PN-AAH 141

INFORME ANUAL

1977

El CIAT es una institucion sin animo de lucro, dedicada al desarrollo agricola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede principal ocupa un terreno de 522 hectareas, propiedad del gobierno de Colombia el cual, en su calidad de pais anfitrion, brinda apoyo a las actividades del CIAT. La subsede de Quilichao, situada cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tiene una extension de 184 hectáreas y es propiedad de FES (Fundacion para la Educacion Superior), la cual arrienda el terreno al CIAT. El Centro trabaja en colaboracion con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y tambien con agencias agricolas a nivel nacional en otros paises de America Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigacion Agricola Internacional (CGIAR) financian los programas del CIAT. Los donantes en 1977 fueron: La Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundacion Rockefeller, la Fundacion Ford, la Fundacion W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstruccion y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociacion Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y los gobiernos de Australia, Belgica, la Republica Federal de Alemania, Holanda, el Japon, Suiza y el Reino Unido. Ademas, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigacion para el Desarrollo del Canada (IDRC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicacion no reflejan necesariamente la posicion de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

PN-AAH-141

02S1-77
Octubre, 1978

Informe Anual
1977

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

Contenido

IX **Junta Directiva**
XI **Personal**
XVII **Prefacio**
A-1 **Programa de Ganado de Carne**
A-3 Estrategia y organización del programa
A-3 Objetivos
A-4 Estrategia
A-7 Estaciones Experimentales
A-7 Estudio del área de impacto
A-10 Recursos genéticos
A-11 Colección e introducción de germoplasma de especies forrajeras
A-11 Multiplicación inicial del germoplasma y mantenimiento
A-13 Evaluación preliminar del germoplasma
A-14 Fitomejoramiento
A-16 Agronomía de leguminosas
A-16 Establecimiento de criterios de selección
A-16 Clasificación de germoplasma de leguminosas
A-19 *Stylosanthes*
A-25 *Centrosema*
A-25 *Desmodium*
A-26 *Zornia*
A-27 Evaluación de asociaciones bajo pastoreo
A-31 Agronomía de gramíneas
A-32 Producción de semillas
A-32 Multiplicación
A-32 Tecnología de producción de semillas de leguminosas
A-34 Tecnología de producción de semilla de gramíneas
A-35 Protección de plantas
A-35 Barrenador del tallo
A-37 Parásito del barrenador del tallo
A-38 Hospedantes alternos
A-38 Gusano de los botones
A-38 Microbiología de suelos
A-39 Colección de *Rhizobium*
A-40 Selección de cepas
A-40 Descripción de las etapas I, II y IV
A-43 Experimentos en Quilichao
A-45 Experimentos en Carimagua
A-45 Recomendaciones de inoculación
A-45 Portadores de inoculantes
A-47 Caracterización de los suelos de las principales estaciones experimentales
A-49 Factores limitantes de la fertilidad de los suelos de CIAT-Quilichao
A-51 Evaluación de rocas fosfóricas
A-52 Investigaciones iniciales hechas en invernadero
A-53 Experimento de campo
A-57 Evaluación de termofosfatos
A-59 Aplicaciones de silicato y de magnesio
A-60 Roca fosfórica combinada con superfosfato triple
A-61 Nutrición mineral de plantas forrajeras
A-61 Tolerancia al aluminio
A-63 Tolerancia al bajo nivel de fósforo disponible
A-65 Desarrollo de praderas
A-67 Sistema de establecimiento de praderas con bajas densidades de siembra
A-68 Requerimientos de fertilidad para el establecimiento convencional de praderas en Carimagua
A-70 Siembra en fajas alternas de asociaciones de Leguminosa-Gramínea
A-71 Fertilización de mantenimiento de pastos establecidos
A-71 Uso de cultivos anuales como precursores de las especies forrajeras
A-71 Utilización de pastos
A-72 CIAT-Quilichao
A-72 Carimagua
A-77 Manejo animal
A-77 Sistemas de hato
A-77 Suplementación mineral
A-80 Destete precoz
A-81 Uso de pastos mejorados
A-82 Suplementación de urea y melaza
A-82 Efectos estacionales
A-83 Mortalidad de terneros
A-84 Evaluación de los sistemas de producción de ganado de carne en las regiones de sabana tropical de América Latina (Proyecto ETES)
A-86 Sistemas de manejo de hatos de cría

A-86 Hato experimental
A-88 Salud Animal
A-89 Leptospirosis
Infectividad de *Leptospira hardjo* bajo un alto estrés nutricional
A-91 Infectividad de *Leptospira hardjo* en vacas bien alimentadas bajo inoculacion artificial
A-94 Estado epidemiológico del hato de Carimagua
A-95 Evaluación del área de impacto
A-95 Interacciones Enfermedades Nutrición
A-108 Economía
A-108 Sistemas alternativos de ganado en los Llanos
A-108 Sistemas de cría
A-114 Sistemas de engorde
A-116 Aspectos económicos de la fiebre aftosa
A-119 Adiestramiento y Ensayos Regionales
A-120 Estrategia
A-120 Adiestramiento
A-121 Ensayos regionales
A-122 Conferencias
A-123 Publicaciones

B-1 Programa de Frijol
B-3 Fitomejoramiento
B-3 Proyectos básicos de mejoramiento
B-3 Selección de progenitores e hibridación
B-4 Manejo de progenies: selección en generaciones tempranas
B-4 Pruebas de progenie (Colombia)
B-4 Pruebas internacionales de progenie
B-6 Proyectos especiales
B-6 Tolerancia al añublo bacterial
B-6 Tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol
B-7 Mejoramiento por arquitectura rendimiento y adaptación del frijol (BAYAB)
B-7 Estudios de fitomejoramiento
B-7 Precocidad
B-8 Evaluación del diseño de panal
B-8 Capacidad competitiva *versus* rendimiento
B-11 Fitopatología
B-11 Enfermedades virales
B-11 Virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV)
B-13 Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV)
B-14 Vivero Internacional del Virus del Mosaico Dorado del Frijol (IBGMN)
B-14 Virus transmitidos por Crisomélidos
B-14 Virus del Mosaico Sureño del Frijol (BSMV)
B-14 Virus del Punteado Amarillo del Frijol (BYSV)
B-14 Patología de la semilla
B-15 Enfermedades fungosas
B-15 Roya (*Uromyces phaseoli*)
B-17 Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)
B-18 Pudriciones radicales
B-18 Mancha angular (*Isariopsis griseola*)
B-19 Añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*)
B-21 Ensayos de observación de enfermedades
B-22 Entomología
B-22 Loritos verdes
B-22 Selección por resistencia a *Empoasca*
B-25 Daño Económico
B-26 Cobertura del suelo
B-27 Crisomélidos
B-29 Acaros
B-30 Insectos que atacan el grano almacenado
B-31 Fisiología
B-31 Crecimiento y rendimiento de Porrillo Sintético
B-36 Crecimiento y rendimiento con relación al hábito de crecimiento
B-37 Manipulación del cultivo
B-37 Fertilización con bióxido de carbono
B-38 Fertilización con dióxido de carbono/elementos mayores
B-39 Fertilización foliar en diferentes etapas del crecimiento
B-39 Componentes de la adaptación
B-40 Selección por respuesta al fotoperiodo
B-41 Selección por tolerancia al exceso de agua en el suelo
B-43 Selección por resistencia a la deficiencia de agua
B-44 Selección por adaptación a la temperatura
B-46 Microbiología
B-46 Diferencias varietales en la fijación del nitrógeno
B-48 Efectos de la densidad sobre la fijación de nitrógeno
B-48 Efectos de la asociación maíz/frijol sobre la fijación de nitrógeno
B-53 Fertilización con fósforo y fijación de nitrógeno
B-55 Fertilidad de suelos y nutrición de la planta
B-55 Selección por tolerancia a bajos niveles de fósforo en el suelo
B-57 Requerimientos de P en frijol
B-58 Método de aplicación
B-60 Fuentes y dosis de fósforo
B-61 Método y dosis de aplicación de nitrógeno
B-62 Fertilización con elementos menores
B-63 Manejo de suelos alcalinos
B-64 Agronomía

B-64 Evaluación de frijol en monocultivo
B-64 Ensayos preliminares de rendimiento
B-64 Ensayos uniformes de rendimiento
B-67 Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN)
B-71 Asociaciones de Maíz Frijol
B-71 Respuesta a la densidad en frijol trepador
B-72 Competencia entre frijol y maíz
B-74 Interacciones genotipo x sistema
B-75 Ensayos varietales con frijol trepador
B-78 Economía
B-79 Evaluación de tecnología a nivel de finca
B-79 Honduras
B-80 Colombia (Municipio de Restrepo)
B-84 Economía de la asociación Frijol Maíz
B-86 Apéndices
B-86 Apéndice A. Lista de líneas promisorias de *Phaseolus vulgaris* en este Informe Anual
B-90 Apéndice B. Lista de accesiones de *Phaseolus vulgaris* del CIAT mencionadas en este Informe Anual.
B-92 Apéndice C. Descripción de los hábitos de crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. utilizados por el Programa de Frijol del CIAT.
B-92 Apéndice D. Descripción de los ideotipos de frijol, según las características que están en desarrollo en el Programa de Frijol del CIAT.
B-93 Publicaciones

C-1 **Programa de Yuca**
C-4 Fisiología
C-4 Efectos de la temperatura sobre el crecimiento de la yuca
C-4 Longevidad foliar
C-6 Tamaño de la hoja
C-8 Capacidad de las raíces para aceptar carbohidratos
C-10 Tasa de fotosíntesis
C-10 Índice de cosecha
C-10 Cultivos intercalados
C-10 Fechas relativas de siembra
C-12 Densidad de población de plantas
C-15 Fitopatología
C-15 Enfermedades bacterianas
C-15 Añublo bacterial de la yuca (CBB)
C-17 Agalla bacterial del tallo
C-19 Enfermedades fungosas
C-19 La enfermedad del superalargamiento
C-21 Manchas de anillos circulares (*Phoma* sp.)
C-21 Manchas foliares inducidas por *Cercospora* spp.
C-25 Otras enfermedades de la yuca
C-25 Cuero de sapo
C-26 Antracnosis
C-26 Tratamiento y almacenamiento del material de siembra
C-29 Entomología
C-29 El gusano cachón de la yuca
C-29 Daño económico
C-29 Control biológico
C-31 *Bacillus thuringiensis*
C-31 Resistencia de la planta hospedante
C-31 Acaros
C-32 Trips
C-32 Escamas
C-34 La mosca de la fruta
C-34 Piojo harinoso
C-35 Comejenes
C-37 Poblaciones de insectos en la asociación yuca frijol
C-37 Mejoramiento varietal
C-37 Ensayos replicados de rendimiento
C-37 Ensayo de primera estación en el CIAT
C-37 Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo CIAT-Palmira
C-39 Ensayo establecido en el primer ciclo de cultivo en Caribia
C-39 Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo en Caribia
C-39 Ensayo establecido en el primer ciclo de cultivo en Carimagua
C-39 Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo en Carimagua
C-42 Líneas promisorias
C-46 Agronomía
C-46 Pruebas regionales en Colombia
C-50 Pruebas regionales fuera de Colombia
C-51 Prácticas culturales
C-52 Ensayos de fertilidad a largo plazo
C-53 Ordenamiento espacial
C-53 Modificación del sistema de propagación rápida
C-53 Calidad de las yemas y posición de siembra
C-57 Selección de estacas de dos nudos
C-59 Suelos y nutrición de la planta
C-59 Selección para encontrar tolerancia al aluminio en soluciones nutritivas
C-59 Selección de campo para encontrar tolerancia a la acidez del suelo
C-61 Selección de campo para encontrar tolerancia a bajos niveles de fósforo
C-63 Selección de campo para encontrar tolerancia a los bajos niveles de potasio
C-64 Dosis y época de aplicación del potasio
C-65 Efectos residuales de las rocas fosfóricas
C-66 Interacciones potasio x nitrógeno
C-67 Fertilización con zinc
C-68 Fertilización con estiércol de bovinos
C-69 Almacenamiento de la yuca

C-69 Poda
C-73 Almacenamiento en bolsas
C-73 Cooperación Internacional

D-1 **Unidad de Producción de Arroz**
D-1 Cooperación Internacional
D-1 Primer Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina (VIRAL-76)
D-3 Viveros procedentes del IRRI
D-3 Segunda conferencia sobre el programa de pruebas internacionales de arroz para América Latina (IRTP)
D-7 Distribución de variedades y líneas promisorias
D-10 Fitomejoramiento
D-10 Precocidad
D-10 Resistencia a las plagas y enfermedades
D-10 Resistencia al añublo del arroz
D-11 Tolerancia al añublo de la vaina del arroz
D-12 Resistencia al añublo bacterial
D-12 Identificación de genes por resistencia al sogata
D-12 Evaluación de materiales promisorios
D-12 Líneas avanzadas y poblaciones segregantes de Sri-Lanka
D-13 Evaluación de introducciones
D-15 Daño mecánico en arroz de riego
D-15 Adiestramiento
D-15 Cursos de producción de arroz
D-16 Cursos intensivos
D-17 Adopción de tecnología de arroz

E-1 **Unidad de Producción Porcina**
E-2 Cooperación Internacional
E-2 Adiestramiento
E-2 Curso de posgrado en producción porcina
E-2 Otras actividades de adiestramiento
E-3 Asistencia a Programas Nacionales
E-3 Bolivia
E-4 Colombia
E-4 Costa Rica
E-4 Ecuador
E-5 Perú
E-6 Otros países
E-6 Taller de trabajo sobre producción porcina en América Latina
E-7 Investigación
E-7 Evaluación de productos energéticos para la alimentación porcina
E-7 Pulduras de arroz
E-8 Productos de yuca
E-11 Producción de proteína unicelular
E-14 Ensayos de alimentación
E-15 Publicaciones

F-1 **Unidad de Recursos Genéticos**
F-1 Instalaciones de la unidad
F-2 Almacenamiento de semilla
F-2 Actividades relacionadas con el germoplasma de *Phaseolus*
F-3 Clasificación y multiplicación de semilla
F-3 Evaluación de *Phaseolus vulgaris*
F-3 Distribución del germoplasma de *Phaseolus*
F-3 Actividades adicionales complementarias
F-3 Sistemas de manejo de datos
F-4 Análisis de conglomerados (traducción del término inglés "cluster analysis") para la caracterización del germoplasma
F-4 Cultivo de tejidos meristemáticos
F-4 Quimiotaxonomía basada en las isoenzimas de los tejidos
F-5 Cooperación Internacional

F-6 **Unidad de Estudios Especiales**
F-6 Cultivos perennes de cobertura
F-6 Asociaciones de maní perenne maíz
F-8 Asociaciones de maní perenne yuca
F-8 Asociaciones de *Leucaena* fríjol
F-10 Cultivos sin labranza
F-10 Maíz
F-10 Fríjol
F-11 Evaluación de germoplasma
F-11 Caupí, fríjol mungo, soya,
F-11 sorgo y millo

F-15 **Unidad de Hemo y Ectoparásitos**
F-15 Enfermedades hemoparasitarias
F-15 Metodologías de diagnóstico
F-15 Modificación de la PIAF para el diagnóstico de la anaplasmosis
F-15 Microtecnia para la prueba de fijación de complemento
F-16 Ensayo serológico de muestras de suero
F-17 Epizootiología
F-18 Sistemas de control de las enfermedades hemoparasitarias
F-18 Proyecto del Valle del Cauca
F-20 Sistemas meno y bivalentes de vacunación contra la babesiosis bovina
F-20 Acarología

G-1 **Unidad de Biometría**
G-1 Colaboración con los programas de investigación
G-1 Programa de Fríjol
G-1 Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol
G-2 Sistema de Información de Fitomejoramiento de Fríjol (SIFFRI)
G-3 Evaluación del diseño de anillos hexagonales
G-4 Eficiencia y precisión del diseño en látices bajo distinto número de repeticiones y tamaño de parcela en ensayos de rendimiento de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

G-6 Estudios de efectos de bordes en ensayos de rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
G-7 Estudios de la heterogeneidad del suelo, del tamaño y forma de la parcela y del número de repeticiones óptimas en ensayos de uniformidad de frijol
G-8 Proyectos diversos
G-9 Programa de Ganado de Carne
G-9 Proyecto cooperativo ICA-CIAT "Sistema de Hatos-Carimagua"
G-9 Prueba de perfiles metabólicos
G-9 Otros proyectos
G-10 Banco de *Rhizobium* del CIAT
G-10 Programa de Yuca
G-10 Metodología para determinar la adaptibilidad de variedades de yuca
G-10 Metodología estadística
G-11 Resultados y discusión
G-12 Cuantificación de la influencia de las variables climáticas y del suelo sobre el rendimiento de yuca
G-13 Adiestramiento y Conferencias

G-15 **Operaciones de las Estaciones Experimentales**
G-15 CIAT-Palmira
G-15 Apoyo a los programas de investigación
G-15 Nuevas facilidades
G-15 Producción de cultivos
G-16 Servicio de asignación de mano de obra
G-16 Adiestramiento
G-16 Desarrollo de equipo nuevo
G-16 CIAT-Quilichao

G-17 Climatología
G-19 Localidades seleccionadas en las cuales el CIAT hace investigación
G-19 Palmira
G-19 Carimagua
G-19 Quilichao
G-19 Popayán
G-24 Trabajos futuros

H-1 **Cooperación Internacional**
H-1 Organización Internacional
H-2 Relaciones con las Instituciones Nacionales
H-3 Relaciones con Instituciones Internacionales
H-3 Financiación externa adicional y apoyo a los proyectos
H-3 Personal asignado en el exterior

H-5 **Adiestramiento y Conferencias**
H-5 Adiestramiento
H-5 Objetivos del adiestramiento
H-6 Principios del adiestramiento en el CIAT
H-6 Adiestramiento a nivel de posgrado
H-6 "Masa crítica"
H-6 Aprender sobre la marcha
H-6 Adiestramiento en habilidades específicas
H-6 Orientación por productos agropecuarios individuales
H-7 Relación adiestramiento/investigación
H-7 Adiestramiento en 1977
H-7 Adiestramiento en investigación
H-7 Científicos Posdoctorales
H-9 Asociados en Investigación Visitantes
H-9 Becarios para Estudio
H-9 Internos Posgraduados en Investigación
H-20 Adiestramiento en Producción
H-20 Curso de Producción de Ganado de Carne
H-20 Curso de Producción de Frijol
H-21 Curso de Producción de Arroz
H-21 Curso de Producción Porcina
H-21 Curso de Producción de Semilla
H-21 Adiestramiento en Operaciones de las Estaciones Experimentales
H-21 Adiestramiento en Documentación
H-22 Procedencia de los participantes en el adiestramiento
H-22 Financiación del Programa de Adiestramiento
H-22 Adiestramiento dentro de cada país
H-22 Guatemala
H-22 República Dominicana
H-23 Materiales de adiestramiento
H-23 Conferencias
H-23 Eventos de intercambio científico
H-23 Eventos de organización interna
H-26 Eventos de comunicación interna
H-26 Eventos no patrocinados por el CIAT

H-27 **Unidad Regional de Maíz CIMMYT/-CIAT**
H-27 Actividades de Cooperación Internacional
H-27 Evaluación de materiales
H-28 Adiestramiento
H-29 Actividades en el CIAT
H-29 Ensayos varietales
H-30 Materiales de maíz Opaco-2
H-31 Materiales con el gene Braquítico-2
H-31 Selección por precocidad
H-31 Resistencia a *Spodoptera frugiperda*
H-31 Resistencia a la cenicilla vellosa *sclerospora gorghi*
H-31 Selección para encontrar adaptación a suelos de mala calidad
H-31 Asociaciones Maíz/Caña de Azúcar

H-33 **Biblioteca y Servicios de Información**
H-33 Centro de Documentación
H-33 Servicios

H-33 Tarjetas de resúmenes
H-34 Fotocopias
H-34 Volúmenes anuales cumulativos de resúmenes
H-34 Búsquedas especializadas
H-34 Boletines Informativos
H-34 Monografías y Manuales
H-34 Páginas de Contenido
H-35 Tesauros
H-35 Directorio de personas que trabajan en yuca
H-35 Adiestramiento
H-35 Oficina de Información Pública
H-36 Servicios de Información
H-36 Publicaciones del CIAT

H-39 **ICTA-Guatemala**
H-39 Apoyo del personal
H-39 Adiestramiento

I-1 **Administración y Finanzas**

Junta Directiva

(al 31 de Diciembre, 1977)

Luis B. Crouch *(Presidente)*
Apartado 77-2
Santo Domingo, República Dominicana

John A. Pino *(Vicepresidente)*
Director of Agriculture
The Rockefeller Foundation
1133 Ave. of the Americas
New York, N. Y. 10036, U.S.A.

