|--|--|---------------------|---|---|
|  | Total<br>de fondos<br>disponibles | Activos<br>fijos | Total<br>inves-<br>tigación | Adiestra-<br>miento<br>y confe-<br>rencias | Biblioteca<br>y servi-<br>cios de<br>información | Adminis-<br>tración |   |   |
| Programas básicos sin restricción:                       |                                   |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| The Ford Foundation                                      | 625                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| The Rockefeller Foundation                               | 600                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| United States Agency for<br>International Development    | 1,230                             |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Banco Interamericano de Desa-<br>rrollo                  | 1,645                             |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| United Nations Environment<br>Program                    | 70                                |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| World Rock Phosphate Institute                           | 10                                |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Saldo al principio del año                               | 32                                |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Ingresos devengados en el año                            | 271                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Total programas básicos sin<br>restricción               | 4,483                             |                  | 2,305                       | 267  | 351  | 478                 | 779   | 63                                      |
| Programas básicos restringidos:                          |                                   |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| The W. K. Kellogg Foundation                             | 290                               |                  |                             | 180  | 23   | 32                  | 55  | 61                                      |
| Canadian International Develop-<br>ment Agency           | 800                               |                  | 416                         | 80   | 64   | 88                  | 152   | 61                                      |
| Total programas básicos<br>restringidos                  | 1,090                             |                  | 416                         | 260  | 87   | 120                 | 207   | 61                                      |
| Donaciones para fondo de trabajo<br>(programas básicos): |                                   |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Gobierno de Holanda                                      | 175                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Gobierno de Suiza  | 115                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Gobierno de la República Fe-<br>deral de Alemania        | 210                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Saldo al principio del año                               | 100                               |                  |                             |  |  |                     |   |   |
| Total fondo de trabajo                                   | 600                               |                  |                             |  |  |                     |   | 600                                     |

|  | Desembolsos                       |                  |                             |  |  |                     |                          | Traslado a<br>fondos sin<br>desembolsar |
|--|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|--|--|---------------------|--------------------------|---|
|  | Total<br>de fondos<br>disponibles | Activos<br>fijos | Total<br>inves-<br>tigación | Adiestra-<br>miento<br>y confe-<br>rencias | Biblioteca<br>y servi-<br>cios de<br>información | Adminis-<br>tración | Gastos<br>gene-<br>rales |   |
| <b>Donaciones de capital:</b>                      |                                   |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| Gobierno de la República Federal de Alemania       | 134                               |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| United Kingdom - Ministry of Overseas Development  | 23                                |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| Banco Interamericano de Desarrollo                 | 100                               |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| Saldo al principio del año                         | 628                               |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| Ingresos devengados en el año                      | 68                                |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| <b>Total donaciones de capital</b>                 | <b>953</b>                        | <b>768</b>       |                             |  |  |                     |                          | <b>185</b>                              |
| <b>Proyectos especiales (1):</b>                   |                                   |                  |                             |  |  |                     |                          |   |
| The Ford Foundation                                | 97                                |                  | 17                          |  | 17   |                     |                          | 100                                     |
| The Rockefeller Foundation                         | 185                               |                  | 54                          | 39   |  | 5                   | 7                        | 13                                      |
| United States Agency for International Development | 30                                |                  |                             | 30   |  |                     |                          |   |
| Banco Interamericano de Desarrollo                 | 186                               |                  | 43                          | 134  | 6  | 24                  | 38                       | 38                                      |
| United Kingdom - Ministry of Overseas Development  | 126                               |                  | 41                          |  |  | 4                   | 7                        | 27                                      |
| International Development research Centre (Canada) | 123                               |                  | 67                          |  | 13   | 2                   | 4                        | 28                                      |
| International Board for Plant Genetic Resources    | 50                                |                  | 11                          |  |  |                     |                          |   |
| International Fertilizer Development Center        | 15                                |                  | 4                           |  |  |                     |                          |   |
| International Minerals & Chemical Corporation      | 25                                |                  | 3                           |  |  |                     | 1                        | 33                                      |
| Otros  | 56                                |                  |                             | 41   |  |                     |                          |   |
| <b>Total proyectos especiales</b>                  | <b>893</b>                        |                  | <b>240</b>                  | <b>244</b>                                 | <b>36</b>  | <b>35</b>           | <b>57</b>                | <b>26</b>                               |
| <b>Total donaciones y gastos</b>                   | <b>8,019</b>                      | <b>768</b>       | <b>2,961</b>                | <b>771</b>                                 | <b>474</b>                                       | <b>633</b>          | <b>1,043</b>             | <b>1,369</b>                            |