Emilio Aljure N.
Rector
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, D.E., Colombia

Paulo de T. Alvim
Director
Centro de Pesquisas do Cacau-CEPLAC
Caixa Postal 7
Itabuna, B.A., Brasil

Almiro Blumenschein
Director Ejecutivo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA)
Palacio do Desenvolvimento
Edificio Venancio, 2000 - Sala 904
9o. Andar, Caixa Postal 1316
70.000 Brasilia, D.F., Brasil

Norman Collins
Program Adviser in Agriculture
The Ford Foundation
55 Lody Estate
New Delhi, India 100003

Mathew Dagg
The Ford Foundation
New Delhi, India 100003

Josué Franco Mendoza
Director General
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D.E., Colombia

Alvaro Gómez Hurtado
Abogado y Director del periódico "El Siglo"
Calle 37 No. 15-52
Bogotá, D.E., Colombia

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

Mario Martínez Gutiérrez
Director General
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)
Edificio "El Cortez"
5a. Ave. No. 12-31
Guatemala, C.A., Guatemala

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

Luis Paz Silva
Luis F. Villarán 383, San Isidro
Lima, Perú

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

Howard Steppler
Agronomy Department
MacDonald College
Quebec, Canadá

Werner Treitz
Federal Ministry of Economic Cooperation
Friedrich-Ebert-Allee 114-116
53 Bonn 12, Den.,
República Federal de Alemania

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

Personal

(al 31 de diciembre, 1977)

DIRECTORES DEL CIAT

Científicos Principales
John L. Nickel, *PhD, Director General*
Alexander Grobman, *PhD, Director General Asociado, Cooperación Internacional*
Kenneth O. Rachie, *PhD, Director General Asociado, Investigación*

Personal Asociado
Cecilia Acosta, *Asistente Administrativa*

ADMINISTRACION

Oficina de la División Administrativa

Científico Principal
Jesús Antonio Cuéllar, *MBA Administrador Ejecutivo*

Personal Asociado
Hernán Villa J., *BS, Asistente Administrativo*

Oficina en Bogotá
Ricardo Castañeda, *Asistente Administrativo*

Estación en Carimagua
Fernando Bernal, *MS, Superintendente*

Alimentos y Vivienda
Eduardo Fonseca, *Jefe*

Recursos Humanos
Carlos R. Viana, *BS, Jefe*
Edgar Echeverri, *Abogado, Oficina de Personal*

Servicios de Mantenimiento
Alessandro Ferrari, *Superintendente*
Mario Cadena, *Asistente del superintendente (Talleres de Electricidad)*
Marvin Hennan, *Asistente del superintendente (Parque automotor)*
Francisco Jaramillo, *Ing. Mec., Asistente del superintendente (Talleres mecánicos)*

Suministros
Fernando Posada, *BS, Jefe*
*Edgar Castillo, *BS, Jefe*
Percy De Castro, *Asistente Administrativo*
Marino López, *Asistente Administrativo*
Diego Mejía, *Asistente Administrativo*
*Rubén Trujillo, *BS, Asistente Administrativo*

Oficina del Contralor

Científico Principal
Andrew V. Urquhart, *FCA, Contralor*

Personal Asociado
Joffre A. Guerrero, *Contralor asistente*
Yolanda Fernández, *Contabilista*
Mauricio Lozano, *MBA, Administrador asociado*
César Moreno, *Cajero*
Hernando Navia, *Auditor interno*

PROGRAMA DE PRODUCCION DE GANADO DE CARNE

Científicos Principales
Pedro A. Sánchez, *PhD, Edafólogo* (Coordinador)
Rainer Schultze-Kraft, *PhD, Agrónomo, Recursos Genéticos*
Kenneth D. Sayre, *PhD, Fitomejorador leguminosas*
Bela Grof, *PhD, Agrónomo de leguminosas*
C. Allan Jones, *PhD, Agrónomo de gramíneas*
John E. Ferguson, *PhD, Agrónomo, Producción de semillas*
Jake Halliday, *PhD, Microbiología de suelos*
Luis Alfredo León, *PhD, Química de suelos (Proyecto Fósforo del IFDC)*
William Fenster, *PhD, Especialista en fertilidad de suelos (Proyecto Fósforo del IFDC)*
James M. Spain, *PhD, Edafólogo, Desarrollo de praderas (con sede en Carimagua, Colombia)*

* Se retiró en 1977

Walter J. Couto, *PhD, Edafólogo, Desarrollo de praderas (con sede en Brasil)*
Osvaldo Paladines, *PhD, Zootecnista, Nutrición*
Ingo Kleinheisterkamp, *PhD, Zootecnista, Manejo Animal*
C. Patrick Moore, *PhD, Zootecnista (con sede en Brasilia, Brasil)*
Eduardo R. Aycardi, *PhD, Especialista en Salud Animal*
Gustavo Morales, *PhD, Patólogo*
Gustavo A. Nores, *PhD, Economista*
Luis E. Tergas, *PhD, Agrónomo, Adiestramiento y Pruebas regionales*

Científicos Visitantes
Thomas L. Cochrane, *PhD Especialista en recursos de tierras*
Nobuyoshi Maeno, *PhD, Entomólogo*

Científico Posdoctoral
Mario Calderón, *PhD, Entomólogo*

Investigadores Asociados
**Mario Aguilera, *DMV, Adiestramiento*
Rubén Darío Estrada, *MS, Economía*
Víctor H. Guzmán, *MS, Patología Veterinaria*
Libardo Rivas, *MS, Economía*

Investigadores Asociados Visitantes
Guido Delgadillo, *MS, Suelos, Nutrición vegetal*
Jorge Luis Díaz, *MS, Utilización de forrajes*
Hendrik Jansen, *MS, Agronomía de leguminosas*
Rolf Minhorst, *MS, Manejo animal (con sede en Brasilia, Brasil)*
Frank Muller, *MS, Agronomía de leguminosas*
Eugenio de Rubinstein, *MS, Economía*

Investigadores Asistentes Visitantes
William F. Gómez, *Ing. Agr., Utilización de forrajes*
Fabio Calvo, *Ing. Agr., Desarrollo de praderas*
Herbert Jeinrich, *Ing. Agr., Utilización de forrajes*

Investigadores Asistentes
Amparo V. de Alvarez, *Ing. Agr., Fitopatología*
Miguel Ayarza, *Ing. Agr., Suelos*
Daniel Belalcázar, *Ing. Agr., Recursos genéticos*
Francisco Bonilla, *Ing. Agr., Producción de semilla*
Raúl Botero, *DMV, Manejo animal*
Arnulfo Carabali, *Ing. Agr., Agronomía de gramíneas*
José Misael Cortés, *DMV, Salud Animal*
Patricia Chacón, *Biólogo, Entomología*
Martha Lucía Escandón, *Ing. Agr., Fitomejoramiento*
Jaime Escobar, *Zootecnista, Utilización de pastos*
Luis E. Forero, *Biólogo, Recursos genéticos*
Luis H. Franco, *Ing. Agr., Desarrollo de praderas*
Duván García, *Ing. Agr., Producción de semillas*
Hernán Giraldo, *Ing. Agr., Agronomía de leguminosas*
Ramón Gualdrón, *Ing. Agr., Suelos*
Fabio Gutiérrez, *Ing. Agr., Microbiología de suelos*
Uriel Gutiérrez, *Economista, Agrícola*
**Silvio Guzmán, *DMV, Adiestramiento Pruebas regionales*
Jorge Leal, *Zootecnista, Utilización de pastos*
Orlando Lozano, *DMV, Manejo animal*
Henry Llanos, *Ing. Agr., Proyecto fósforo*
Carlos Humberto Molano, *Ing. Agr., Agronomía de gramíneas*
Martha Stella Peña, *Química, Utilización de pastos*
Bernardo Rivera, *DMV, Salud animal*
Manuel Sánchez, *Ing. Agr., Agronomía de leguminosas*
Gustavo Adolfo Urrea, *Ing. Agr., Adiestramiento Pruebas regionales*
Fernán Alberto Varela, *Ing. Agr., Entomología Fitomejoramiento*

PROGRAMA DE PRODUCCION DE FRIJOL

Científicos Principales
Aart van Schoonhoven, *PhD, Entomólogo* (Coordinador)
*Charles A. Francis, *PhD, Agronomía de frijol*
Guillermo Gálvez, *PhD, Coordinador Regional para América Central (con sede en San José, Costa Rica)*
Peter H. Graham, *PhD, Microbiólogo (en licencia de estudios)*

---

* Se retiró en 1977

** Asignado a dos programas

**Reinhardt Howeler, *PhD, Edafólogo*
Douglas Laing, *PhD, Fisiólogo*
Silvio Orozco, *PhD, Fitomejorador (ligado al ICTA Guatemala)*
John Sanders, *PhD, Economista*
Howard Schwartz, *PhD, Fitopatólogo*
Shree Singh, *PhD, Fitomejorador*
Steven Temple, *PhD, Fitomejorador*
Oswaldo Voysest, *PhD, Agronomía de fríjol*
Kazuhiro Yoshii, *PhD, Fitopatólogo (ligado al ICTA, Guatemala)*

Científico Visitante
Oghenetsevbuko Todo Edje, *PhD, Fisiología de semillas*

Científicos Posdoctorales
Jeremy Davis, *PhD, Agronomía*
*Fred Eskafi, *PhD, Entomología*
*Yoshihiko Hayakawa, *PhD, Fisiología*
Richard Swindell, *PhD, Fitomejoramiento*

Especialista Visitante
*Robert Burns, *MS, Germoplasma*

Investigadores Asociados
Camilo Alvarez, *MS, Economía*
*Luis Alberto Rojas, *MS, Mejoramiento*
**Carlos Flor, *MS, Adiestramiento*

Investigadores Asociados Visitantes
Stephen Beebe, *MS, Fitomejoramiento*
Ann Clark, *MS, Fisiología*
Daniel De Bouck, *Ing. Agr., Fisiología, Fitomejoramiento*
Nicholas Galway, *MS, Agronomía, Mejoramiento*
robert Hudgens, *MS, Agronomía*
Luther Waters, *MS, Microbiología de suelos*
David Webster, *MS, Fitopatología*

Investigadores Asistentes
Ricardo Campos, *Ing. Agr., Mejoramiento*
Mauricio Castaño, *Ing. Agr., Fitopatología*
Jorge García, *Ing. Agr., Entomología*
*Luis A. Gómez, *Ing. Agr., Entomología*
Pablo Guzmán, *Ing. Agr., Fitopatología*
Nora Ruiz de Londoño, *Ing. Agr., Economía*
Nelson Martínez, *Ing. Agr., Agronomía*
Carlos J. Medina, *Ing. Agr., Agronomía*
Jorge E. Parra, *Ing. Agr., Mejoramiento*
Martin Prager, *Ing. Agr., Agronomía*
José Restrepo, *Ing. Agr., Fisiología*
Rosmira Rivera, *Ing. Agr., Fitopatología*
Juan C. Rosas, *Ing. Agr., Microbiología*
Fernando Takegami, *Ing. Agr., Agronomía*
Gerardo Tejada, *Ing. Agr., Agronomía*
*Rafael Valderrama, *Ing. Agr., Entomología*
Guillermo Valencia, *Ing. Agr., Fitomejoramiento*
Silvio Vitery, *Ing. Agr., Microbiología de Suelos*
Silvio Zuluaga, *Ing. Agr., Fisiología*

PROGRAMA DE PRODUCCION DE YUCA

Científicos Principales
James H. Cock, *PhD, Fisiólogo* (Coordinador)
Anthony C. Bellotti, *PhD, Entómologo*
Abelardo Castro, *PhD, Agronomía de yuca*
**Reinhardt Howeler, *PhD, Edafólogo*
Kazuo Kawano, *PhD, Fitomejorador*
Dietrich Leihner, *PhD, Agronomía de yuca*
J. Carlos Lozano, *PhD, Fitopatólogo*
Romero R. Obordo, *PhD, Coordinador regional en Asia (con sede en SEARCA, Los Baños, Filipinas)*
Julio César Toro, *PhD, Agronomía de yuca*

Científicos Visitantes
*Rupert Best, *PhD, Especialista en secamiento de yuca*
*Yokio Irikura, *PhD, Fisiólogo*
Yoshiki Umemura, *PhD, Fitopatólogo*

Científicos Posdoctorales
John K. Lynam, *PhD, Economía Agrícola*
Michael Thung, *PhD, Agronomía de Cultivos Múltiples*

Investigadores Asociados Visitantes
David Byrne, *MS, Entomología*
Fritz Elango, *MS, Fitopatología*
Rafael Laberry, *MS, Fitopatología*
James Teri, *MS, Fitopatología*

Investigadores Asociados
Jairo Castaño, *MS, Fitopatología*
**Carlos Domínguez, *MS, Adiestramiento*
Rafael Orlando Díaz, *MS, Economía*
Octavio Vargas, *MS, Entomología*

Investigadores Asistentes
Bernardo Arias, *Ing. Agr., Entomología*
Eitel Adolfo Buckhardt, *Biólogo, Edafología*
*Luis Fernando Cadavid, *Ing. Agr., Edafología*
*Humberto Calderón, *Ing. Agr., Agronomía*
Fernando Calle Calle, *Ing. Agr., Edafología*

* Se retiró en 1977
** Asignado a dos programas

Ernesto Celis, *Ing. Agr., Agronomía*
Julio Eduardo Holguín, *Ing. Agr., Agronomía*
Gustavo Jaramillo, *Ing. Agr., Agronomía*
Sara Mejía, *Ing. Agr., Fisiología*
German Parra, *Ing. Agr., Fisiología*
*Jorge E. Peña, *Ing. Agr., Entomología*
Edgar Salazar, *Ing. Agr., Edafología*
Uldarico Varón, *Ing. Agr., Economía*
Ana Cecilia Velasco, *Ec., Med., Fitopatología*

UNIDAD DE NUTRICION PORCINA

Científicos Principales
Guillermo Gómez, *PhD, Bioquímico Nutricionista* (Coordinador)
Julian Buitrago, *PhD., Nutricionista*

Investigadores Asociados
Jorge Santos, *MS, Nutrición*
**Cornelio Trujillo, *MS, Adiestramiento*

Investigadores Asistentes
Luis Enrique Beltrán, *DMV, Adiestramiento*
Elkin Taborda, *Zootecnista, Manejo de Granjas Porcinas*

UNIDAD DE MEJORAMIENTO DE ARROZ

Personal Principal
Manuel Rosero, *PhD, Científico de Enlace con el IRRI* (Coordinador Interino)
Peter Jennings, *PhD, Coordinador Regional en América Central (con sede en San José, Costa Rica)*
*Loyd Johnson, *MS, P.E. Ingeniero Agrícola*
Hector Weeraratne, *Fitomejorador*

Investigadores Asociados
*Rodrigo Lopez, *Ing. Agr., Agronomía*
Rafael Posada, *MS, Economía*
**Gustavo Villegas, *MS, Adiestramiento*

Investigador Asociado Visitante
Annette Bernd, *MS, Fitomejoramiento*

Investigadores Asistentes
Gustavo Benavides, *Ing. Agr., Pruebas Internacionales*
Marino Cuecedo, *Ing. Agr., Mejoramiento*
Luis Garcia, *Ing. Agr., Mejoramiento*
Camilo Jaramillo, *Ing. Agr., Pruebas Internacionales*
*Raúl Valderrutén, *MS, Ingeniería Agrícola*

UNIDAD DE RECURSOS GENETICOS

Científicos Principales
Roberth A. Luse, *PhD, Bioquímico* (Coordinador)
Leonard Song, *PhD, Especialista, Germoplasma*

Investigadores Asociados
Rigoberto Hidalgo, *MS, Fitomejoramiento*

Investigadores Asistentes

James García, *Ing. Agr., Sistemas*
Hember Rubiano, *Ing. Agr., Entomología*
José Tinoco, *Ing. Agr., Entomología*

GRUPOS DE APOYO A LA INVESTIGACION

Biometría

Científico Principal
David Franklin, *MS, Ingeniería de Sistemas; Biometrista* (en licencia de estudios)

Científico Posdoctoral
Gastón A. Mendoza, *PhD.* (Coordinador Interino)

Investigadores Asociados
Jorge A. Porras, *BS, Sistemas*
María Cristina Amézquita de Quiñones, *MS, Estadística*

Investigadores Asistentes
*Patricia Juri de García, *BS, Economía*
Adolfo Gordillo, *Ing. Elec., Sistemas*
Gerardo I. Hurtado, *Ing. Agr., Agronomía*
Juan Ospina, *Ing. Agr., Agronomía*

Unidad de Estudios Especiales

Especialista Visitante
Petrus Spijkers, *MS, Sociología Rural*

Investigador Asistente
Guillermo Giraldo, *Ing. Agr.*

Operaciones de la Estación Experimental

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

* Se retiró en 1977

** Asignado a dos programas

Investigadores Asociados Visitantes
Claudio Acosta, *Ing. Agr., Operaciones de Campo*
Investigadores Asociados Visitantes
Claudio Acosta, *Ing. Agr., Operaciones de campo*
Guillermo Chávez, *Ing. Agr., Operaciones de campo*

Investigadores Asistentes
Javier Carbonell, *Ing. Agrícola, Operaciones de campo*
Ricardo Cruz, *Ing. Agrícola, Operaciones de campo*
Ramiro Narváez, *Ing. Agrícola (en la subsede de CIAT-Quilichao)*
*Bernardo Salazar, *Ing. Agr., Agronomía*

Servicios de Laboratorio

Investigador Asistente
Charles McBrown, *BS*

Unidad de Hemo y Ectoparásitos

(Proyecto Especial en Cooperación con la Universidad de Texas A&M)

Científicos Principales
Radmilo Todorovic, *DMV, PhD, Hemoparasitólogo* (Coordinador)
Donald Corrier, *DMV, PhD, Patólogo*
Kenneth C. Thompson, *DMV, PhD, Acarólogo*

Especialista
Eduardo F. González, *DMV PhD, Patología Veterinaria*

Investigador Asociado Visitante
David Evans, *MS, Salud Animal*

Investigador Asociado
*M.K. Terry, *DMV*

Investigador Asistente
Ray F. Long.

ADIESTRAMIENTO Y CONFERENCIAS

Adiestramiento

Científicos Principales
Fritz Kramer, *PhD, Científico en Ciencias de la Comunicación* (Coordinador)
Fernando Fernández, *PhD, Edafólogo* (en licencia de estudios)

* Se retiró en 1977

Asociados en Adiestramiento
**Mario Aguilera, *DMV, (Ganado de carne)*
Alfredo Caldas, *MS, coordinador, Unidades Audiotutoriales*
**Carlos Domínguez, *MS (Yuca)*
**Carlos Flor, *MS, (Fríjol)*
Marceliano López, *MS (asignado al ICTA, Guatemala)*
Eugenio Tascón, *Ing. Agr. (asignado a la Secretaría de Estado de Agricultura, República Dominicana)*
**Cornelio Trujillo, *MS, (Porcinos*
**Gustavo Villegas, *MS, (Arroz)*

Asistentes en Adiestramiento
Antonio Acosta, *Zootecnista, Porcinos*
Oscar Arregocés, *Ing. Agr., Arroz*
Luis F. Ceballos, *Ing. Agr., Yuca*
Cilia Fuentes, *Ing. Agr., Estudios Especiales*
Silvio Guzmán, *DMV, Ganado de Carne*
Héctor F. Ospina, *Ing. Agr., Fríjol*
Carlos Suárez, *BS, Orientación de Becarios*

Conferencias
David Evans, *Coordinador de conferencias*

UNIDAD REGIONAL DE MAIZ CIMMYT/CIAT

Científicos Principales
Gonzalo Granados, *PhD, Entomólogo* (Coordinador)
James Barnett, *PhD, Fitomejorador*

Investigador Asistente
Edgar Castro, *Ing. Agr., Agronomía*

BIBLIOTECA Y SERVICIOS DE INFORMACION

Científico Principal
Fernando Monge, *PhD, Científico en Ciencias de la Comunicación* (Coordinador)

Biblioteca y Documentación

Especialista Visitante
Trudy B. de Martínez, *MA, Editora, Asistente del Coordinador*

Personal Asociado
*Angela de Cock, *MA*
Hernán Poveda, *BA*

* Se retiró en 1977
** Asignado a dos programa

Personal Asistente
Stella Gómez, *BA*
Marilú O. de Hensel, *BA, Documentalista*
Sonia Laverde, *BA, Jefe, Servicios al Público*
Jorge López S., *Documentalista*
Piedad Montaño, *Jefe, Adquisiciones*
Julia Emma de Rodríguez, *Ing. Agr., Documentalista*
*Stella de Salcedo, *Lic. en traducción, Documentalista-Traductora*
Humilce Serna, *BA, Jefe, Servicios Técnicos*
María Isabel Bolton de Zapata, *BS, Documentalista-Traductora*

Oficina de Información Pública

Personal Asociado
Fernando Mora, *BA, AHA, Jefe de la Oficina*

Personal Asistente
catherine J. Crane, *BA*
*Marvin Andrade

Servicios Gráficos y Editoriales

Científicos Principales
Charles E. Bower, *BSJ Editor Inglés*
Mario Gutiérrez J., *Ing. Agr., Editor Español*

Personal asociado
Manfred Hirsch, *Fotógrafo*
Dorothy Muller, *BA, Editora Asociada* (Inglés)
Alvaro Rojas, *Jefe de Producción*

Personal asistente
Carlos Rojas, *Especialista en diseños gráficos*
*Amparo de Madrigal, *Editora Asociada* (Español)

PROGRAMAS INTERNACIONALES

Guatemala (Fundación Rockefeller)

Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA)

Científicos principales
Rober K. Waugh, *PhD, Director Asociado*
Roland E. Harwood, *BS, Coordinador de Operaciones de la Estación Experimental*

* Se retiró en 1977

Prefacio

El año 1977 marcó una etapa en la historia del CIAT. Fue un año en el que se lograron tres objetivos: 1) **consolidación** de las modificaciones hechas previamente en los programas, lo cual hizo posible definir claramente las estrategias a seguir habiendo logrado ya una ampliación del personal y de las facilidades físicas existentes; 2) **confirmación** de que tales estrategias eran apropiadas, ya que al hacer una revisión a alto nivel realizada por un organismo externo se obtuvieron resultados positivos, y 3) **clarificación** de la filosofía y de los objetivos del Centro. En resumen, 1977 fue un año de transición a partir del establecimiento y el ajuste exacto de los programas y el refinamiento conceptual de las filosofías de investigación y de adiestramiento, hasta alcanzar un nuevo período de estabilidad y de productividad.

En los últimos años, cada uno de los programas del CIAT había pasado por revisiones exhaustivas, tanto internas como externas. Estas revisiones dieron como resultado cambios fundamentales de dirección, particularmente en los Programas de Ganado de Carne y de Adiestramiento. La inestabilidad y los cambios introducidos en los programas, derivados de ese proceso de revisión, dieron como resultado una adecuada organización del personal aunque retrasaron el reclutamiento de nuevos científicos. A pesar de que el CIAT es una institución joven y todavía en su fase de expansión programada, en los años 1975 y 1976 la nómina de su personal principal permaneció virtualmente estática. Esta situación cambió totalmente en 1977 al aumentar el personal principal en once miembros, además de un número apreciable de asociados en investigación visitantes, científicos posdoctorales y miembros del personal de apoyo. La adquisición, establecimiento y desarrollo de la subsede CIAT-Quilichao, al sur de Cali, en una zona caracterizada por tener suelos ácidos e infértiles, y el nuevo enfoque que se dio en este año a la filosofía de manejo compartido de la estación del Instituto Colombiano Agropecuario en Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, fueron factores que aumentaron significativamente la disponibilidad de instalaciones para la investigación en el Centro. Además, la ubicación permanente de personal del CIAT en los Llanos de Colombia, en Brasil, Costa Rica y Filipinas, consolidó aún más los esfuerzos para aumentar la investigación fuera de la sede del Centro y mejorar sus funciones de proyección externa.

El Comité Técnico Asesor (TAC) del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) tiene la responsabilidad, cada cinco años, de hacer una revisión profunda de las actividades de todos los centros de investigación agrícola que coordina el mencionado CGIAR. En 1977 el TAC hizo la Revisión Quinquenal del CIAT. Esta revisión, junto con

la que también hizo el TAC en todos los centros sobre la investigación en sistemas agrícolas, constituyó un gran apoyo a los objetivos, estrategias y logros del CIAT.

Al culminar la serie de revisiones anteriores con la evaluación profunda quinquenal se tuvo una magnífica oportunidad para redefinir los objetivos del CIAT, de tal manera que reflejen más claramente los acuerdos tomados por la Junta Directiva durante el período de evolución del Centro. La nueva declaración de objetivos es la siguiente:

"Generar y transferir, en colaboración con las instituciones nacionales, tecnología mejorada la cual contribuirá a aumentar la producción, la productividad y la calidad de ciertos productos agropecuarios básicos en los trópicos, en particular, en América Latina y en el área del Caribe; permitiendo, de esta manera, el que los productores y consumidores, especialmente aquéllos de limitados recursos, aumenten su poder adquisitivo y mejoren sus niveles de nutrición".

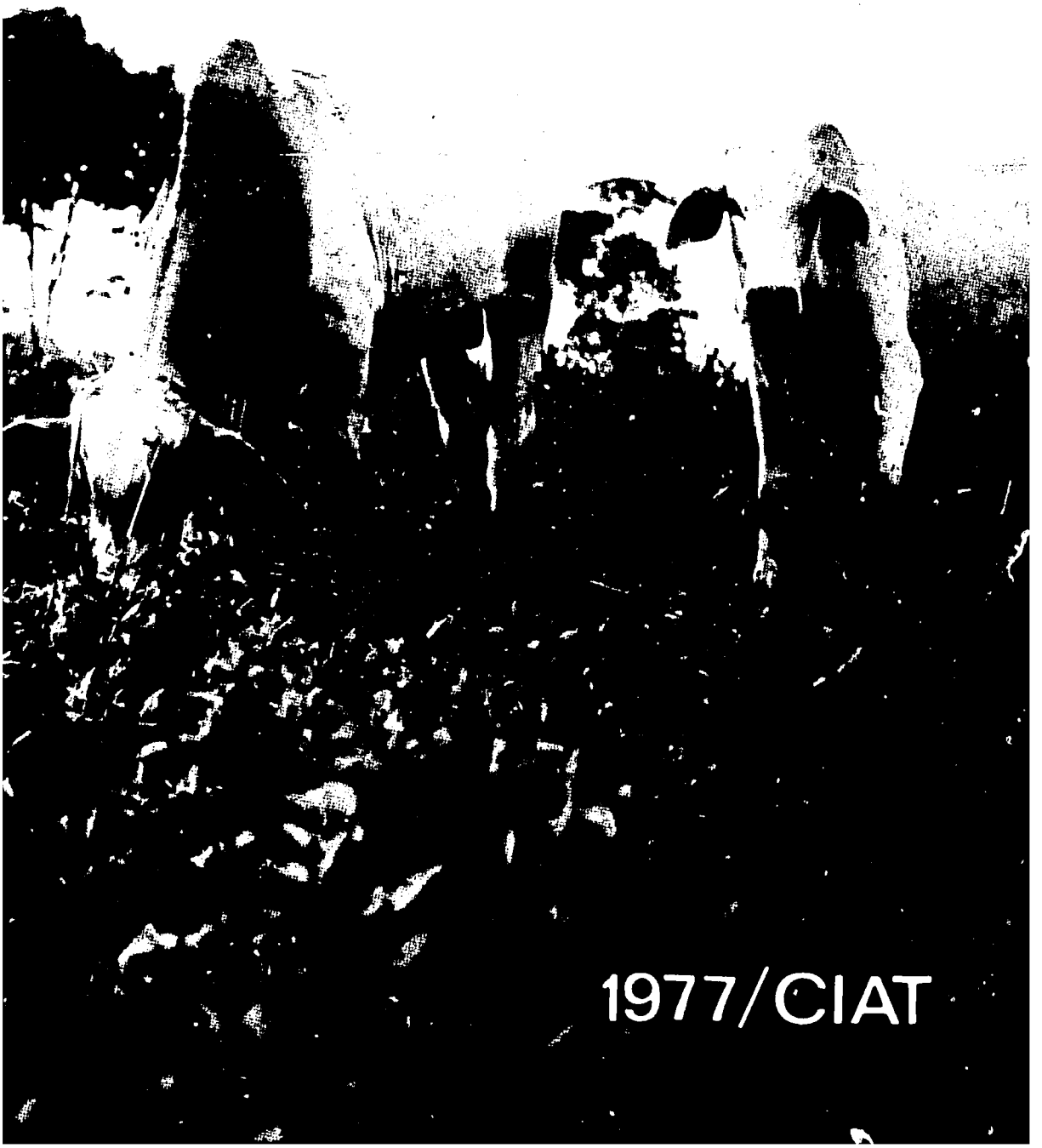
Esta declaración de objetivos indica claramente que el producto básico del CIAT es la tecnología mejorada e identifica a las instituciones nacionales de investigación agrícola como sus principales clientes y colaboradores en el desarrollo de esta tecnología, su adaptación local y, finalmente, su transferencia a los agricultores. El hecho de que los consumidores y productores de recursos limitados sean los beneficiarios principales afecta, en gran medida, la naturaleza de la tecnología producida y transferida y establece claramente que el CIAT está interesado tanto en promover el bienestar humano como en alcanzar metas de producción.

El CIAT ha desarrollado programas que transforman el interés que tiene la institución por los consumidores y productores de escasos recursos en acciones concretas por medio de una apropiada selección de los productos agropecuarios y diseño de tecnología. Los productos agropecuarios incluidos en el mandato del CIAT aseguran que el sector de bajos ingresos entre los consumidores se beneficie más, debido al aumento en la productividad resultante de la tecnología mejorada. Mediante la adopción de una filosofía de producción que hace énfasis en uso mínimo de insumos y por medio de una colaboración estrecha con programas nacionales, que enfatiza las pruebas a nivel de finca, el CIAT está procurando asegurarse de que esta tecnología sea válida y factible en fincas con recursos limitados.

Los resultados obtenidos en los diversos programas del CIAT en 1977, los cuales se han resumido en este informe anual, nos estimulan a pensar que estamos consiguiendo un muy significativo progreso hacia el logro de estos objetivos.

John L. Nickel
Director General

Programa de Ganado de Carne



1977/CIAT

Programa de Ganado de Carne

La reorientación del Programa de Ganado de Carne se completó durante el año. Se organizó un equipo interdisciplinario para atacar en forma sincronizada las barreras suelo-planta-animal, que limitan el aumento de la producción de carne en los ecosistemas de suelos ácidos. Se definió el área de impacto del Programa y está en progreso un estudio geográfico de los 850 millones de hectáreas de Oxisoles y Ultisoles de América tropical Se desarrolló una estrategia de investigación y de transferencia de tecnología y se iniciaron operaciones en tres centros de investigación: CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia. Se está organizando una red de ensayos regionales localizados a través del área de impacto a fin de iniciar evaluaciones extensivas durante 1978.

El objetivo del Programa es desarrollar y transferir tecnología efectiva y de bajos insumos para aumentar la producción de carne bovina en los suelos ácidos y de baja fertilidad de América tropical, principalmente mediante producción de especies forrajeras mejoradas durante todo el año, suplementadas por practicas de manejo y salud animal económicamente favorables. Los siguientes hechos ilustran el progreso alcanzado durante 1977 con respecto a estos objetivos.

Durante este año se duplicó la base genética de la colección de germoplasma de especies forrajeras tropicales del CIAT, adaptada a los ecosistemas de suelos ácidos, la cual alcanzó un total de 3.400 accesiones. También, se amplió considerablemente el número de accesiones de gramíneas y leguminosas bajo evaluación de campo, en ensayos de corte o pastoreo. En Carimagua, por ejemplo, el número de accesiones de leguminosas forrajeras ensayadas bajo pastoreo, aumentó de seis accesiones de una sola especie, el año pasado, a 30 accesiones de varias especies en 1977.

Se establecieron criterios específicos de selección para leguminosas y gramineas forrajeras; el germoplasma más promisorio se organizó de acuerdo con su potencial para ecosistemas específicos.

Varias accesiones de *Stylosanthes capitata*, *Zornia* sp. y *Desmodium ovalifolium* fueron, entre las leguminosas, las más promisorias para las condiciones de alto estrés de la región de sabanas de Carimagua, la cual se caracteriza por su fertilidad extremadamente baja, suelo muy ácido y por ataques devastadores de enfermedades e insectos en las leguminosas; *Andropogon gayanus* parece ser la más promisoria de las gramíneas. *S. guianensis* ya no se considera promisoria para este ecosistema debido a su susceptibilidad a enfermedades y plagas y/o escaso potencial de producción de semilla.

Para las condiciones climáticas, edáficas y fitosanitarias un tanto de menor estrés de CIAT-Quilichao, *S. guianensis* 135 y 184, junto con el híbrido de *Centrosema* 438, parecen ser las más promisorias y se

evaluación. Las praderas de esta leguminosa, en asociación con *A. gayanus*, *Panicum maximum* o *Brachiaria decumbens*, produjeron aumentos uniformes de peso vivo, 561 g/novillo/día, a una capacidad de carga de 2,3 animales/ha durante un período anormalmente prolongado de sequía, el cual causó pérdidas severas en las praderas adyacentes. La producción de semilla del germoplasma más promisorio se desarrolla en forma normal.

Durante 1977, también se duplicó la colección de cepas de *Rhizobium* para leguminosas forrajeras del CIAT. Se desarrollaron técnicas efectivas de inoculación, con o sin cubierta de cal o fosfato de roca, para la mayoría de las accesiones prometedoras.

Se encontró que varias accesiones de leguminosas y gramíneas promisorias tenían requerimientos extremadamente bajos de fósforo, junto con una tolerancia excelente a niveles de aluminio considerados tóxicos para la mayoría de las plantas cultivadas.

La aplicación directa de fosfatos de roca, de reactividad baja a mediana, típicas en la mayoría de los depósitos de América Latina, presentó un comportamiento igual o mejor que el superfosfato cuando se aplicaron a las especies tolerantes al aluminio, cultivadas en los Oxisoles de Carimagua. Si se considera que el costo de un kilogramo de P_2O_5 como fosfato de roca equivale a un tercio o un cuarto del costo del superfosfato, el uso de estos materiales parece ser un componente importante de la emergente tecnología de bajos insumos.

Se aplicaron nuevos y promisorios métodos para el establecimiento de pastos y sistemas de mantenimiento, basados en técnicas de siembra espaciada, de bajo costo, así como siembra en fajas de 2,5 metros de ancho, de asociaciones leguminosa gramínea, tales como *B. decumbens* y *Pueraria phaseoloides*. En Quilichao, Carimagua y Brasilia, se iniciaron sistemas para métodos tradicionales y no tradicionales de establecimiento de praderas.

Los estudios sobre utilización a largo plazo de especies forrajeras y de sistemas de hato demostraron que sólo es posible obtener niveles muy limitados de producción de ganado en las sabanas nativas, si no se utilizan especies forrajeras mejoradas y de mayor persistencia. Los parámetros sanguíneaos de vacas de cría Cebú las cuales pastaban en sabanas nativas, subrayan la necesidad de una mejor nutrición.

Mediante la evaluación de un ensayo sobre sistemas de hato, el cual se completó en Carimagua en 1977, se obtuvo excelente información sobre el comportamiento de los hatos en las sabanas nativas, durante cuatro años de reproducción. La suplementación mineral constituyó la práctica mejorada más significativa para las condiciones del ensayo. La suplementación con sal, el destete precoz y el uso de praderas de *Melinis minutiflora* durante la época húmeda, no son alternativas económicas. Entre las gramíneas mejoradas *H. rufa* no tuvo éxito bajo pastoreo debido a sus requerimientos relativamente altos de fósforo y potasio y a su menor tolerancia a los niveles altos de aluminio. *Brachiaria decumbens*, de bajos requerimientos de fertilizantes, produjo aumentos anuales de peso vivo de 150 a 200 kg/ha, aproximadamente 5 a 10 veces más que la sabana nativa. Bajo la lluvia intensa de Carimagua, estas praderas presentan síntomas severos de deficiencia de nitrógeno, lo cual plantea dudas acerca de la duración de su período de productividad como planta forrajera.

Durante el año, se integraron las actividades sobre transferencia de tecnología y de investigación. El adiestramiento se orienta hacia los objetivos del programa y la conducción de ensayos regionales en el área de impacto.

ESTRATEGIA Y ORGANIZACION DEL PROGRAMA

La producción de ganado de carne constituye en América Latina, una de las actividades agrícolas más importantes, y una fuente importante de proteína para sus 300 millones de habitantes. El consumo per cápita de carne de res, en América Latina tropical, es tres veces mayor que el de Africa tropical y casi 16 veces mayor que el de Asia. El consumo per cápita de 16 kg año se aproxima al de Europa Occidental. Esta es probablemente una razón importante para que haya menos desnutrición causada por falta de proteína en los trópicos de América Latina que en los de Africa y Asia. Según estudios realizados en Cali, Colombia, familias pertenecientes a todos los estratos económicos invierten 10-12 por ciento de su ingreso total en carne de res, lo que fundamenta el hecho de que la carne de res es uno de los alimentos básicos de América Latina.

Aproximadamente, dos tercios de la carne de res de América Latina se produce en sus regionales tropicales, donde se encuentra el 71 por ciento de su población de bovinos. Sin embargo, la productividad anual por cabeza de ganado en América tropical es aproximadamente la mitad de la productividad de las regiones templadas de América del Sur y casi una cuarta parte de la productividad de los Estados Unidos y Canadá.

Esta brecha de tecnología es más amplia cuando se considera la demanda cada vez mayor de carne de res de bajo costo, y el potencial para producción de carne de las vastas áreas de suelos ácidos, de baja fertilidad, clasificadas como Oxisoles y Ultisoles con vegetación natural de sabana o selva. Estas regiones en conjunto cubren aproximadamente la mitad de la superficie terrestre de América tropical y se caracterizan por una alta precipitación anual con una estación seca de intensidad variable, buenas condiciones físicas del suelo pero una fertilidad nativa del suelo extremadamente baja y una pobre infraestructura. En estas áreas, la principal barrera a la producción de ganado de carne es la falta de una fuente adecuada de forraje para todo el año, lo cual se debe a severas limitaciones de agua y de suelo.

A medida que aumentan las presiones de población, la producción de ganado de carne en los suelos fértiles, con buen nivel de pH que existen en América tropical, no podrá competir con la producción de cultivos alimenticios, en tanto que sucede exactamente lo contrario en las extensas áreas de suelos ácidos de baja fertilidad.

A mediados de 1976, la Junta Directiva del CIAT ordenó al Programa concentrar sus esfuerzos hacia el aumento de la producción en estas áreas, con énfasis en la superación de los problemas de nutrición animal.

El año de 1977 se dedicó, en gran medida, a la orientación del Programa en esta dirección; se desarrolló un objetivo claro, una estrategia de investigación, se reclutó nuevo personal, se hicieron nuevas instalaciones para hacer investigación, apropiadas para el tipo de trabajo a efectuarse y se diseñaron medios para la transferencia de tecnología a las instituciones nacionales.

OBJETIVOS

El **objetivo** del Programa de Ganado de Carne es desarrollar y transferir tecnología efectiva para aumentar la producción de ganado de carne en zonas de suelos ácidos y baja fertilidad de América tropical, principalmente mediante la producción de especies forrajeras mejoradas durante todo el año.

El resultado esperado de las actividades del Programa es el desarrollo de sistemas mejorados de producción de especies forrajeras, en términos de calidad como de cantidad, complementados por sistemas de manejo y prácticas de salud animal, económicamente viables.

La orientación del Programa hacia los ecosistemas de suelos ácidos también representa un esfuerzo significativo dirigido al desarrollo de: los 300 millones de hectáreas de sabanas con suelos ácidos y baja fertilidad que existen en América Latina, y la proporción creciente de los 550 millones de hectáreas de suelos similares, actualmente cubiertos de selvas, los cuales están siendo desmontados con el propósito de establecer pastos. Se considera que estas extensas áreas constituyen uno de los recursos subutilizados más importantes del mundo, los cuales ofrecen un potencial enorme para aumentar la producción de alimentos a escala mundial. La utilización del ganado de carne puede servir como herramienta fundamental para lograr una producción agropecuaria eficiente y ecológicamente adecuada de estas áreas y por lo tanto, constituir un factor importante en el desarrollo económico e integral de estos países.

ESTRATEGIA

La estrategia de investigación y extensión se ilustra en la Figura 1. Mediante la recolección de plantas realizadas en todo el mundo y las actividades de la nueva sección de fitomejoramiento, ha sido posible reunir una amplia variedad de especies forrajeras las cuales se multiplican en viveros de campo o de invernadero, se seleccionan según su tolerancia a las principales plagas de insectos y enfermedades, a la toxicidad de aluminio y a la baja disponibilidad de fósforo, típicas de los Oxisoles y Ultisoles del área de impacto. Las accesiones sobrevivientes se someten a observaciones de crecimiento, vigor y otras características agronómicas, en pequeñas parcelas en el campo de la estación de Quilichao. La semilla de las accesiones promisorias se multiplica para someterla a ulteriores ensayos, los cuales incluyen las necesidades de inoculación para la fijación efectiva del nitrógeno en las leguminosas y ensayos de laboratorio sobre consumo y digestibilidad. Posteriormente se efectúan los ensayos de corte, de compatibilidad de asociaciones de gramíneas y leguminosas, de frecuencia de corte, de altura, de requerimientos de fertilización y de tolerancia a la sequía.

Luego se examina el material más promisorio en ensayos regionales realizados por instituciones nacionales que prestan su colaboración en el área de impacto, a fin de estimar en forma rápida la adaptación a los distintos medios. Seguidamente se desarrolla la tecnología necesaria de producción de semilla y se lleva a cabo una mayor producción de semilla a fin de permitir la siembra de 5 a 10 hectáreas de las accesiones promisorias. Estas líneas promisorias se someten a ensayos de intensidad de pastoreo los cuales contemplan distintas variables tales como tasas de carga, intervalos de pastoreo y niveles de fertilidad, principalmente para evaluar la persistencia bajo pastoreo sin efectuar mediciones de los animales propiamente. Posteriormente se realiza un segundo nivel de ensayos regionales en los cuales se evalúan las variables agronómicas y la persistencia bajo pastoreo en el área de impacto. Todo el germoplasma descartado durante este proceso se envía a la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT para su mantenimiento y posibles usos futuros. Mediante la evaluación del área de impacto se definirán las características de los 850 millones de hectáreas de interés en cuanto a clima, suelos, topografía, sistemas existentes de producción de praderas y ganado de carne, problemas de salud animal y aspectos económicos de la industria ganadera. Este conocimiento aumentará la habilidad del

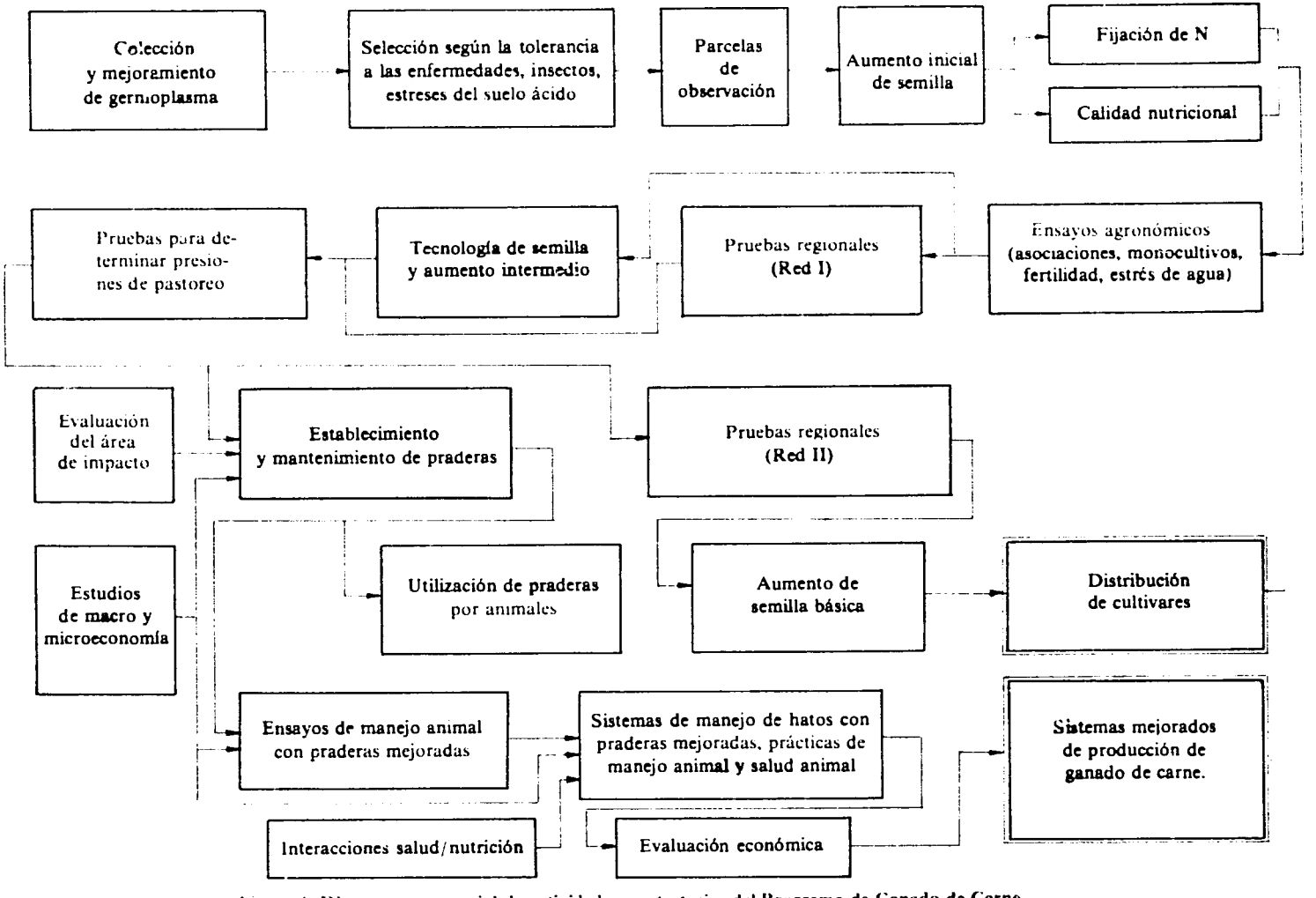


Figura 1. Diagramas secuencial de actividades y estrategias del Programa de Ganado de Carne.

Programa para enfocar su tecnología hacia los aspectos más importantes. Entre éstos se cuentan los diferentes métodos de establecimiento y mantenimiento de praderas, incluyendo la sobresiembra de sabanas nativas, la siembra de asociaciones de gramíneas leguminosas ya sea directamente o precedidas por cultivos anuales, y praderas bajo manejo intenso en pequeñas áreas irrigadas o en los parches de suelos fértiles existentes en muchos ranchos. Los resultados de estos esfuerzos y los ensayos regionales permiten efectuar la evaluación final de los cultivares potenciales mediante parámetros de comportamiento animal, como por ejemplo ganancias de peso vivo. Posteriormente se reproduce la semilla básica y se recomiendan nuevos cultivares para la distribución.

Los ensayos de manejo animal se realizan con los sistemas de praderas promisorios a fin de sincronizar los niveles nutricionales mejorados con las necesidades de los diferentes tipos de animales en el hato, mediante el apareamiento estacional, el destete precoz y otras prácticas de manejo. Se identifican las enfermedades del ganado Cebú que presentan tendencias a desaparecer con una mejor nutrición así como también las enfermedades que presentan tendencias a aumentar como consecuencia de la mayor densidad animal debida a la mejor nutrición. Enseguida se afronta el control de estas enfermedades. Se reúne un paquete de tecnologías nuevas el cual consiste en praderas mejoradas y prácticas de manejo y salud animal, a fin de cuantificarlo a nivel de hato. Después de las evaluaciones económicas, se tendrán sistemas mejorados de producción de ganado de carne.