(1) Incluye saldos al principio del año de \$300,000.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)  
INFORMACION SUPLEMENTARIA  
ESTADO DE INGRESOS DEVENGADOS  
POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1975  
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

## Origen de ingresos:

|  |            |
|--|------------|
| Intereses sobre depósitos exigibles      | 97         |
| Venta de productos agrícolas y servicios | 103        |
| Uso de las instalaciones de CIAT         | 139        |
|  | <u>339</u> |

## Asignado a:

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Programas básicos | 271        |
| Capital           | <u>68</u>  |
|                   | <u>339</u> |

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)  
 INFORMACION SUPLEMENTARIA  
 COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS REALES  
 POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1975  
 (Expresado en miles de dólares estadounidenses)

|  | Programas básicos sin restricción |              | Programas básicos restringidos |              | Capital               |            |
|--|-----------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|-----------------------|------------|
|  | Presupuesto aprobado*             | Real         | Presupuesto aprobado*          | Real         | Presupuesto aprobado* | Real       |
| <b>Programas</b>                       |                                   |              |                                |              |                       |            |
| Investigación:                         |                                   |              |                                |              |                       |            |
| Ganado de carne                        | 836                               | 813          |                                |              |                       |            |
| Porcinos                               | 122                               | 92           | 140                            | 119          |                       |            |
| Yuca                                   | 206                               | 164          | 236                            | 249          |                       |            |
| Frijol                                 | 512                               | 517          |                                |              |                       |            |
| Arroz                                  | 223                               | 201          |                                |              |                       |            |
| Maíz                                   | 90                                | 78           |                                |              |                       |            |
| Sistemas para pequeños agricultores    | 175                               | 160          |                                |              |                       |            |
| Investigación - Operaciones auxiliares | 298                               | 280          | 48                             | 48           |                       |            |
| Adiestramiento y conferencias          | 311                               | 267          | 274                            | 260          |                       |            |
| Biblioteca y servicios de información  | 347                               | 351          | 87                             | 87           |                       |            |
| Gastos de administración               | 475                               | 478          | 120                            | 120          |                       |            |
| Gastos generales de operación          | 768                               | 779          | 185                            | 207          |                       |            |
| <b>Total</b>                           | <b>4,363</b>                      | <b>4,180</b> | <b>1,090</b>                   | <b>1,090</b> |                       |            |
| <b>Capital</b>                         |                                   |              |                                |              |                       |            |
| Activos fijos                          |                                   |              |                                |              | 953                   | 768        |
| <b>Total</b>                           |                                   |              |                                |              | <b>953</b>            | <b>768</b> |
| <b>Análisis de variaciones</b>         |                                   |              |                                |              |                       |            |
| Sobrantes presupuestales:              |                                   |              |                                |              |                       |            |
| Traslado a fondos sin desembolsar      |                                   | 183          |                                |              |                       | 185        |
| <b>Total</b>                           |                                   | <b>183</b>   |                                |              |                       | <b>185</b> |

\* Presupuesto revisado, aprobado por la Junta Directiva.

## CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

## INFORMACION SUPLEMENTARIA

## FECHAS DE RECIBO DE DONACIONES

POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1975

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

|  | Por recibir al princ. del año | 1975 recdo. por anticipado | 1975 |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     | Por recibir al fin del año | 1976 recdo. por anticipado | 1975 donaciones netas |
|--|-------------------------------|----------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
|  |                               |                            | Ene  | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept  | Oct | Nov | Dic |                            |                            |                       |
| <b>Programas básicos sin restricción:</b>          |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            |                       |
| The Ford Foundation                                |                               | .                          |      | 157 |     | 52  | 52  | 52  | 52  | 52  | 52    | 52  | 52  | 52  | 52                         | 52                         | 625                   |
| The Rockefeller Foundation                         |                               |                            | 305  | 18  | 18  | 28  | 31  | 19  | 16  | 21  | 9     | 17  | 104 | 14  |                            |                            | 600                   |
| United States Agency for International Development |                               |                            |      |     |     |     | 500 |     | 500 |     |       | 230 |     |     |                            |                            | 1,230                 |
| Banco Interamericano de Desarrollo                 |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     | 947   |     | 349 |     | 349                        |                            | 1,645                 |
| United Nations Environment Program                 |                               |                            |      |     |     |     | 70  |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            | 70                    |
| International Development Association              |                               |                            |      |     | 110 |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            | (110)                 |
| World Rock Phosphate Institute                     |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     | 10  |       |     |     |     |                            |                            | 10                    |
|  |                               |                            | 305  | 175 | 128 | 80  | 653 | 71  | 568 | 83  | 1,008 | 299 | 505 | 66  | 349                        | (110)                      | 4,180                 |
| <b>Programas básicos restringidos:</b>             |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            |                       |
| The W.K. Kellogg Foundation                        |                               |                            |      |     |     |     | 290 |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            | 290                   |
| Canadian International Development Agency          |                               |                            |      |     | 420 |     |     |     |     | 380 |       |     |     |     |                            |                            | 800                   |
|  |                               |                            |      |     | 420 |     | 290 |     |     | 380 |       |     |     |     |                            |                            | 1,090                 |
| <b>Donaciones de capital:</b>                      |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                            |                            |                       |
| The Rockefeller Foundation                         | (160)                         |                            |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     | 160                        |                            |                       |
| Gobierno de Holanda                                |                               |                            |      |     |     |     |     |     | 175 |     |       |     |     |     |                            |                            | 175                   |
| Gobierno de Suiza                                  |                               | 115                        |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     | 140 |     | (140)                      |                            | 115                   |
| Gobierno de la República Federal de Alemania       |                               |                            | 64   |     |     | 126 |     |     |     | 116 |       | 38  |     |     |                            |                            | 344                   |
| United Kingdom - Ministry of Overseas Development  |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     | 23  |                            |                            | 23                    |
| Interamerican Development Bank                     |                               |                            |      |     |     |     |     |     |     |     | 100   |     |     |     |                            |                            | 100                   |
|  | (160)                         | 115                        | 64   |     | 126 |     |     |     | 175 | 116 | 100   | 38  |     | 163 | 160                        | (140)                      | 757                   |

## ANEXO 4 (Cont.)

|   | Por<br>recibir<br>al<br>princ.<br>del año | 1975<br>recco.<br>por<br>anti-<br>cipado | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept  | Oct | Nov | Dic | Por<br>recibir<br>al fin<br>del año | 1976<br>recco.<br>por<br>anti-<br>cipado | 1975<br>dona-<br>ciones<br>netas |
|---|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| Proyectos especiales:                                   |   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                                     |  |                                  |
| The Ford Foundation                                     |   |  | 25  |     |     |     |     |     |     |     | 22    |     |     |     |                                     |  | 47                               |
| The Rockefeller Foundation                              | ( 12)                                     |  |     |     |     | 20  |     |     | 22  |     |       |     | 94  |     | 12                                  |  | 136                              |
| United States Agency for<br>International Development   |   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     | 30                                  |  | 30                               |
| Banco Interamericano de De-<br>sarrollo                 |   |  |     |     | 90  |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                                     |  | 90                               |
| United Kingdom - Ministry of<br>Overseas Development    |   |  |     |     |     | 37  |     |     |     | 33  |       |     |     | 9   |                                     |  | 79                               |
| International Development Re-<br>search Centre (Canada) |   |  |     |     |     |     |     |     | 7   |     | 36    |     |     |     | 23                                  |  | 66                               |
| International Board for Plant<br>Genetic Resources      |   |  |     |     |     |     |     |     |     | 50  |       |     |     |     |                                     |  | 50                               |
| International Fertilizer Develop-<br>ment Center        |   |  |     |     |     |     |     |     |     |     |       |     | 15  |     |                                     |  | 15                               |
| International Minerals & Chemical<br>Corporation        |   |  | 25  |     |     |     |     |     |     |     |       |     |     |     |                                     |  | 25                               |
| Otros   | ( 3)                                      |  |     |     |     | 3   | 11  | 2   |     |     |       | 2   | 6   | 1   | 33                                  |  | 55                               |
|   | ( 15)                                     |  | 50  | 90  | 60  | 11  | 2   | 29  | 83  | 60  | 21    | 95  | 9   | 98  |                                     |  | 593                              |
|   | (175)                                     | 115                                      | 369 | 225 | 638 | 266 | 954 | 73  | 772 | 662 | 1,168 | 358 | 600 | 238 | 607                                 | (250)                                    | 6,620                            |

MADE IN U.S.A.

BOND

HEWLETT