La complejidad del programa y la naturaleza del área de impacto hacen imperativo que la investigación y la cooperación internacional se integren en forma total. El entrenamiento de personal

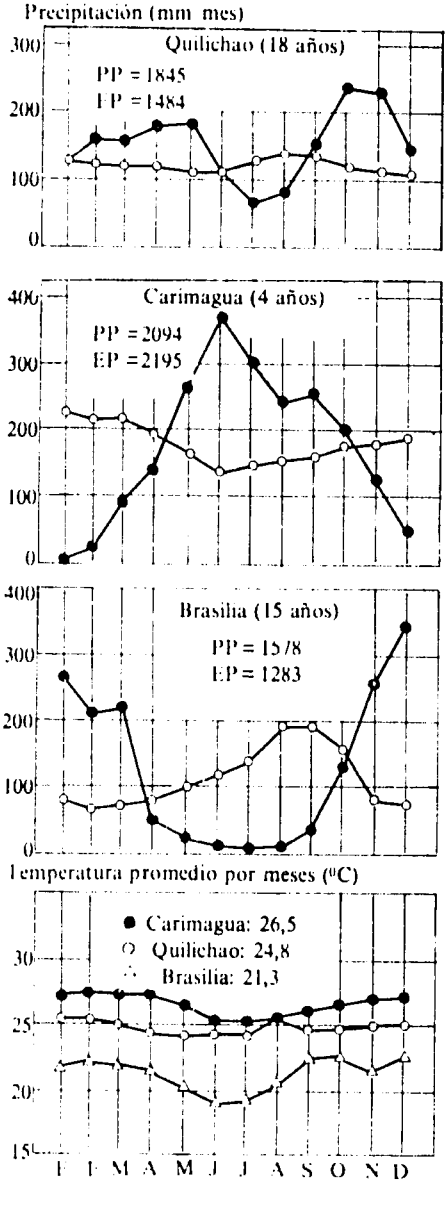


Figura 2. **Precipitación promedio (PP), evapotranspiración potencial (EP) y regímenes de temperatura en las tres principales estaciones experimentales en las cuales el Programa de Ganado de Carne hace investigación. Quilichao, Departamento del Cauca, Colombia = latitud: 3°06'N, longitud: 76°31'O; elevación: 990 m. Carimagua, Departamento del Meta, Colombia = latitud: 4°2'N, longitud: 71°10'O; elevación: 200 m. Brasilia, Distrito Federal Brasilia = latitud: 15°36'S; longitud: 47°42'O; elevación: 1010m.**

de instituciones nacionales se relaciona con su papel como colaboradores actuales o potenciales en ensayos regionales y en otros medios de transferencia de tecnología.

ESTACIONES EXPERIMENTALES

Debido a las condiciones fértiles, de alto contenido de bases de los suelos que existen en la sede del CIAT en Palmira, la mayor parte de la investigación de campo se debe realizar en otros lugares. Las instalaciones de la sede del CIAT sirven como base, de trabajos de invernadero, laboratorio y consulta en la biblioteca. Durante 1977, se efectuaron arreglos para hacer experimentación en tres localidades con el propósito de cumplir con los objetivos del Programa; estos lugares brindan un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas.

Las tres localidades son: CIAT-Quilichao, a 40 kilómetros al sur de Cali, el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Carimagua, en los Llanos de Colombia, y el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), a 35 kilómetros al noreste de Brasilia, en Brasil. En la Figura 2 se presentan datos climáticos a largo plazo. La diferencia más importante entre estas localidades es la duración de la estación seca. En Quilichao, en el año, hay dos estaciones secas, de poca duración pero intensas, cada una de las cuales dura 2 ó 3 meses. En Carimagua, hay una fuerte estación seca, de cuatro meses y en Brasilia, una fuerte estación seca, de seis meses de duración.

Los suelos de Quilichao se clasifican como Ultisoles; los suelos de Carimagua y de Brasilia, son Oxisoles. Todos son ácidos (pH 4,1 a 4,9), de alta saturacion de aluminio (64 a 82 por ciento), de muy bajo contenido de fósforo disponible y deficientes en muchos nutrimentos. Sin embargo, su estructura bien granulada proporciona excelentes propiedades físicas. En la sección sobre Fertilidad del Suelo se incluye información sobre las características edáficas. Además de las características climáticas y edáficas, las tres localidades ofrecen contrastes significativos en cuanto a presencia de plagas y enfermedades que atacan a las leguminosas forrajeras. La incidencia de antracnosis y de barrenadores del tallo, en Carimagua, es alta; moderada a leve en Quilichao y todavía de poca importancia en Brasilia.

Aunque la producción de ganado de carne es la principal actividad en las tres localidades y la productividad de las praderas nativas es baja, el grado de desarrollo de infraestructura también ofrece un rango de posibilidades económicas. La cercanía de Quilichao al área metropolitana de Cali contrasta con las condiciones bastante desarrolladas del Cerrado, cerca a Brasilia. Ambos, a su vez, son totalmente diferentes de la estación de Carimagua, relativamente aislada, representativa de un área con malas carreteras y escasa infraestructura de comunicaciones.

Muchas de las secciones del Programa han estado operando por varios años y han acumulado una cantidad significativa de información. En 1977 se establecieron nuevas secciones, las cuales están en las primeras etapas de su desarrollo.

ESTUDIO DEL AREA DE IMPACTO

El área de impacto del Programa consiste en 850 millones de hectáreas de suelos ácidos y de baja fertilidad natural, clasificados como Oxisoles y Ultisoles. El

Cuadro 1. **Distribución de Oxisoles y Ultisoles en países de América Latina, calculada con base en los Mapas de Suelos del Mundo, de la FAO, a escala de 1:5 millones.**

País	Millones de hectáreas	Porcentaje del país	Importancia[1]
Brasil	572,71	68	***
Colombia	67,45	57	*
Perú	56,01	44	**
Venezuela	51,64	58	***
Bolivia	39,54	57	**
Guyana	12,25	62	***
Surinam	11,43	62	***
Paraguay	9,55	24	*
Ecuador	8,61	23	*
Guyana Francesa	8,61	94	***
México	4,42	2	
Panamá	3,59	63	***
Honduras	3,13	29	**
Nicaragua	2,92	30	**
Cuba	2,42	21	*
Chile	1,37	2	
Argentina	1,28	0,4	
Guatemala	0,96	9	
Costa Rica	0,70	14	*
Haití	0,52	19	*
Jamaica	0,45	41	**
Trinidad	0,42	84	***
República Dominicana	0,42	9	
Belice	0,40	19	*
Puerto Rico	0,16	18	*
Guadalupe	0,09	47	**
Martinica	0,05	43	**
Totales:			
América Latina[2]	851,10	42	**
América Tropical	848,45	51	***
América del Sur Tropical	828,21	59	***
América Central y Caribe	15,80	23	*

[1] *** Más del 50% del país.
** Más del 25% del país.
* Más del 10% del país.

[2] Incluye los siguientes países donde no hay suelos Oxisoles ni Ultisoles: Uruguay, El Salvador, Antigua, Bahamas, Barbados, Curacao y Antillas Menores.

Cuadro 1 presenta la distribución de estos suelos en América tropical; en este cuadro, los diferentes países están mencionados en un determinado orden basado en la extensión e importancia que estos suelos tienen en ellos.

En su mayor parte, estas áreas están escasamente pobladas y dedicadas a la producción de ganado de carne. Con el propósito de obtener información más detallada, a mediados de 1977, se inició un estudio para clasificar los recursos que ofrecen tales áreas y lograr así una síntesis económica basada en características geográficas. Esta síntesis servirá para diseñar más adelante estrategias sobre transferencia de tecnología generada por el Programa e instituciones colaboradoras. El estudio y análisis del "área de impacto" se completará en dos años.

Se adoptó la metodología del "Sistema de Tierra" desarrollada por Christian y Stewart, en el norte de Australia. Para nuestros fines, un "Sistema de Tierra" se define como "un área o grupo de áreas a través de las cuales se manifiesta un patrón recurrente de clima, paisaje y suelo". Los parámetros ambientales que afectan la utilización de la tierra se clasifican en el orden siguiente:

1. Clima
   - a. Energía radiante recibida
   - b. Temperatura
   - c. Evapotranspiración potencial
   - d. Balance hídrico
   - e. Otros factores climáticos
2. Paisaje
   - f. Geomorfología
   - g. Hidrología
3. Suelo
   - h. Características físicas
   - i. Características de fertilidad

El profesor George Hargreaves, con su asociado Karl Hancock, de la Universidad Estatal de Utah (EE.UU.), realizan el trabajo climático utilizando datos metereológicos provenientes de más de 1000 estaciones meteorológicas situadas en el área de impacto. Para definir el patrón de paisajes del terreno, se usan imágenes obtenidas vía satélite las cuales se complementan con reconocimientos aéreos y terrestres. También, se está formando una colección completa de imágenes LANDSAT[1] correspondiente al área de impacto. Las características de fertilidad del suelo se describen según el Sistema de Clasificación de Suelos según su fertilidad, desarrollado por el Dr. Stanley Buol y sus colaboradores, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.

Este estudio se complementará con una determinación preliminar de las condiciones de crecimiento de las principales plantas forrajeras gramíneas y leguminosas presentes en el área; esta determinación constituirá una guía para definir cuáles especies forrajeras se deben estudiar. Además, se intentará demarcar los límites geográficos que corresponden a las principales enfermedades del ganado vacuno, con la colaboración de la sección de Salud Animal de Programa.

Una vez trazadas las demarcaciones de los Sistemas de Tierra, se procederá a definir las áreas geográficas de mayor prioridad para la introducción de tecnologías mejoradas para incrementar la producción de ganado de carne, lo cual se hará de acuerdo a consideraciones económicas. Este trabajo, realizado por el economista del Programa, se complementará mediante estudios de campo de prácticas de manejo animal en áreas específicas, lo que ayudará a identificar cuáles son los sistemas de producción que actualmente operan. La identificación de

[1] LANDSAT = Las imágenes LANDSAT captan no solo luz visible sino también infrarroja, lo cual provee más detalles de los que podría visualizar el ojo humano. Constituyen mosaicos y ofrecen vistas de la tierra, en colores, casi exactos. N. del Ed.

los sistemas de producción se hará bajo la dirección del especialista en manejo animal de Programa.

Debido a que el estudio traspasa fronteras nacionales, involucra la cooperación de varias instituciones nacionales. En Brasil, en donde se ha comenzado el trabajo, el proyecto se realiza de manera conjunta con el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados, de EMBRAPA y tiene como coordinador al Dr. Luiz Guimaraes de Azevedo.

En este momento, los estudios climáticos hechos por el Dr. Hargreaves y colaboradores se realizan normalmente, así como también la organización de la revisión de la literatura y los aspectos cartográficos.

Ya se ha hecho la primera comprobación preliminar *in situ* de la interpretación de las imágenes obtenidas vía satélite, las cuales cubren aproximadamente 200 millones de hectáreas; esta comprobación se hizo en las principales regiones de sabanas en América tropical, incluyendo la región centrooccidental de Brasil y una parte oriental de Bolivia, entre las latitudes 10°S y 20°S. Esto representa aproximadamente el 23 por ciento del área de impacto y el 60 por ciento de las regiones de sabana. Actualmente, se están revisando las imágenes vía satelite, de acuerdo con las evaluaciones de campo y se lleva a cabo la compilación de los datos para su clasificación eventual y su almacenamiento en un banco de datos, antes de la preparación del informe correspondiente.

Se pueden adelantar algunos resultados provisionales:

1. En el área estudiada hasta la fecha, aproximadamente el 40 por ciento de las tierras se clasifican como sabanas bien drenadas, principalmente, con suelos Oxisoles; el 25 por ciento, son sabanas mal drenadas, principalmente con suelos Ultisoles y el resto comprende otros ecosistemas. La producción de ganado, en las sabanas bien drenadas, está generalmente limitada por la falta de forraje durante la estación seca, mientras que en las sabanas mal drenadas se presenta a menudo falta de forraje, durante la estación lluviosa, debido a las inundaciones y a la escasez de tierras altas no inundables, de fácil acceso y con especies forrajeras adecuadas.

2. Más del 85 por ciento de las sabanas bien drenadas están cubiertas de una vegetación arbustiva continua, llamada comúnmente "Cerrado" en Brasil; sólo una parte relativamente pequeña se puede clasificar como sabana abierta. Debido a que la densidad de la vegetación arbustiva tiene una correlación positiva con la fertilidad del suelo, este hecho indica que estas sabanas, aunque-sin duda- tienen suelos de baja fertilidad, pero no tan extremadamente baja como la de los suelos de la altiplanicie de los Llanos Orientales de Colombia. Más aun, frecuentemente se encuentran en estas sabanas algunas áreas pequeñas con suelos más fértiles localizadas generalmente a lo largo de los patrones de drenaje.

3. Es evidente que existen extensas áreas en el occidente de Brasil, las cuales podrían ser utilizadas en forma más intensiva para la producción de ganado, con la aplicación de una tecnología innovativa que tenga un bajo costo de aplicación.

RECURSOS GENETICOS

El objetivo de esta Sección es aumentar y ampliar la diversidad genética del germoplasma de especies forrajeras tropicales con potencial para el área de impacto. Las actividades comenzaron a finales de 1976; durante 1977, se concentraron en los

siguientes aspectos: 1) recolección de germoplasma mediante colección directa e intercambio con otras instituciones; 2) aumento inicial y mantenimiento de germoplasma existente; 3) evaluación preliminar del germoplasma; y 4) su identificación y clasificación mediante un herbario de referencia.

COLECCION E INTRODUCCION DE GERMOPLASMA DE ESPECIES FORRAJERAS

Desde la creación de la Sección de Recursos Genéticos, en 1977, el CIAT ha aumentado significativamente su colección de germoplasma de especies forrajeras (Figura 3). Este aumento es el resultado de expediciones sistemáticas de recolección por regiones con suelos Oxisoles y Ultisoles, tales como en los Llanos Orientales de Colombia, especialmente en los departamentos del Meta y Vichada; en los Llanos de Venezuela, en los estados de Bolívar, Anzoátegui y Monagas, y en regiones del Cerrado brasileño, en el estado de Mato Grosso. La última expedición se hizo con la participación de científicos del CIAT, EMBRAPA y CSIRO (Australia).

Estas expediciones sistemáticas y algunos viajes ocasionales de recolección dentro de Colombia, han contribuido considerablemente a enriquecer la colección de germoplasma de especies forrajeras del CIAT, la cual se especializa en materiales provenientes de regiones con suelos muy ácidos en ecosistemas de sabanas de bosque tropical. Además de la recolección directa, se obtuvo germoplasma mediante intercambio con otras instituciones. La principal contribución se logró a través del Proyecto de Leguminosas Forrajeras de la Universidad de Indias Occidentales, con sede en Belice y Antigua, auspiciado por el International Development Research Centre (IDRC, Canadá). Durante 1977, la recolección directa, más las introducciones mediante intercambio, duplicaron la colección de

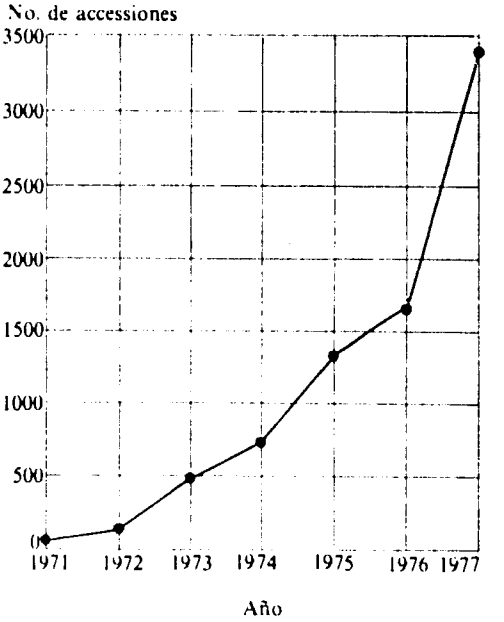


Figura 3. **Desarrollo de la colección de germoplasma de forrajes tropicales del CIAT.**

germoplasma forrajero del CIAT hasta alcanzar 3400 accesiones[1]. En el Cuadro 2 se presentan las adquisiciones de germoplasma hechas durante 1977, para los principales géneros del banco de germoplasma.

MULTIPLICACION INICIAL DEL GERMOPLASMA Y MANTENIMIENTO

En la mayoría de los casos, la cantidad de semilla o material vegetativo introducido por accesión no es suficiente para su evaluación, ni tampoco para su mantenimiento como germoplasma. Por este motivo, gran parte del trabajo de la sección durante 1977, se dedicó al aumento y mantenimiento del germoplasma. Además de las 493 accesiones provenientes de introducciones anteriores (germoplasma recolectado de 1971-1976), se comenzó el proceso de multiplicar la

[1] Nuevos ecotipos recolectados y numerados.

Cuadro 2. **Introducciones de germoplasma de especies tropicales adquiridas mediante recolección directa e intercambios efectuados con otras instituciones, durante 1977.**

Género	No. de accesiones adquiridas por recolección en:				No. de accesiones adquiridas por intercambio con:					Total acces. Banco Germ. Forrajes CIAT
					IDRC Proyecto Legumin. Forrajeras		USDA	Otros	Total	
	Colombia	Venezuela	Brasil	Total	Belice	Antigua				
Stylosanthes	62	67	148	277	48	24	-	10	82	1021
Desmodium	125	5	114	244	61	7	-	6	74	525
Zornia	42	-	74	116	1	—	—	—	1	145
Aeschynomene	40	2	32	74	2	-	-	-	2	92
Grupo *Macroptilium*[1]	60	1	32	93	32	12	-	7	51	278
Centrosema	25	5	13	43	35	4	-	3	42	232
Galactia	30	-	16	46	-	4	-	-	4	70
Arachis	-	-	6	6	-	-	42	-	42	77
Leguminosas varias[2]	171	4	158	333	146	13	-	12	171	806
Gramíneas	3		1	4	-	-	13	20	33	154
Total	558	84	594[3]	1236	325	64	55	58	502	3400

[1] *Macroptilium, Phaseolus* y *Vigna*.

[2] *Calopogonium, Pueraria, Teramnus, Glycine, Cassia, Rhynchosia, Crotalaria, Tephrosia, Eriosema, Clitoria, Indigofera, Leucaena* y otras.

[3] Mas de 41 accesiones de las cuales se recogio únicamente material vegetativo y en proceso de aumento de semilla en el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, de EMBRAPA, Campo Grande, Mato Grosso do Sul

existencia de semilla del 60 por ciento de los materiales de 1977, bajo condiciones de invernadero, en CIAT-Palmira, y de campo, en CIAT-Quilichao (Cuadro 3). También, se inició el mantenimiento de gramíneas no productoras de semilla para lo cual se estableció una colección viva de 28 accesiones en CIAT-Quilichao.

EVALUACION PRELIMINAR DEL GERMOPLASMA

En CIAT-Quilichao, se inició la evaluación preliminar del germoplasma de leguminosas recolectadas en 1977 que presenta mayor promesa. Las nuevas accesiones del Grupo *Macroptilium*, de las especies *Zornia*, *Aeschynomene*, *Centrosema* y de *Stylosanthes capitata* -todas ellas originarias de suelos ácidos de sabana y de las cuales se tiene suficiente semilla disponible-se establecieron en parcelas de introducción, cada una con 24 plantas espaciadas. Estas plantas se están evaluando y comparando con las mejores accesiones de las colecciones anteriores (Cuadro 4).

Cuadro 3. **Germoplasma de especies forrajeras adquirido en 1977, el cual está bajo aumento inicial de semilla para colección de mantenimiento y trabajo.**

Generos	No. de accesiones
Stylosanthes	342
Desmodium	121
Zornia	71
Aeschynomene	50
grupo *Macroptilium*[1]	99
Centrosema	47
Galactia	31
Arachis	47
Leguminosas varias	170
Gramineas[2]	48
Total	1026

[1] *Macroptilium*, *Phaseolus* y *Vigna*

[2] Tambien para evaluación preliminar, incluyendo introducciones anteriores

Cuadro 4. **Germoplasma de especies forrajeras adquirido en 1977, que se encuentra bajo evaluación preliminar de campo, en CIAT-Quilichao.**

Especies	No. de accesiones
Zornia spp.	55
Grupo *Macroptilium*	31
Aeschynomene spp.	26
Centrosema spp.	14
Stylosanthes capitata	10
Total	136

Figura 4. Muestra de una entrada de la colección de forrajes en el herbario de referencia del CIAT; además de la planta, el herbario incluye una breve descripción de la misma y algunos datos relacionados con el lugar en el cual se recolectó. Este ejemplar pertenece a *Stylosanthes capitata*.

DESARROLLO DE UN HERBARIO DE REFERENCIA

Con la colaboración de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT, se inició el desarrollo de un herbario de referencia. Los especímenes de este herbario (Figura 4), los cuales cubren un amplio rango de géneros, especies y ecotipos, servirán para constatar y registrar la amplia variación de las plantas forrajeras tropicales y a la vez, permitirán la identificación y clasificación del germoplasma nuevo y de la vegetación nativa de las sabanas tropicales. Durante 1977, se reunieron 208 especímenes (Cuadro 5).

Cuadro 5. **Especímenes de plantas forrajeras tropicales y vegetación de sabana en el herbario de referencia de CIAT, hasta el 1 de noviembre de 1977.**

	No. de especímenes
Germoplasma de especies forrajeras del CIAT	
Gramineae	20
Leguminosae	39
Vegetación sabanera	
Gramineae y *Cyperaceae*	34
Leguminosae	55
Otras familias	60
Total	208

FITOJEMORAMIENTO

En el pasado el Programa de Ganado de Carne na concentrado la totalidad de sus esfuerzos en la evaluación de ecotipos de leguminosas forrajeras nativas obtenidas en expediciones de colección patrocinadas por el CIAT o de colecciones de germoplasma disponibles en otras instituciones, en un intento para identificar ecotipos adecuados para su siembra comercial en el área de impacto. Este procedimiento ha sido conveniente puesto que existen muchos géneros de leguminosas forrajeras tropicales nativas, especies dentro de estos géneros y ecotipos dentro de estas especies, que no han sido evaluados en forma adecuada para determinar tanto su utilidad directa en la producción comercial como la posibilidad de tenerlos en cuenta en un programa de mejoramiento genético. El énfasis es y continuará siendo la evaluación de nuevas accesiones.

Por lo tanto, la Sección de Fitomejoramiento, como se concibe actualmente, tiene dos funciones principales. Primera, la evaluación del germoplasma existente, en estrecha coordinación con otros investigadores del Programa, con el propósito de identificar los ecotipos apropiados para usar como progenitores en los cruzamientos. Segunda, investigaciones sobre procedimientos de mejoramiento que involucrarán aquellas especies de leguminosas que hayan demostrado ser más promisorias dentro del área de impacto.

La Sección de Mejoramiento ha asignado prioridad al complejo de las especies *Stylosanthes*, principalmente *S. capitata*.

Se concederá prioridad secundaria a otros géneros promisorios, en el orden siguiente: *Centrosema*, *Desmodium*, *Macroptilium*, *Leucaena* y *Zornia*. Hasta tanto los ecotipos recientemente introducidos de especies pertenecientes a estos géneros sean evaluados en una forma más completa en el campo y se obtenga una base genética más amplia, el énfasis se seguirá dando a *Stylosanthes*.

Se han iniciado investigaciones específicas de mejoramiento genético con especies de *Stylosanthes*, especialmente con *S. capitata*. Se desconocía el número de cromosomas de esta especie. Los recuentos cromosomáticos iniciales

realizados con *S. capitata* para los cuales se usó pulpa de la punta de la raíz, han dado resultados inconsistentes. Algunos ecotipos parecen tener 2n = 20 cromosomas, igual que *S. guianensis*, mientras que otros con aparentemente tetraploides, con 2N = 40. Además, la morfología de los cromosomas de estas dos especies parece ser notoriamente diferente (Figura 5), lo cual podría indicar dificultad para efectuar hibridaciones interespecíficas entre ellas.

Se están realizando selecciones de líneas puras entre ecotipos de varias especies de *Stylosanthes* a fin de determinar, tanto la variabilidad intraecotipo como la variabilidad intercotipo en relación a ciertos caracteres. Se están modificando los métodos de selección en laboratorios e invernaderos, usados para identificar la resistencia a *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnosis), de las futuras poblaciones segregantes provenientes de los cruzamientos. En Carimagua, se dio comienzo a experimentos con la cooperación del entomólogo del Programa para caracterizar y separar los efectos de la antrocnosis y el barrenador del tallo, a fin de desarrollar métodos confiables de selección en el campo para identificar la resistencia a estos dos problemas.

Se han establecido en el invernadero plantas de ecotipos de las distintas especies de *Stylosanthes* con características valiosas conocidas, las cuales se usarán para los cruzamientos preliminares, tanto

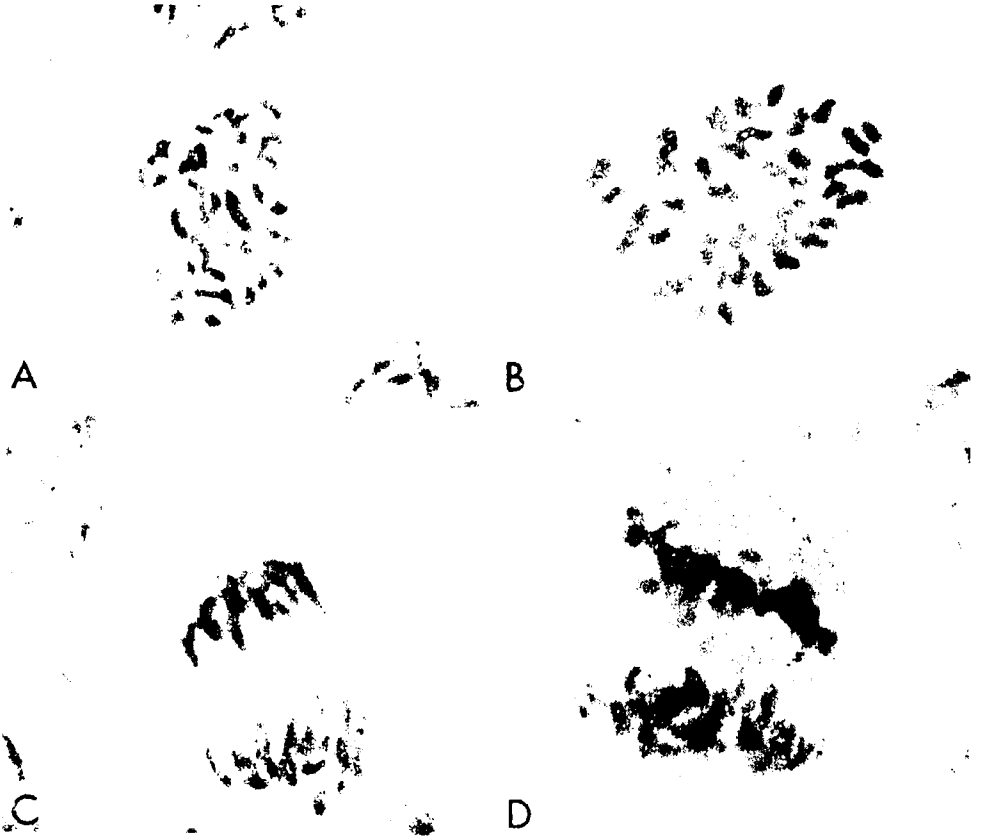


Figura 5. Cromosomas somáticos de dos especies de *Stylosanthes*. A = *S. guianensis*, en metafase (2n = 20); B = *S. capitata*, en metafase (2n = 40); C = *S. guianensis*, en anafase; D = *S. capitata*, en anafase.

intra como interespecíficos. Estas plantas servirán para desarrollar los métodos más apropiados de polinización controlada y los híbridos resultantes constituirán una muestra, pequeña pero representativa, de poblaciones segregantes.

AGRONOMIA DE LEGUMINOSAS

Los agrónomos especialistas en leguminosas forrajeras del Programa evalúan la adaptación del germoplasma bajo condiciones de suelos ácidos. Esta evaluación consiste en una serie de pasos, desde pequeñas parcelas de observación, a lotes bajo corte y pruebas de pastoreo. Durante 1977, se evaluaron 226 accesiones de 34 especies en seis localidades, entre las cuales se incluyen las subsedes de Quilichao y Carimagua. El número de accesiones bajo pastoreo, en Carimagua, aumentó dramáticamente de seis en 1976, a 30 en 1977.

ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE SELECCION

A mediados de 1977, se estableció el Comité de Germoplasma del Programa, con tres funciones específicas: 1) definir los criterios de selección para gramíneas y leguminosas; 2) establecer categorías prometedoras y asignar prioridades en cuanto a aumento de semilla; y 3) clasificar las accesiones promisorias dentro de las diferentes categorías según los criterios de selección.

Los criterios de selección de leguminosas forrajeras se presentan en el Cuadro 6. Estos se revisarán y cuantificarán, a medida que se reciba nueva información sobre tolerancia a los varios factores limitantes. Los criterios sobre adaptación general a condiciones ecológicas específicas se basan en observaciones de crecimiento y vigor. Aunque la adaptación a las condiciones de moderada y alta fertilidad del suelo no son parte de los objetivos del Programa, se identifican las accesiones promisorias de la colección de trabajo, para su posible uso fuera del área del impacto, así como en las áreas localizadas, con suelos de alta fertilidad, que se encuentran dentro del área de impacto. En el Cuadro 7 se presentan las categorías promisorias que se han desarrollado.

CLASIFICACION DE GERMOPLASMA DE LEGUMINOSAS

En los Cuadros 8 y 9 se agrupan 21 accesiones prometedoras dentro de las dos

Cuadro 6. Criterios de selección preliminar para las leguminosas forrajeras del CIAT.

Criterios	Símbolos
Adaptación a las condiciones de Carimagua[1]	YC
Adaptación a las condiciones de Quilichao[1]	YQ
Adaptación a suelos de fertilidad mediana	YM
Adaptación a suelos de alta fertilidad	YH
Tolerancia a las enfermedades	D
Tolerancia a los insectos	I
Potencial de fijación de nitrógeno	N
Potencial de producción de semilla	Sp
Tolerancia al estres de agua	W
Tolerancia al aluminio y al bajo nivel de fósforo	S
Calidad nutricional	Q
Persistencia bajo pastoreo	P
Facilidad de manejo	M
Productividad animal	A

[1] Descrito en la Figura 2 y en el Cuadro 26

cuadro 7 **Categorías promisorias para las accesiones de leguminosas forrajeras del CIAT y sus niveles de evaluación y multiplicación de semilla.**

Categoría promisoria	Nivel de evaluación	Etapas[1]	Planeación de producción de semilla[2]
1	Tolerancia inicial y/o ensayos agronómicos en pequeña escala	1-4	Inicial: (Hasta 0,2 ha)
2	Ensayos agronómicos completos	1-7	Primaria: (Hasta 5,0 ha)
3	Ensayos agronómicos completos y de densidad de pastoreo	1-11	(Hasta 10 ha)
4	Ensayos agronómicos completos y con animales	1-17	Terciaria: (Más de 10 ha)
5	Distribución de pre-cultivares	1-14	(Más de 10 ha)

[1] Se refiere a las actividades numeradas en el Diagrama Secuencial del Programa de Ganado de Carne (Fig. 1).

[2] Suficiente producción de semilla para sembrar en el área indicada

Cuadro 8. **Accesiones de leguminosas forrajeras del CIAT clasificadas como promisorias Categoría 4, hasta noviembre de 1977.**

Especies	CIAT No.	Criterio selectivo[1] (espacios vacíos representan: Sin información)											
		YC	YQ	YM	YH	D	I	N	Sp	W	S	Q	P
Centrosema sp.	438	-	+	+		+	+	+	+			+	
Centrosema sp.	1787	-	+	+		-	+		+			+	
Centrosema sp.	845	-	+	+		+	+		+			+	
Desmodium ovalifolium	350	+	+			+	+	+					
Stylosanthes capitata	1019	+	-	-	-	+	+	+	+				
Stylosanthes capitata	1078	+	-	-	-	+	+	-	+				
Stylosanthes capitata	1097	+	-	-	-	+	+	+	+				
Stylosanthes capitata	1315	+	-	-	-	+	+		+				
Stylosanthes capitata	1405	+	-	-	-	+	+		+				
Stylosanthes guianensis	136	-	+	-	-	-	-	+	+		+		
Stylosanthes guianensis	184	-	+	-	-	-	-	+	+		+		
Zornia sp.	728	+	-	-	-	+	+		+				

[1] Los codigos se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 9. **Accesiones de leguminosas forrajeras del CIAT clasificadas como promisorias Categoría 3, hasta noviembre de 1977.**

Especies	CIAT No.	Criterio selectivo[1] (espacios vacios representan: Sin información)											
		YC	YQ	YM	YH	D	I	N	Sp	W	S	Q	p
Desmodium distortum	335	-	-	+				+	+			+	-
Desmodium heterophyllum	349	-	+	+				+	+				
Desmodium sp.	336	-	-	+			+						
Glycine wightii	201	-	-	-	+				+		-		
Glycine wightii	204	-	-	-	+				+		-		
Macroptilium sp.	535		+			+	+	+	+				
Pueraria phaseoloides	-	+	-	+		+	+	+	+		+		
Stylosantes hamata	118	-	-	-	+				+				
Stylosanthes hamata	147	+							-				

[1] Los codigos se describen en el Cuadro 6.

categorías más avanzadas y se describe el comportamiento en cada criterio de selección. La Categoría 4, que comprende el material más promisorio, incluye una lista de 12 accesiones de cinco especies, las cuales están actualmente sometidas a pruebas de pastoreo, ya sea en Quilichao o en Carimagua, o en ambas localidades. Este cuadro muestra que algunas accesiones de *Stylosanthes capitata, Zornia* sp. y *Desmodium ovalifolium* son prometedoras bajo las limitaciones ambientales existentes en Carimagua, en donde la tolerancia a la antracnosis y al barrenador del tallo es de capital importancia para *Stylosanthes*. Los híbridos de *Centrosema* y las dos accesiones de *Stylosanthes guianensis* son más prometedoras para las condiciones menos severas de Quilichao, especialmente, en cuanto a enfermedades y ataque de insectos. Los numerosos espacios en blanco que aparecen en este cuadro subrayan la necesidad de profundizar las evaluaciones, especialmente en lo que se refiere a persistencia bajo pastoreo en varias regiones del área de impacto.

Debido a que este es nuestro primer intento de clasificación sistemática del germoplasma de leguminosas tropicales, las listas que aparecen en este informe se deben considerar tentativas y sujetas a cambio, ya que aún no se han completado todas las evaluaciones proyectadas.

Stylosanthes

La antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, es una enfermedad altamente destructiva de *Stylosanthes* spp. y es endémica en América Latina. La resistencia varietal es el único medio práctico de control. La amplia incidencia de esta enfermedad en nuestro hemisferio, así como su presencia en Australia, Africa y Florida, enfatizan la necesidad de obtener genotipos resistentes a la antracnosis de *Stylosanthes*.

Hace tres años, aproximadamente, se inició la selección sistemática de 850 accesiones de *Stylosanthes* spp. por su resistencia a la antracnosis. Simultáneamente, se ha incrementado la diversidad genética del germoplasma de la colección de leguminosas forrajeras del CIAT mediante exploraciones y recolecciones de nuevas accesiones procedentes de las sabanas de América tropical. Los resultados de estas investigaciones se pueden resumir de la siguiente manera: La antracnosis se propaga mediante la semilla. Se aisló *C. gloeosporioides* de vainas y semillas esterilizadas superficialmente que procedían de plantas de *S. scabra* cultivadas en parcelas de campo, en Palmira. Este aislamiento produjo sín-

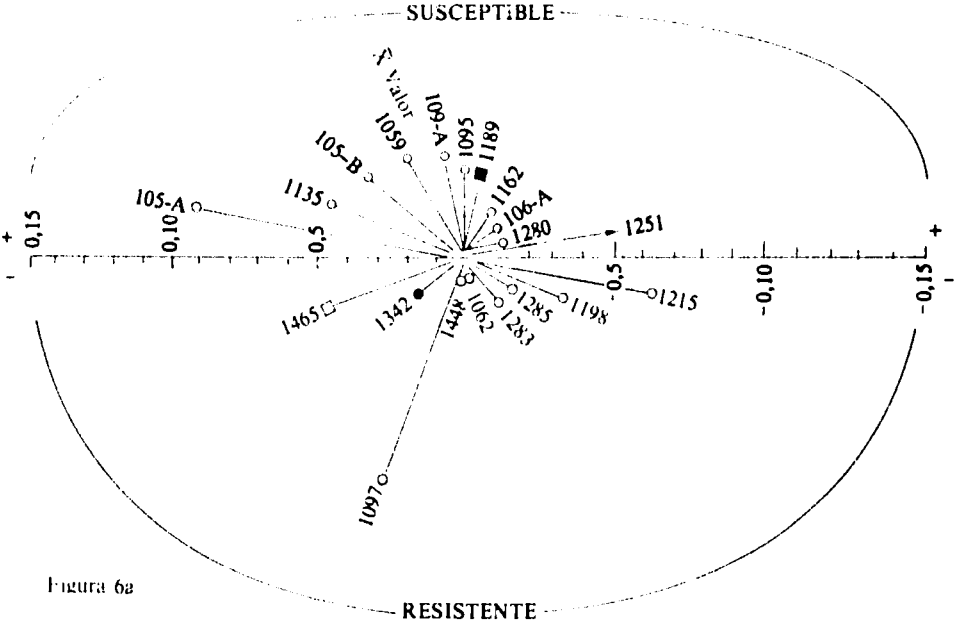


Figura 6a

Figura 6 (a hasta f). **Indices de severidad fitopatológica (ISF) para *Stylosanthes* spp. y desviaciones (±) de los valores medios. Los valores positivos representan líneas susceptibles de *Stylosanthes* y los valores negativos indican diferentes grados de resistencia. Los ISF fueron calculados con base en la siguiente fórmula:**

$$ISF = \frac{\text{Media de la clasificación por resistencia a la enfermedad de la Accesión} - \text{media de la clasificación por resistencia a la enfermedad del Experimento}}{\text{Desviación estándar de la media de la clasificación por resistencia a la enfermedad del Experimento}}$$

Clasificación por resistencia la enfermedad = media de los pesos de cinco clasificaciones, basadas en la siguiente escala: 1=no hay infección, 2= manchas < 1mm, 3= 25% del área foliar infectada, 4 = 50% del área foliar infectada, 5= planta muerta

Convenciones en la Figura 6 (en sus seis presentaciones)

- ○ *S. guianensis*
- □ *S. guianensis* de tallo fino
- ● *S. capitata*
- △ *S. bracteata*
- ▲ *S. humilis*
- ◬ *S. viscosa*
- ◎ *S. scabra*
- □ *S. hamata*
- ◉ *S. montevidensis*
- — *Stylosanthes* sp.

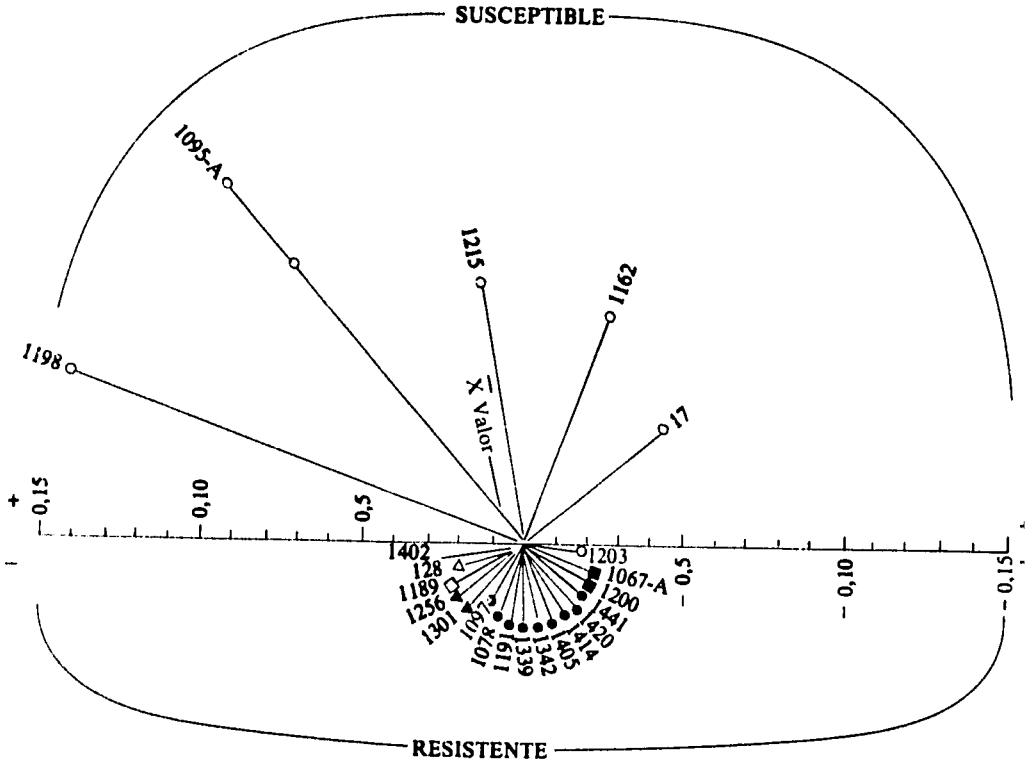


Figura 6b

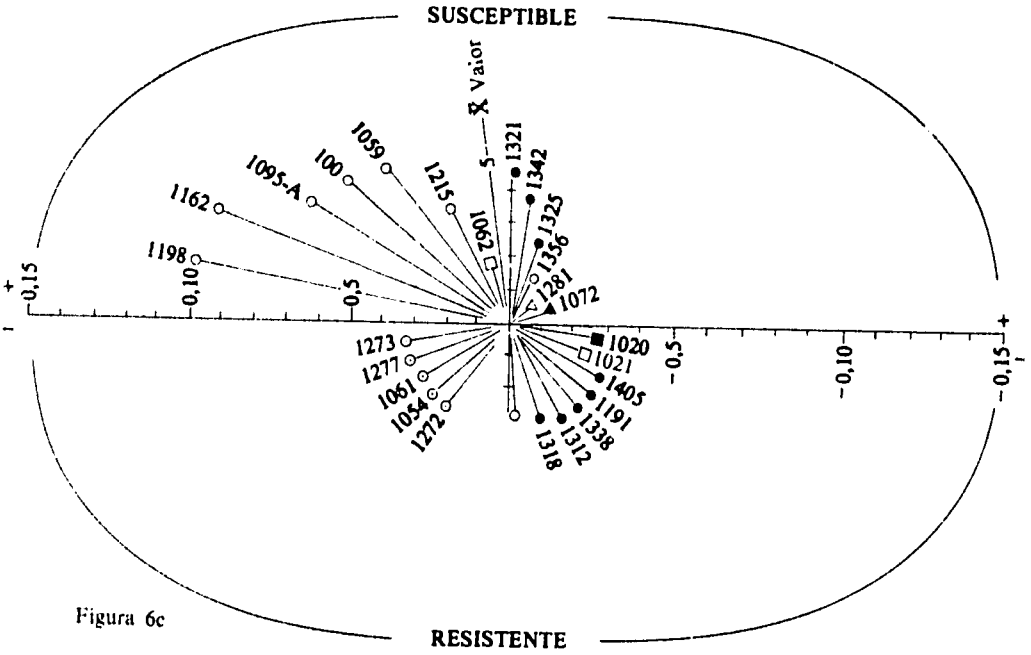


Figura 6c

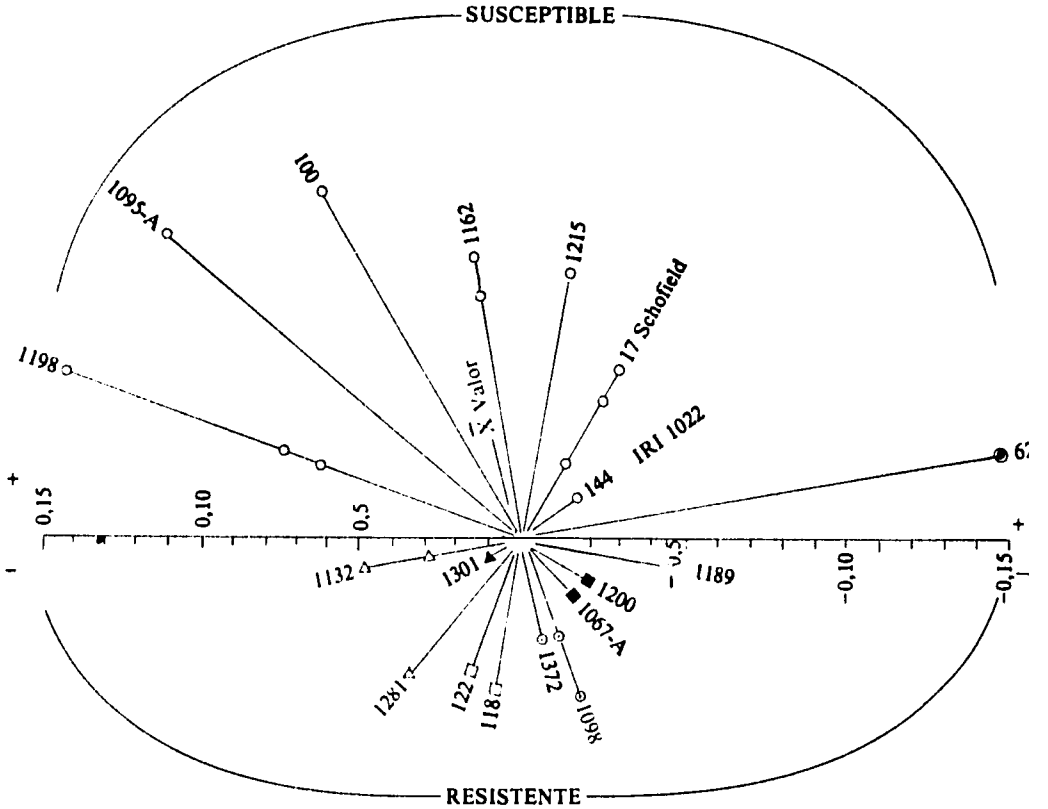


Figura 6d

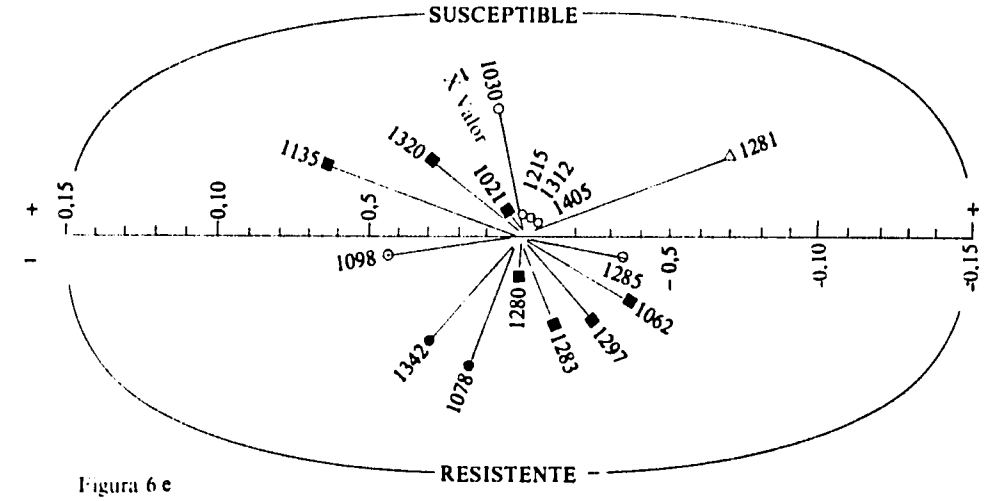


Figura 6 e

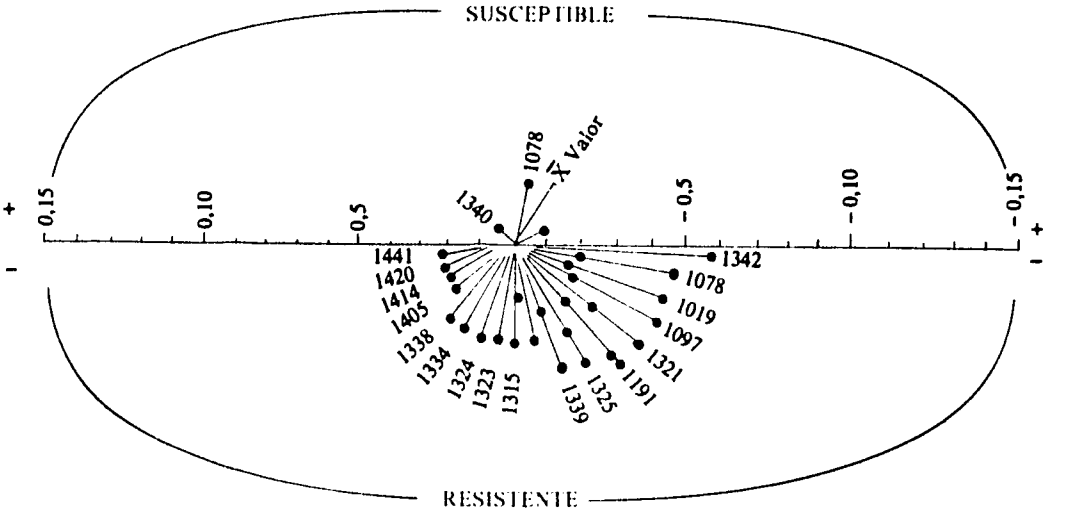


Figura 6f

tomas de antracnosis y causó la muerte de plántulas de *S. guianensis* CIAT 1198 y también, afectó a otras especies y ecotipos de *Stylosanthes*.

Mediante la selección de un gran número de accesiones de *Stylosanthes*, se identificó en varias especies un alto grado de resistencia a antracnosis. *S. capitata* Vog. mostró la mayor tolerancia en ensayos de patogenicidad en invernadero y en laboratorio. Los resultados de varios experimentos se han condensado en la Figura 6a-f. Varias accesiones de *S. capitata* mantuvieron una fuerte resistencia a la antracnosis bajo condiciones de campo, en Carimagua, durante los dos últimos años. Los ecotipos de *S. capitata* mostraron tolerancia a un espectro más amplio de razas fisiológicas del patógeno, en comparación con otras especies del género, aunque, respecto a este carácter, se encontró variación entre ecotipos (Cuadro 10).

En todas las siembras de Carimagua se encontró nodulación efectiva de *S. capitata* después de la inoculación.

Por lo tanto, *S. capitata* es una de las especies más promisorias para las condiciones ambientales de los Llanos Orientales de Colombia. La tolerancia a la antracnosis y al ataque del barrenador del tallo, además de tener una buena adaptación a los suelos de baja fertilidad y toxicidad de aluminio, constituyen características agronómicas importantes de esta especie. Sin embargo, la especie muestra poca tolerancia a los suelos con pH alto o a un alto nivel de calcio. Cuando se cultivó en el invernadero en un Oxisol de Carimagua encalado para obtener un pH de 6,1 *S. capitata* mostró un crecimiento distorsionado y presentó síntomas de disturbio nutricionales aún no debidamente identificados.

Esta especie, que es conocida solamente en Brasil y Venezuela, abarca un rango bastante amplio de condiciones edáficas en las sabanas de Brasil (Figura 7). La primera accesión de *S. capitata* se introdujo de Brasil a mediados de 1974. Actualmente, existen cerca de 57 ecotipos de esta especie en el banco de germoplasma del CIAT.

Los ecotipos difieren morfológicamente y se encontró una variación considerable durante la época de la floración. En Quilichao, las accesiones provenientes del

Cuadro 10. **Reacción de *Stylosanthes* sp. a dos aislados de antracnosis.**

No. de accesión en el CIAT	Especies	Escala de severidad de enfermedad[1] (niveles)	
		Aislado I	Aislado II
1054	*Stylosanthes* sp.	2,33	5,00
1061	*S. scabra*	1,00	1,00
1062	*S. guianensis*	1,50	1,00
1078	*S. capitata*	1,00	1,33
1097	*S. capitata*	1,32	1,00
1098	*S. scabra*	1,00	1,67
1068A	*S. guianensis*	2,17	1,00
1087A	*Stylosanthes* sp.	1,00	2,83
1191A	*S. capitata*	2,00	1,33
1129	*S. guianensis*	5,00	1,00
1162	*S. guianensis*	3,00	1,00
1297	*S. guianensis*	1,50	1,33
1298	*S. capitata*	1,67	1,00
1312	*S. capitata*	1,00	1,00
1338	*S. capitata*	1,00	1,00
1379	*S. hamata*	1,00	1,67
1405	*S. capitata*	1,00	1,00
1497	*S. capitata*	1,67	2,17
1526	*Stylosanthes* sp.	1,33	1,17
1527	*S. scabra*	1,00	1,83
1538	*Stylosanthes* sp.	1,00	1,00

[1] Promedios ponderados de cinco niveles. 1= sin infección, 5 = planta muerta. Aislado I de *S. capitata* 1097. Aislado II de *S. guianensis* 64 A.

límite sur de distribución de la especie (latitud 16º 21ºS) iniciaron la floración en agosto, por lo menos un mes antes que las accesiones provenientes de los estados nororientales de Brasil, en las latitudes 3º a 5ºS (Cuadro 11).

Durante el actual ciclo de siembra, se han establecido en Carimagua cerca de tres hectáreas de asociaciones de 12 ecotipos de *S. capitata* con gramíneas. Las dos gramíneas asociadas con hábitos de crecimiento contrastante son *Brachiaria decumbens* y *Andropogon gayanus*. Aquellas accesiones que resulten tolerantes a la antracnosis tendrán que ser expuestas al ataque de un amplio espectro de cepas del hongo, en varias regiones ecológicas, en las cuales se presenta la enfermedad, con el objeto de comprobar la existencia de una resistencia horizontal estable.

Algunas variedades del tipo común de *S. guianensis* parecen adaptarse muy bien a las condiciones de Quilichao. Las observaciones y los datos de rendimiento, obtenidos durante dos años, indican que las variedades de tallo fino también mostraron en Quilichao una buena resistencia de campo a la antracnosis y al barrenador del tallo. Desafortunadamente, la mayoría de las accesiones de *Stylosanthes* de tallo fino son malas productoras de semilla. El trabajo de

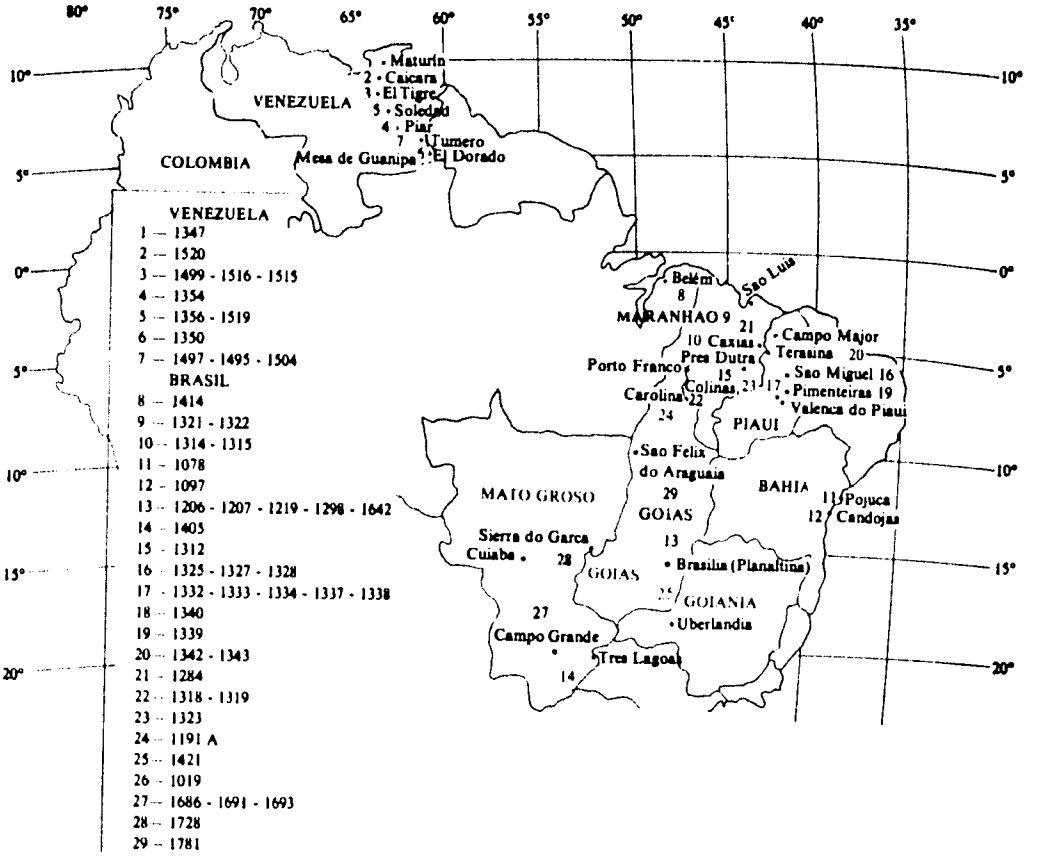


Figura 7. Sitios de recolección de *Stylosanthes capitata* en Brasil y en Venezuela.

selección se debe dirigir hacia la obtención de ecotipos de tallo fino que tengan una mejor capacidad de producción de semilla.

En Quilichao, se establecieron 10 accesiones de *S. guianensis* durante el actual ciclo de siembra para comparar las variedades de tallo fino con dos formas típicas de *S. guianensis*, 184 y 1175, las cuales producen altos rendimientos de materia seca.

Se han incluido dos accesiones de *S. guianensis*, 184 y 136, en experimentos bajo corte y pastoreo. La primera es una variedad local, nativa de la región de Quilichao; la segunda es una accesión proveniente de los Llanos. Los datos obtenidos indican que CIAT 184 produce mayores rendimientos, tanto en ensayos de corte como de pastoreo, que CIAT 136 (Cuadro 12).

A partir de octubre de 1975, se han establecido 158 nuevas accesiones de *Stylosanthes* en la hacienda El Limonar (cercana a CIAT-Quilichao) para su observación inicial. Se identificaron algunos ecotipos de alto rendimiento entre las accesiones que presentaban la forma típica de crecimiento vigoroso de *Stylosanthes*. La incidencia de antracnosis, en el área de Quilichao, ha sido bastante baja durante los dos últimos años, los cuales han sido excepcionalmente secos; parte del material promisorio seleccionado

Cuadro 11. **Características de rendimiento de 15 accesiones de *Stylosanthes capitata* y dos de *S. bracteata* cultivadas como plantas espaciadas, en Quilichao.**

No de accesión en el CIAT y Especie		Rendimiento promedio de 4 cortes (g planta)	Respuesta a la floración[1]
1078	*S. capitata*	187,17 a[2]	T
1323	*S. capitata*	150,83 ab	I
1342	*S. capitata*	146,75 ab	I
1318	*S. capitata*	142,08 ab	I
1339	*S. capitata*	141,42 ab	I
1315	*S. capitata*	123,92 abc	I
1324	*S. capitata*	121,92 abc	I
1382	*S. bracteata*	121,24 abc	I
1340	*S. capitata*	115,42 bc	I
1328	*S. capitata*	113,17bc	I
1325	*S. capitata*	106,25 bc	I
1334	*S. capitata*	102,92 bc	I
1281	*S. bracteata*	97,58 bc	I
1333	*S. capitata*	92,50 bc	I
1338	*S. capitata*	89,83 bc	I
1375	*S. capitata*	80,95 bc	I
1298	*S. capitata*	61,58 c	P

T = Floración tardía (noviembre); I = Floración intermedia (octubre); P = Floración precoz (mediados de agosto)

[2] Los promedios seguidos por una letra distinta son significativamente diferentes (P = 0,05 por el Ensayo de Rango Múltiple de Duncan)

con base en los datos de campo obtenidos, deberá ser evaluado por su tolerancia a la antracnosis, durante una o dos estaciones más.

Centrosema

Se han hecho ensayos preliminares en el invernadero con suelos Oxisoles, con las nuevas accesiones de *Centrosema* originarias de las sabanas. En el Cuadro 13 se presentan los rendimientos de materia seca de 12 accesiones de *Centrosema* cultivadas en recipientes de 8 kilogramos bajo condiciones de invernadero.

En Quilichao, *Centrosema* presentó consistentemente un contenido de N y P más alto que *Stylosanthes*. Esta observación se registró en varias asociaciones de gramíneas/leguminosa, bajo corte y pastoreo (Figura 8).

Desmodium

Desmodium ovalifolium se ha mostrado promisorio en ambos sitios de ensayo y por esta razón, se decidió someterlo a una evaluación más a fondo. En Quilichao, está siendo comparado con *Centrosema* y *Galactia* bajo regímenes de pastoreo de seis y ocho semanas. El establecimiento y crecimiento inicial de *Desmodium* es bastante lento, pero, una vez que se ha establecido, produce rendimientos comparables a los de otras especies leguminosas (Cuadro 14).

Cuadro 12. **Rendimientos de materia seca y contenidos de nitrógeno y fósforo de la planta de dos accesiones avanzadas de *Stylosanthes guianensis* cortado a intervalos de cinco y nueve semanas, en Quilichao (julio 1976 a julio 1977).**

Frecuencia de corte (semanas)	CIAT 184			CIAT 136		
	Materia seca (t/ha/año)	Proteína (%)	P (%)	Materia seca (t/ha/año)	Proteína (%)	P (%)
5	15,92	16,0	0,17	13,6	17,6	0,18
9	10,93	15,0	0,17	9,7	17,8	0,17

Cuadro 13. **Características de rendimiento de 12 accesiones de *Centrosema* spp. cultivadas en suelo de los Llanos.**

No. de accesión en el CIAT	Origen	Rendimiento de materia seca, promedio de tres cosechas (g parcela)
495	Venezuela	4,54 a[1]
5039	Brasil	4,50 a
411	Colombia	4,27 ab
420	Venezuela	4,04 ab
400	Venezuela	4,01 ab
497	Colombia	3,97 ab
491	Brasil	3,84 abc
5008	Colombia	3,48 bcd
458	Colombia	3,29 bcd
492	Brasil	2,99 cd
Comercial	Australiana	2,87 cd
5040	Colombia	2,76 d

[1] Los promedios seguidos por una letra distinta son significativamente diferentes (P = 0,05 por el Ensayo de Rango Múltiple de Duncan)

Su hábito estolorífero y compatibilidad aparente con *Brachiaria decumbens* hacen de *D. ovalifolium* una planta muy prometedora para los mejores Oxisoles y Ultisoles. Se ha establecido con *Andropogon gayanus, B. decumbens* y *B. humidicola* a fin de continuar su evaluación bajo corte y/o pastoreo. Después de haber hecho los estudios preliminares, se han establecido en Quilichao accesiones promisorias de *D. scorpiurus, D. barbatum, D. heterocarpon* y *D. canum*, en parcelas de mayor extensión.

Zornia

Algunas introducciones de esta leguminosa, escasamente conocida, parecen prometedoras bajo las condiciones de los Llanos y en Quilichao. Se han incluido

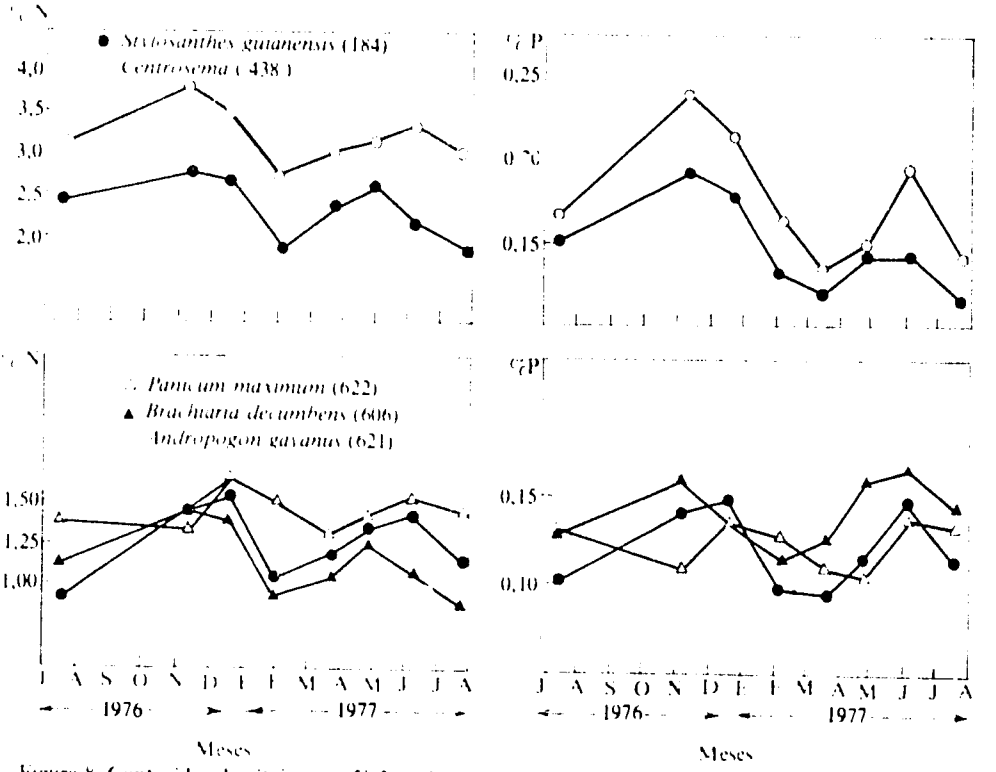


Figura 8. Contenidos de nitrógeno y fósforo de *Stylosanthes guianensis* CIAT 184, *Centrosema* CIAT 438, *Panicum maximum* cv. Makueni, *Brachiaria decumbens* cv. Basilik y *Andropogon gayanus* CIAT 621, todos bajos pastoreo en El Limonar (cerca de Quilichao).

Cuadro 14. **Rendimientos de materia seca del híbrido de *Centrosema*, de *Galactia striata* y de *Desmodium ovalifolium* en El Limonar, cerca de Quilichao, (marzo-1977 a octubre-1977).**

Especies	No. de accesión en el CIAT	Corte I	II	III	IV	Total
		kg/ha				
Centrosema sp.	438	4831 a[1]	938 cde	1692 c	1080 c	8543 a
Galactia striata	964	3655 b	857 e	1707 c	1389 cde	7608 a
Desmodium ovalifolium	350	3255 b	905 e	1657 cd	1166 cde	6984 a

[1] Los promedios seguidos por una letra distinta son significativamente diferentes (P = 0.05 por el Ensayo de Rango Multiple de Duncan).

cuatro accesiones en ensayos de rendimiento sembrados con *Andropogon* o *Brachiaria*. De ellas, sólo CIAT 728 parece ser perenne y las otras son anuales. Las plantas anuales se regeneran satisfactoriamente, a partir de semilla propagada en forma natural a comienzos de la estación húmeda, pero proporcionan poco o ningún forraje durante la época seca. Los datos preliminares (Cuadro 15) indican que la forma perenne, CIAT 728, es más productiva y se adapta mejor a la estación lluviosa más prolongada de los Llanos y también al regimen de lluvias de Quilichao. Aún no se han identificado problemas serios de insectos o enfermedades con *Zornia*.

Cuadro 15. **Rendimientos en las épocas de lluvia y de sequía (dos cosechas), de cinco accesiones de *Zornia* spp., en Quilichao.**

No. de accesión en el CIAT	Rendimiento de materia seca, marzo-octubre, 1977 (kg/ha)
728	8168
814	4067
883	2072
802	2048
897	1496

EVALUACION DE ASOCIACIONES BAJO PASTOREO

En Quilichao y en Carimagua, la gramínea africana *(Andropogon gayanus)* continuó mostrando un buen potencial. Esta introducción está en su tercer año de observación y fue incluida en experimentos de corte y en pruebas de pastoreo, en combinación con varias especies de leguminosas, entre ellas, *Stylosanthes*, un híbrido de *Centrosema*, *Galactia striata* y *S. capitata*.

Se adapta bien a los suelos ácidos, tolera bien la sequía y el fuego, tiene un requerimiento bastante moderado de fósforo y es tolerante a los niveles altos de aluminio. *Andropogon* sobrepasó en rendimiento a *Hyparrhenia rufa* bajo un regimen de corte de cinco semanas. Presentó compatibilidad con *Stylosanthes* y *Centrosema*, tanto bajo corte como bajo pastoreo (Cuadro 16).

En mayo de 1976, se establecieron tres hectáreas de *A. gayanus* en El Limonar para evaluar la reacción al pastoreo de algunas especies forrajeras y de asociaciones con leguminosas. En otro experimento, se establecieron *S. guianensis* 184 y 136 con *B. decumbens* y *A. gayanus*. *Brachiaria* fue la más productiva de las dos especies de gramíneas.

Cuadro 16. **Rendimientos de materia seca de *Andropogon gayanus* e *Hyparrhenia rufa*, cada una con *Centrosema* o *Stylosanthes*, bajo un régimen de corte de cinco semanas, en El Limonar, cerca de Quilichao, (1976-77).**

Asociaciones	Contenido de materia seca (kg/ha/año)	Proteína (%)	P (%)
Andropogon gayanus +	18.710	8,8	0,14
Centrosema 1733	4.005	19,8	0,19
Total	22.715		
Andropogon gayanus +	15.295	8,9	0,13
Stylosanthes guianensis 136	6.158	14,7	0,16
Total	21.453		
Hyparrhenia rufa +	13.665	7,5	0,11
Centrosema 438	4.039	20,9	0,19
Total	17.704		
Hyparrhenia rufa +	13.710	7,7	0,11
Stylosanthes guianensis 136	9.563	16,1	0,18
Total	23.273		

Brachiaria, en asociación con *Stylosanthes*, produjo 111-114 kg/ha/día de materia seca, mientras que *Andropogon* varió de 46-71 kg/ha/día. La máxima producción de materia seca de *Stylosanthes* fue de sólo 29 kg/ha/día. Este rendimiento se obtuvo con la asociación de *Andropogon*/*Stylosanthes* (Figura 9). La tasa de crecimiento más lenta de *Andropogon* dio como resultado un contenido más alto de la leguminosa en las asociaciones que incluyen esta especie de gramínea (Figura 10).

En otra asociación que incluía las mismas dos especies de gramíneas con una combinación de leguminosas, en este caso *Stylosanthes* + *Centrosema* + *Galactia*, se logró mantener un mejor balance durante el primer período de pastoreo, el cual tuvo una duración de siete meses (Figura 11).

En una tercera prueba de pastoreo, se establecieron cinco variedades de *Cen-*

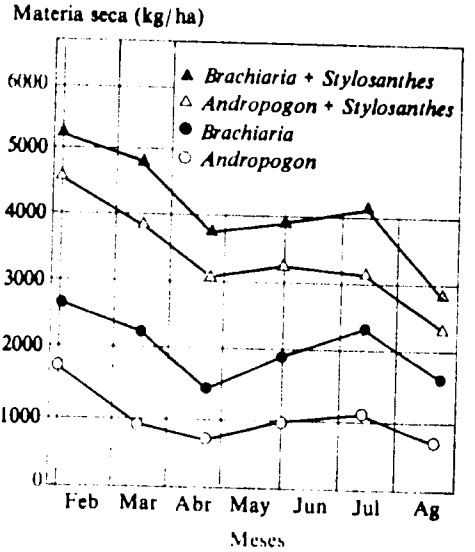
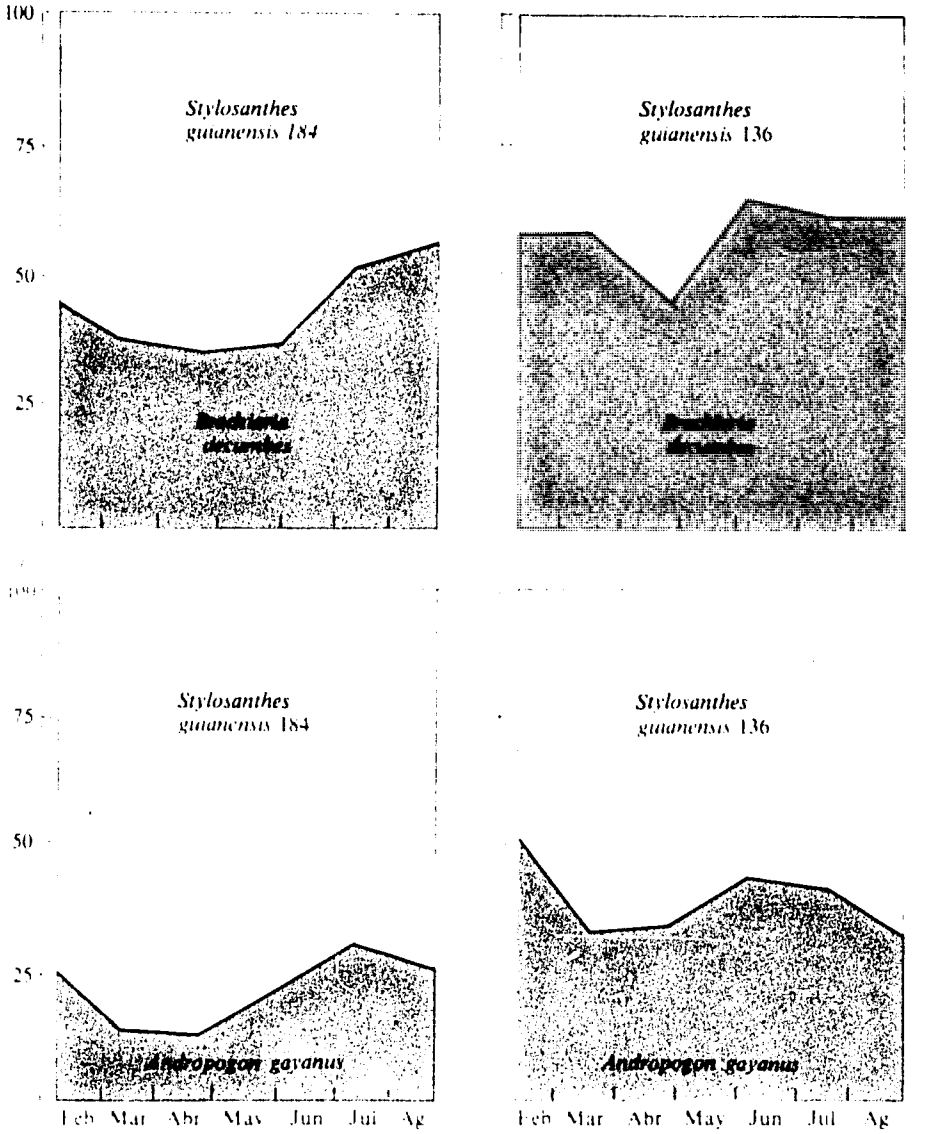


Figura 9 **Rendimientos de presentación de gramíneas y leguminosas en monocultivos de *Brachiaria* y *Andropogon*, y en asociación con *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184 y 136), en El Limonar (cerca de Quilichao).**



Quilichao

trosema con *A. gayanus*, como la gramínea asociada, la cual se utilizó en todas las pruebas para facilitar las comparaciones. Cuatro variedades de *Centrosema*, incluyendo tres híbridos, sobrepasaron en rendimiento ($P = 0,05$) al ecotipo local de *C. pubescens* (Figura 12).

El área ha estado bajo pastoreo desde febrero de 1977. Se adoptó un sistema de pastoreo rotacional, con una carga de 2,3 animales/ha. Se completó el primer período de pastoreo de 214 días y a pesar de la prolongada sequía, se obtuvo un aumento promedio de peso vivo de 561

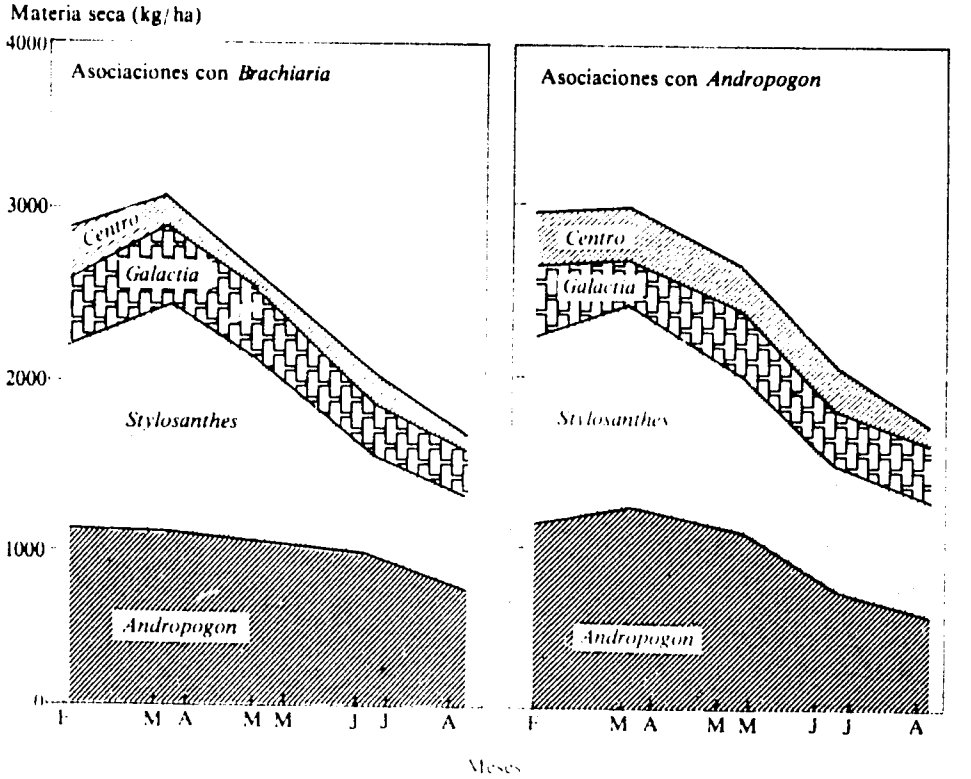


Figura 11. Rendimientos disponibles de materia seca en dos praderas gramíneas - leguminosa bajo pastoreo, en El Limonar (cerca de Quilichao).

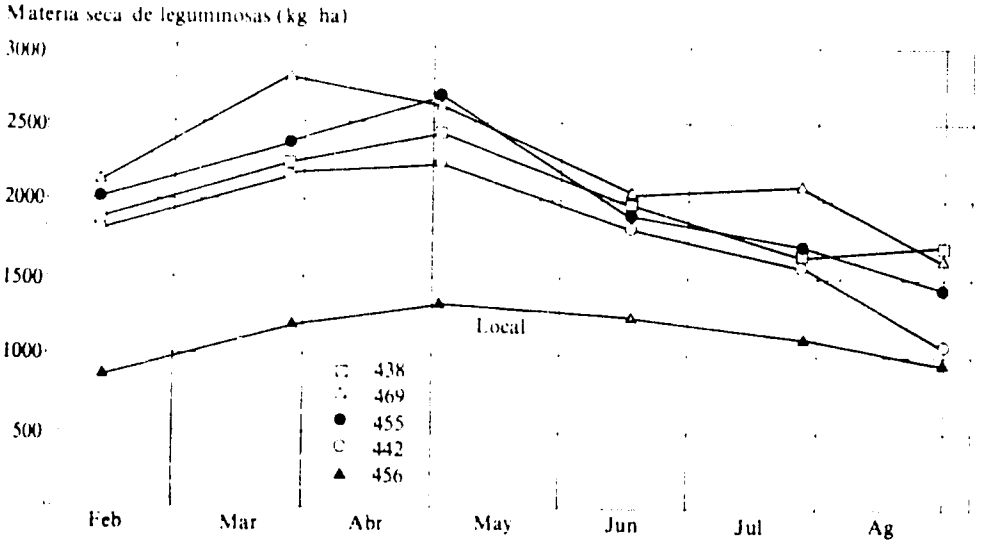


Figura 12. Materia seca disponible de las cinco variedades de *Centrosema*, en parcelas bajo pastoreo en El Limonar (cerca de Quilichao).

g animal día con novillos Cebú provenientes de los Llanos Orientales. Estos animales alcanzaron el peso de sacrificio de 450 kilos a la edad de 2,5 años; en cambio, los animales que pastaban en praderas nativas de *Paspalum notatum*, sufrieron severas pérdidas de peso.

AGRONOMIA DE GRAMINEAS

La Sección de Agronomía de Gramíneas, establecida este año, inició sus labores en cuatro áreas. Primero, evaluaciones iniciales y caracterización de nuevas accesiones en Quilichao; estas actividades se extenderán mediante ensayos regionales a otras localidades del área de impacto. Segundo, en Quilichao y Carimagua, se están estudiando las respuestas a la sequía y a la aplicación de nitrógeno y fósforo, tolerancia a la quema y reacción a los cortes periódicos. Tercero, se está estudiando en Quilichao la importancia relativa de la competencia por agua y nutrimentos. Finalmente, con *A. gayanus* (CIAT 621), se efectúan trabajos sobre selección masal en cuanto a la productividad, calidad y fecha de floración.

El Comité de Germoplasma del Programa ha establecido los criterios de selección que se van a seguir y ha determinado las características

Cuadro 17. **Criterios preliminares de selección para gramíneas forrajeras del CIAT.**

Criterios	Símbolos
Adaptación a Carimagua	YC
Adaptación a Quilichao	YQ
Adaptación a suelos de fertilidad media	YM
Tolerancia a las enfermedades	D
Tolerancia a los insectos	I
Tolerancia al estrés de agua (sequía)	W
Tolerancia al estrés de suelos ácidos	S
Vigor vegetativo	V
Tolerancia a las inundaciones	F
Tolerancia a la quema	B
Producción de semilla	Sp
Persistencia bajo pastoreo	P
Calidad nutricional	Q
Facilidad de manejo	M
Productividad animal	A
Compatibilidad con leguminosas	C

Cuadro 18. **Accesiones de gramíneas clasificadas según criterios de selección, hasta noviembre de 1977.**

Especies	CIAT No	Criterio selectivo (espacios vacíos representan: Sin información)											Categoría
		YC	YQ	YM	C	D	I	W	S	Sp	B	Q	
Andropogon gayanus	621	+	+		+	+	+	+	+		+		4
Andropogon gayanus	635								+				1
Brachiaria decumbens	6012	+	+		-	+	+	+	+	+			3
Brachiaria sp	664								+				2
Brachiaria humidicola	6013	+	+		-				+				2
Brachiaria humidicola	679		+		-				+				2
Brachiaria ruziziensis	6019			+									1
Hemarthria altissima	603			+								+	1
Panicum maximum	622		+	+									3
Paspalum plicatulum	600								+				1

sobresalientes que se trata de obtener en las gramíneas forrajeras y las prioridades de investigación para cada una de las accesiones más prometedoras (Cuadros 17 y 18). Estos objetivos se revisarán periódicamente para introducir los nuevos conocimientos adquiridos y reajustar las prioridades asignadas.

PRODUCCION DE SEMILLAS

Los objetivos de la sección de producción de semilla son: 1) producción de semilla para las necesidades experimentales del Programa de Ganado de Carne, y 2) identificación y estudio de las restricciones que actúan sobre la producción comercial de semilla dentro del área de impacto de este programa. El Comité de Germoplasma del Programa define cuáles materiales genéticos se requieren para propósitos experimentales y la sección de semilla elabora un programa de producción en el campo. Las estrategias aplicadas consisten en, primero, la identificación de regiones geográficas apropiadas para la producción de semilla forrajera y posteriormente el desarrollo de sistemas de producción eficientes para especies particulares.

MULTIPLICACION

Tanto en Quilichao como en Palmira continuó el establecimiento de parcelas para la producción de semilla de gramínea; la producción de semilla de leguminosa se concentró en la región de Quilichao. Se multiplicaron 65 accesiones de leguminosa, sin irrigación, en El Limonar (cerca de Quilichao). Debido al gran número de líneas multiplicadas y al pequeño tamaño de los lotes de multiplicación, casi toda la cosecha de semillas se hizo a mano. La mayoría de las accesiones se cosechó dos veces durante el año: en marzo-abril y en agosto. El Cuadro 19 presenta las cantidades totales de semilla producida y los rendimientos anuales promedio. Esta semilla constituyó la base para los nuevos y extensos estudios de evaluación de especies forrajeras, los cuales fueron iniciados en Carimagua y Quilichao y proporcionarán material para ensayos regionales. Los altos niveles de rendimiento obtenidos con la mayoría de las accesiones de leguminosas, combinado con baja infestación de malezas, confirmaron la utilidad de la región de Quilichao para la multiplicación básica de una amplia gama de germoplasma.

Las listas actuales de accesiones promisorias (Cuadros 8, 9, y 18) se han hecho con base en la orientación revisada de los trabajos de aumento de semilla para el presente año. Se incluyen 37 accesiones de 23 especies de leguminosas y 10 accesiones de ocho especies de gramíneas. En Quilichao, se establecieron casi 8,5 hectáreas de nuevas parcelas, durante septiembre y octubre, las cuales se irrigarán y se cosecharán mecánicamente.

TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE SEMILLA DE LEGUMINOSAS

Las dos accesiones más avanzadas de *Stylosanthes guianensis* (CIAT 136 y 184) presentaron en Quilichao fenología y patrones contrastantes de rendimiento. CIAT 136 se cosechó una vez en enero y produjo un rendimiento de 95 kg/ha de semilla pura. Sin embargo, CIAT 184 floreció durante todo el año y se cosechó en enero, mayo y agosto; rindió 41, 102 y 117 kg/ha, respectivamente, para un rendimiento total de 260 kg/ha/año. Ninguna de estas accesiones presento respuesta al fósforo en una dosis superior a los 45 kg/ha de P_2O_5. La defoliación, anterior a la cosecha de enero, no afectó el rendimiento de CIAT 184 pero sí aumentó el rendimiento de CIAT 136 en el nivel de 135 kg/ha de P_2O_5.

Cuadro 19. **Resumen acerca de semilla forrajera producida en CIAT, desde octubre de 1976, hasta octubre de 1977.**

Especies	Número de accesiones	Total semilla producida (kg)	Rendimiento promedio de semilla (kg/ha/año)	Tipo de semilla
Stylosanthes				
capitata	5	41,0	266	en vaina
guianensis	11	43,0	64	en vaina
hamata	2	51,0	283	en vaina
scabra	8	5,9	254	en vaina
sympodialis	2	4,5	163	en vaina
viscosa	2	0,5	45	en vaina
Desmodium				
heterophyllum	1	15,1	302	pura
canum	4	1,2	162	pura
spp.	24	5,6	—	pura
Centrosema				
pubescens	1	17,4	650	pura
spp.	3	162,3	750	pura
Macroptilium spp.	2	8,7	192	pura
Andropogon gayanus	1	350,0	120	clasificada
Panicum maximum	2	20,0	48	clasificada
Brachiaria decumbens	2	31,0	57	clasificada

Stylosanthes capitata demostró ser un buen productor de semilla ya que, a bajas densidades de siembra y cosecha manual, produjo rendimientos que promediaban 266 kg/ha durante el año de establecimiento.

Se estudió en Quilichao, el rendimiento de *Centrosema* sp. (CIAT 438) en un sistema de soporte mediante espaldera, utilizando espacios entre surcos de uno dos y tres metros. Los rendimientos disminuyeron a medida que aumentaba el espacio de 877 a 515 a 466 kg/ha, respectivamente. En cambio, en Palmira, un sistema de espalderas de dos metros produjo un rendimiento de 90 kg/ha. En otra comparación varietal, cosechada manualmente en Quilichao pero sin ningún sistema de soporte, CIAT 438 y *Centrosema* común produjeron los mismos rendimientos de semilla. Los altos redimientos obtenidos en Quilichao de semilla de *Centrosema* spp., bajo cosecha manual, que alcanzaron un promedio de 750 kg/ha, indican un alto potencial para la cosecha mecánica en esta región (Figura 13).

Durante 1977, *Desmodium*

Figura 13. Un híbrido de *Centrosema* que produjo altos rendimientos de semilla cuando se desarrolló sobre espalderas en Quilichao.

heterophylla produjo abundante semilla en Quilichao. Es posible que la baja precipitación, durante la segunda estación lluviosa de 1976 (450 mm), haya proporcionado las condiciones ideales para obtener varias floraciones sucesivas, madurez de la semilla y acumulación de semilla caída en el suelo. Se cosechó la semilla cortando la planta, con el fin de eliminar la parte aérea de la misma, la cual no albergaba la semilla. Esta operación fue seguida por otra: el paso repetido varias veces de una pequeña cosechadora de succión (Figura 14). El rendimiento promedio de semilla pura por cosecha fue de 265 kg/ha, pero el rendimiento promedio anual fue de 302 kg/ha. Este es el primer caso en que la producción económica de semilla parece posible para esta valiosa especie forrajera.

C. SEMILLAS Y LA PRODUCCIÓN DE SU MATERIAL ORGÁNICO

Andropogon gayanus CIAT 621 inicia el proceso de floración durante todo el año,

Figura 14. Cosechadora de succión recolectando semilla de *Desmodium heterophyllum* en Quilichao.

en Palmira y en Quilichao. El período de floración entre plantas es variable y aun dentro de cada planta, presenta variaciones en cuanto a su longitud. Las espiguillas se desarrollan en secuencia escalonada y por lo tanto, la semilla no madura uniformemente. Como resultado, es difícil determinar la madurez óptima para la cosecha y por tal razón, la eficiencia de la cosecha es baja. Hasta ahora, todas las parcelas han sido cosechadas manualmente; los tallos florecidos se cortan y se dejan en el campo durante 3-6 días antes de efectuar manualmente la operación de trilla y el secamiento natural de la semilla bajo sombra. Las espiguillas se trillaron mecánicamente o bien, manualmente, mediante frotación de tamices de alambre y después, clasificadas por tamaño en una mesa accionada por gravedad. Los lotes de semillas así clasificados presentaron un contenido de cariopsis hasta del 45 por ciento. Los rendimientos obtenidos el año pasado tuvieron una marcada variabilidad habiendo fluctuado entre 30-300 kg/ha de semilla clasificada: esta diferencia en rendimientos obtenidos es la resultante de la precipitación inferior al promedio. La germinación de la semilla pura no tratada, ha alcanzado hasta un 65 por ciento, a los nueve meses de la cosecha.

El rendimiento de semilla de *Brachiaria decumbens* se registró en varios campos establecidos en el Valle del Cauca, en donde la especie florece desde principios de junio hasta octubre. El campo más precoz maduró a finales de junio y la mayoría alcanzó su madurez desde mediados hasta finales de julio. Los campos cosechados manualmente dieron un rendimiento que fluctuó desde 15 a 50 kg/ha de semilla pura. Mediante riego y fertilización nitrogenada se obtuvo una segunda cosecha, a principios de septiembre. El rendimiento más alto registrado en uno de estos campos regados y fertilizados fue de 68 kg/ha/año. Este rendimiento moderado refleja una baja proporción de tallos florecidos, una baja sincronización de floración y una inadecuada nutrición de nitrógeno.

PROTECCION DE PLANTAS

La sección de Protección de Plantas del Programa de Ganado de Carne se estableció en julio de 1977, con la llegada de un entomólogo. Actualmente, tiene tres objetivos: a) hacer estudios básicos (taxonomía, biología, dinámica de población de las principales plagas de insectos), b) determinar las bases económicas para definir prioridades y c) desarrollar un programa integrado de control de plagas en plantas leguminosas promisorias. Los trabajos de fitopatología se iniciarán en 1978.

BARRENADOR DEL TALLO

Se ha iniciado un estudio del daño causado a accesiones de *Stylosanthes* posiblemente por *Zaratha* spp., junto con la evaluación preliminar y biológica de la resistencia de las plantas, a fin de establecer la importancia de dicha plaga. La evaluación inicial se llevó a cabo en Quilichao y Carimagua con el material disponible. En ambas localidades se evaluaron muestras escogidas al azar de todas las accesiones disponibles, para determinar el daño causado por el barrenador del tallo. (Cuadros 20 y 21). En Quilichao, todas las 19 accesiones evaluadas mostraron daño, pero CIAT 1019, 1152, 1102, 184, 1009, 1057 y 1094, mostraron bajos niveles de infestación.

Se registró un promedio de infestación del 88 por ciento en Carimagua y del 84 por ciento en Quilichao. Sin embargo, un alto

Cuadro 20. Evaluación preliminar de *Stylosanthes* spp. respecto a barrenadores del tallo (posiblemente, *Zaratha* sp.), en Quilichao.

Accesiones	No. de muestras tomadas al azar	Daño causado por barrenador del tallo
Stylosanthes guianensis		
136	3	++
184	3	+
191A	3	+
1094	3	+
1098	3	+
1071	3	+
1067A	3	+
Stylosanthes capitata		
1019	3	+
1078	3	+
Stylosanthes scabra		
1064	3	+
1009	3	+
Stylosanthes viscosa		
1057	3	+
1096	3	+
Stylosanthes angustifolia		
1102	3	+
Stylosanthes sp.		
1043	3	+
1051A	3	+
1051B	3	+
1122	3	+
1152	3	+

+ Indica daño

porcentaje de accesiones cultivadas en Quilichao presentó baja infestación. En Carimagua, *S. guianensis* CIAT 1385, la cual no estaba presente en Quilichao, no mostró ningún daño por barrenador del tallo. Posiblemente, esto indica que el material podría tener mejores niveles de resistencia o tolerancia a este insecto, o que el medio y/o otros factores pueden resultar más favorables para producir poblaciones más altas en Carimagua. Estas posibilidades se evaluarán más a fondo en futuras investigaciones.

Para determinar cuál parte de la planta sufre el ataque más severo por parte del barrenador, se evaluaron los tercios superior, medio e inferior (Cuadro 22). Las

Cuadro 21. Evaluación preliminar de *Stylosanthes* spp. respecto a barrenadores del tallo (posiblemente, *Zaratha* sp.), en Carimagua.

Accesiones	No. de muestras tomadas al azar	Daño causado por barrenador del tallo
Stylosanthes guianensis		
182	3	++
1203	3	+
1285	3	+
Stylosanthes capitata		
1298	3	+
1315	3	+
1342	3	+
1191A	3	+
Stylosanthes viscosa		
1273	3	+
1059	3	+
1062	3	+
Stylosanthes sp		
1152	3	
1281	3	+
1051B	3	+
1358	3	
1448	3	+
1215	3	+
1277	3	+

+ Indica daño; - indica ausencia de daño

Cuadro 22. **Distribucion de barrenadores del tallo en plantas de** *Stylosanthes* **en Quilichao.**

Distribucion	No. de plantas examinadas	No. de insectos	Infestacion (%)
Parte superior	87	8	8
Parte media	87	64	68
Parte inferior	87	94	87

observaciones hechas indican que el barrenador del tallo ataca primero la parte basal en donde, presumiblemente, ovipositan las hembras. Luego, las larvas penetran el tallo y comenzan a construir túneles. Las plantas atacadas por los barrenadores desarrollan deformidades en forma de vesículas. En estas estructuras, las cuales se ablandan y descomponen, pueden aparecer larvas y pupas.

Las larvas del último instar tienen un largo aproximado de 8,5 milímetros y son de color blanco. El adulto es un microlepidóptero, de color café grisáceo, con antenas filiformes muy largas. (Figuras 15, 16 y 17)

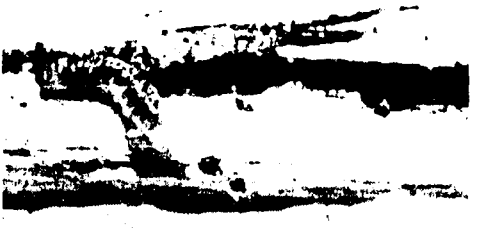


Figura 16. **Daño causado en una planta de** *Stylosanthes capitata* **por la larva del barrenador del tallo (posiblemente,** *Zaratrea* **sp.).**

Parásito del barrenador del tallo

Al examinar en el laboratorio el material recogido en Quilichao, se encontraron parásitos adultos del orden Hymenoptera. Se continuará el estudio de estos parásitos.

Figura 15. **Planta de** *Stylosanthes scabra* **atacada por el barrenador del tallo (posiblemente,** *Zaratrea* **sp.). Obsérvese el lugar en el cual la larva ha empupado.**

Figura 17. **Adulto del barrenador del tallo (posiblemente,** *Zaratrea* **sp.).**

Figura 18. Planta de *Stylosanthes guianensis* atacada por el gusano cuellorrojo, *Stegasta bosquella* (Chambers), Lepidoptera, Gelechiidae.

Figura 19. Adulto del gusano cuellorrojo, *Stegasta bosquella* (Chambers), Lepidoptera, Gelechiidae.

Hospedantes alternos

En Carimagua, se ha encontrado que la maleza llamada "escoba" y en otros países del trópico "escobilla" (*Sida* sp.), presenta infestación de barrenadores del tallo. Esta maleza también sirve de hospedante a otro barrenador, un escarabajo que probablemente pertenece a la familia Curculionidae la cual, ocasionalmente, ataca las plantas de *Stylosanthes*.

GUSANO DE LOS BOTONES

El gusano de los botones, identificado como *Stegasta bosquella* (Chambers) Lepidoptera, Gelechiidae, es otra plaga de *Stylosanthes*. Los huevos de *Stegasta* son blancos y alargados, de aproximadamente 0.2 milímetros de largo y tienen una superficie corrugada. Las hembras ovipositan en los tricomas de las brácteas externas de las inflorescencias. Generalmente, se encuentra una larva por botón. Las larvas en el primer instar tienen aproximadamente un milímetro de largo y son de color blanco lechoso, con una placa cervical rojiza. Las larvas en el último instar toman un color rosado y miden aproximadamente seis milímetros de largo. El adulto es un microlepidóptero de cinco milímetros de largo, negro, con manchas amarillas en el dorso y dos pequeñas manchas laterales en las alas (Figuras 18 y 19). En Quilichao, se han obtenido dos parásitos diferentes del gusano de la yema, los cuales pertenecen al orden Hymenoptera.

MICROBIOLOGIA DE SUELOS

El objetivo de la Sección de Microbiología de Suelos es el de maximizar los beneficios de la fijación biológica de nitrógeno a las especies forrajeras adaptadas en los suelos ácidos y de baja fertilidad de América tropical. Aunque "especies forrajeras" implica tanto gramíneas como leguminosas, se ha dado prioridad a la simbiosis leguminosa *Rhizobium*. La estrategia de investigación es la siguiente: 1) mantener y aumentar los recursos de germoplasma de

Rhizobium del CIAT; 2) evaluar el potencial de fijación de nitrógeno simbiótico de las cepas de *Rhizobium* con leguminosas adaptadas; 3) evaluar la expresión de potencial simbiótico de cepas seleccionadas bajo condiciones de campo, inicialmente en Quilichao, Carimagua y Brasilia y posteriormente, en ensayos regionales a través de toda el área de impacto del Programa de Ganado de Carne.

COLECCION DE RHIZOBIUM

En octubre de 1977, existían 1051 cepas de inoculantes de leguminosas forrajeras en la colección de *Rhizobium* del CIAT, de estas, 644 se agregaron durante 1977. Estas cepas se aislaron a partir de 111 especies de 50 géneros. Para cada cepa, se ha registrado y almacenado la siguiente información, en un sistema que hace posible la recuperación de datos.

En relación con el origen

- **Género*** del cual se aisló la cepa.
- **Especie*** de la cual se aisló la cepa.
- **Número de accession*** de la planta original (la semilla de la planta original puede ser conservada en el Banco de Germoplasma del CIAT).
- **Fuente*** Si otro laboratorio aisló y proporcionó la cepa, esta información se puede obtener mediante la inclusión del número de cepa original. Si la cepa se aisló en el CIAT, se da reconocimiento al colector.
- **País** en el cual se obtuvo la cepa.
- **Estado** (Provincia o Departamento) en el cual se obtuvo la cepa.
- **Precipitación** registrada en el sitio de recolección (mm/año).
- **Temperatura*** (temperatura media diaria, registrada en °C, durante la época de crecimiento).
- **Uso de la tierra** en el sitio de recolección.
- **pH*** del suelo en el sitio de recolección.

En relación con el crecimiento en cultivo puro

- **Días*** hasta que la colonia alcance un diámetro de dos milímetros (28°C).
- **Acido o alcalino*** reacción (pH) determinada con azul de bromtimol.
- **Observaciones** sobre las características de la colonia.

En relación con la eficiencia de la cepa.

- **Efectividad*** con las especies individuales de plantas (y accesiones).
- **Reducción de acetileno*** (por planta y por unidad de peso de los nódulos).

Se publicó un catálogo que incluye los parámetros de máximo interés (marcados con un asterisco (*) en la lista anterior), el cual está en disponibilidad y se enviará a quien lo solicite al Programa de Ganado de Carne.

Se diseñó un pequeño equipo portátil, compacto y sólido, fácil de llevar al campo, el cual facilita la esterilización superficial de nódulos de raíces de leguminosas y la transferencia de bacterias nodulares o platos de cultivo; este sencillo equipo de campo resulta de mucha utilidad a los exploradores de plantas, en sus prolongadas expediciones de recolección por regiones remotas.

El método de recolectar cepas de *Rhizobium* seleccionadas bajo condiciones de campo y evaluarlas con leguminosas adaptadas, ofrece algunas ventajas en

comparación con métodos convencionales de recolección basados en recuperación de nódulos desecados; una de ellas es la de que, con este método, se obtiene una mayor tasa de éxito en las inoculaciones (de 12 aumenta hasta 85 por ciento) en aislamientos provenientes de pequeños nódulos (como en el caso de *Stylosanthes* sp.). Otra es la de que las medidas de cuarentena, las cuales prohiben la importación de material vegetal y/o de suelo, no se aplican a este sistema.

SELECCION DE CEPAS

Las cinco etapas de la selección de cepas se describen en el Cuadro 23. A continuación, se presenta un resumen de los ensayos realizados durante 1977 (no se realizaron ensayos en las Etapas III y V):

Descripción de las etapas I, II y IV

Etapa I: *Desmodium heterophyllum* (CIAT 349) fue nodulado por 10 cepas y *Desmodium ovalifolium* (CIAT 350) por 35, de un total de 39 cepas de *Rhizobium* aisladas originalmente de especies de *Desmodium* (Cuadro 24).

Etapa II: En una evaluación de 48 cepas (todas aisladas de *Centrosema*) con el híbrido de *Centrosema* CIAT 438 (*C. brasilianum* x *C. virginianum*), la cepa comercial para *C. pubescens* fue sólo

Cuadro 23. **Procedimiento usado para seleccionar cepas de *Rhizobium*.**

Etapa	Determinación de:	Metodo
I	Compatibilidad genetica	Inoculación de las plantas cultivadas asepticamente en pozos de agar de medio de Jensen en tubos de 150 x 25 mm. Cinco replicaciones. Datos: nodulación.
II	Potencial de fijación de nitrógeno	Inoculación de plantas cultivadas en grupos de potes Leonard usando arena de río lavada como medio de enraizamiento y solución nutritiva de Norris y Date. Cinco replicaciones. Datos: materia seca y N.
III	Estrés físico y químico	Inoculación de plantas cultivadas en potes con suelos esterilizados (bromuro de metilo) de las localidades. Datos: materia seca y N.
IV	Estrés biológico y climatológico	Ensayo de campo de las tres mejores cepas de III inoculadas mediante tres técnicas (inoculación simple, peletización de cal y peletización de fosfato roca). Diseño de bloques completos al azar (3 replicaciones) usando parcelas de 4 x 2 con 1 m de canales de desagüe alrededor de cada una. Datos: materia seca y N; nodulación porcentual debida a la cepa inoculante.
V	Rango de aplicación de la recomendación	Recomendación de ensayos regionales de inoculación (cepa y tecnología) en comparación con parcelas no inoculadas y parcelas fertilizadas con N. Tres replicaciones. Datos: materia seca y N, nodulación porcentual debida a la cepa inoculante.

Cuadro 24. **Rangos de compatibilidad contrastante de *Desmodium heterophyllum* (CIAT 349) y *Desmodium ovalifolium* (CIAT 350), con 39 cepas de *Rhizobium*.**

No. cepa CIAT[1]	*Desmodium heterophyllum*	*Desmodium ovalifolium*	No. cepa CIAT[1]	*Desmodium heterophyllum*	*Desmodium ovalifolium*
13	-[2]	+	296	-	+
31	+	-	297	+	+
46	-	+	298	-	+
59	-	+	299	-	+
80	+	+	304	-	+
109	+	+	310	-	-
164	-	+	329	+	+
187	-	+	353	-	+
259	-	-	359	-	+
272	-	-	388	+	+
282	-	+	507	+	+
283	-	+	512	-+	+
284	-	+	529	+	+
288	+	+	533	-	+
289	-	+	571	-	+
290	-	+	572	+	+
291	-	+	573	-	+
293	-	+	592	-	+
294	-	-	595	-	+
295	-	+			

[1] Todas las cepas aisladas de nódulos de especies de *Desmodium*

[2] + indica nodulada (dos o más de las cinco repeticiones nodularon), - indica sin nodular.

parcialmente efectiva, mientras que varios aislados locales (CIAT 193, 221, 224, 227, 590 y 602) fueron sobresalientes, ya que dieron rendimientos de materia seca mayores que los de las plantas cultivadas con nitrógeno combinado (Figura 20). Las dos mejores cepas (CIAT 583 y CIAT 584) se aislaron en CIAT a partir de nódulos desecados recogidos en México en *C. brasilianum*, uno de los progenitores en el cruzamiento. La cepa nodular negra C 101a (CIAT 49) fue una de las más eficientes. El contenido de proteína cruda (Kjeldahl N x 6,25) de los brotes de plantas con simbiosis eficiente promedió 20,7 por ciento, en comparación con seis por ciento en plantas no noduladas, 11,3 por ciento en las plantas con disponibilidad de nitrógeno en el medio y 12 por ciento en los casos de simbiosis ineficiente.

En un ensayo de 35 cepas con *Desmodium distortum* (CIAT 1335), la actual recomendación australiana para *D. intortum* (CB 627) ocupó un noveno lugar en orden de eficiencia (Figura 21). CIAT 512 y 533 dieron un contenido de materia seca 33 por ciento mayor que CB 627. La mejor cepa del ensayo (CIAT 512) fue la única aislada originalmente de nódulos de *D. distortum*.

D. heterophyllum se conoce por su especialidad en cuanto al requerimiento de cepa de *Rhizobium*. Sólo siete de 37 aislados de *Desmodium* produjeron

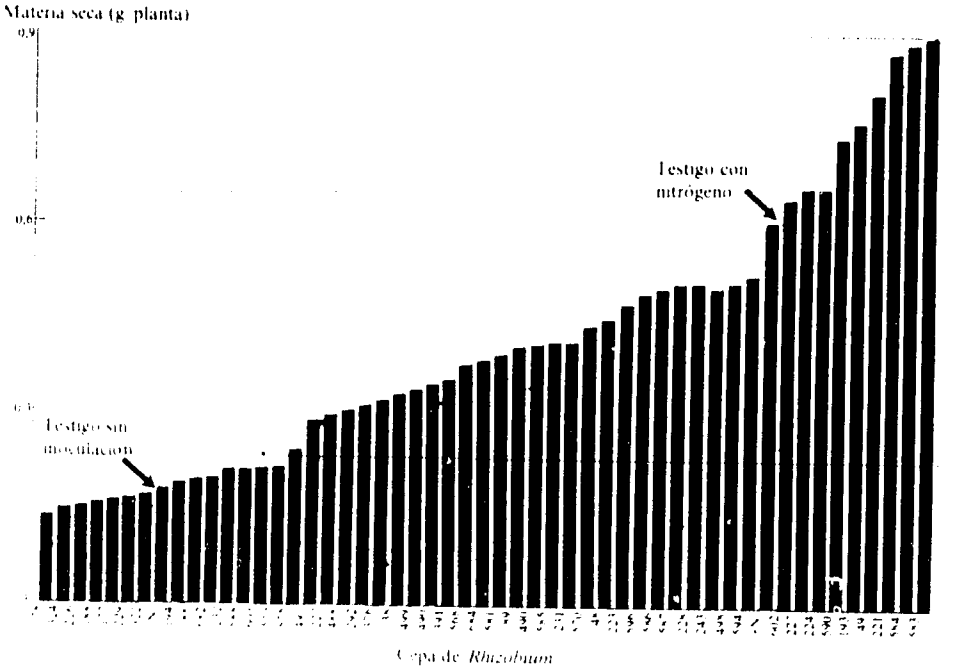


Figura 20. Selección de cepas de *Rhizobium* para el híbrido de *Centrosema* (Etapa II). *=Límite superior de confiabilidad (95%) al medio del testigo sin inoculación.

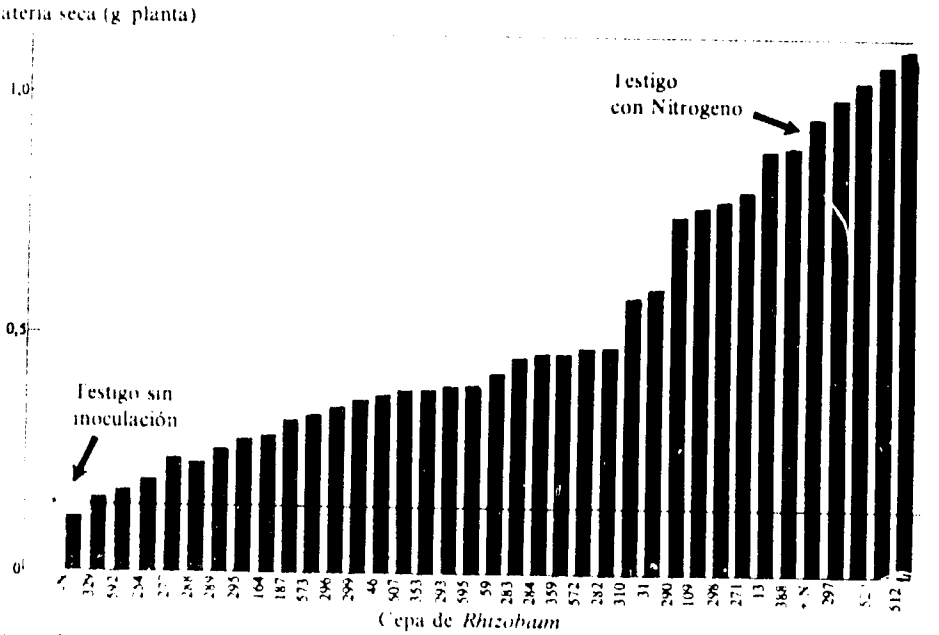


Figura 21. Selección de cepas de *Rhizobium* para *Desmodium distortum* (Etapa II).*=Límite superior de confiabilidad (95%) al medio del testigo sin inoculación.

asociaciones eficientes (Figura 22). En este ensayo la recomendación australiana (CB 2085) para *D. heterophyllum* fue eficiente.

Etapa IV: Se sembraron diez experimentos de campo, con el diseño estándar explicado a grandes rasgos en el Cuado 23: seis en Quilichao y cuatro en Carimagua.

Experimentos en Quilichao

Al efectuar la inoculación de *Galactia striata* (CIAT 969) con la cepa de *Rhizobium* CIAT 378, aumentó el rendimiento de materia seca en un 20 por ciento y el porcentaje de proteína del forraje cortado en un 18 por ciento, durante el establecimiento (Figura 23); sin embargo, al segundo corte, el rendimiento de materia seca de las parcelas inoculadas no fue significativamente diferente del rendimiento del testigo no inoculado. El híbrido de *Centrosema* (CIAT 1733) respondió levemente a la inoculación con CIAT 590 y CIAT 594 sin presentar efectos consistentes debidos a los métodos de inoculación (Figura 23). *Stylosanthes guianensis* (CIAT 136) respondió a la inoculación con las tres cepas; la peletización de fosfato de roca fue consistentemente superior a la peletización con cal (Figura 23). La simple inoculación, por ejemplo, humedecido las semillas con una suspensión acuosa de inoculante, fue adecuada para las cepas CIAT 71 y CIAT 702 (aisladas de suelos ácidos) pero no para CIAT 79 (CB 756), una cepa procedente de plantas de caupí, de amplio espectro. Las parcelas inoculadas con CIAT 71 fueron notoriamente superiores a todas las demás, en las evaluaciones visuales semanales durante los dos primeros meses del establecimiento, pero esta superioridad disminuyó durante el tercer mes. Cuando se hizo el primer corte (14 semanas después de la siembra), las parcelas inoculadas con CIAT 71 no presentaron diferencias significativas respecto a las parcelas inoculadas con CIAT 79. CIAT 71 demostró ser mucho más eficiente que CIAT 79 en la Etapa II y en la Etapa III

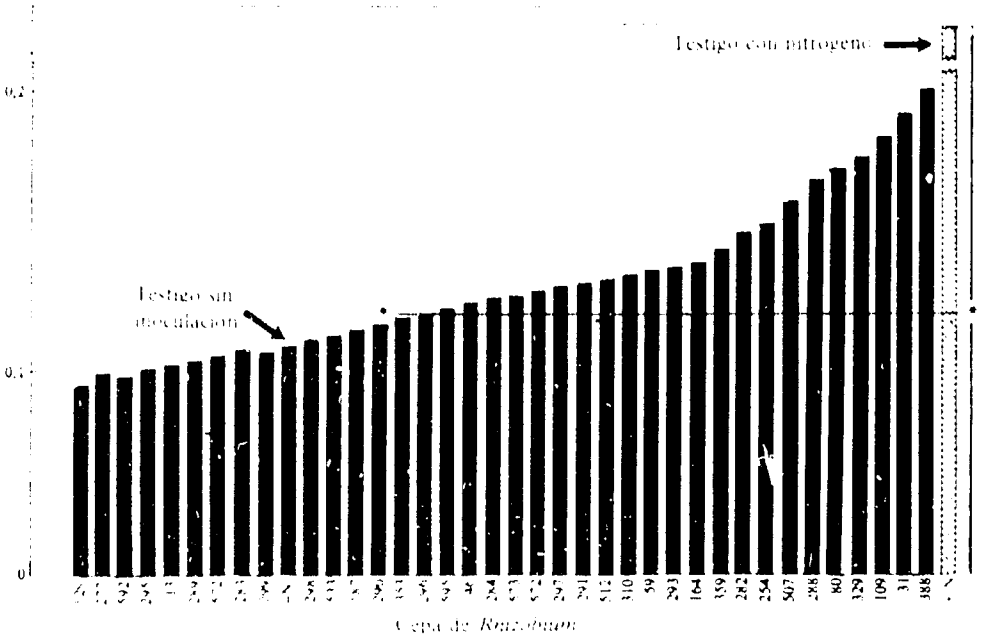
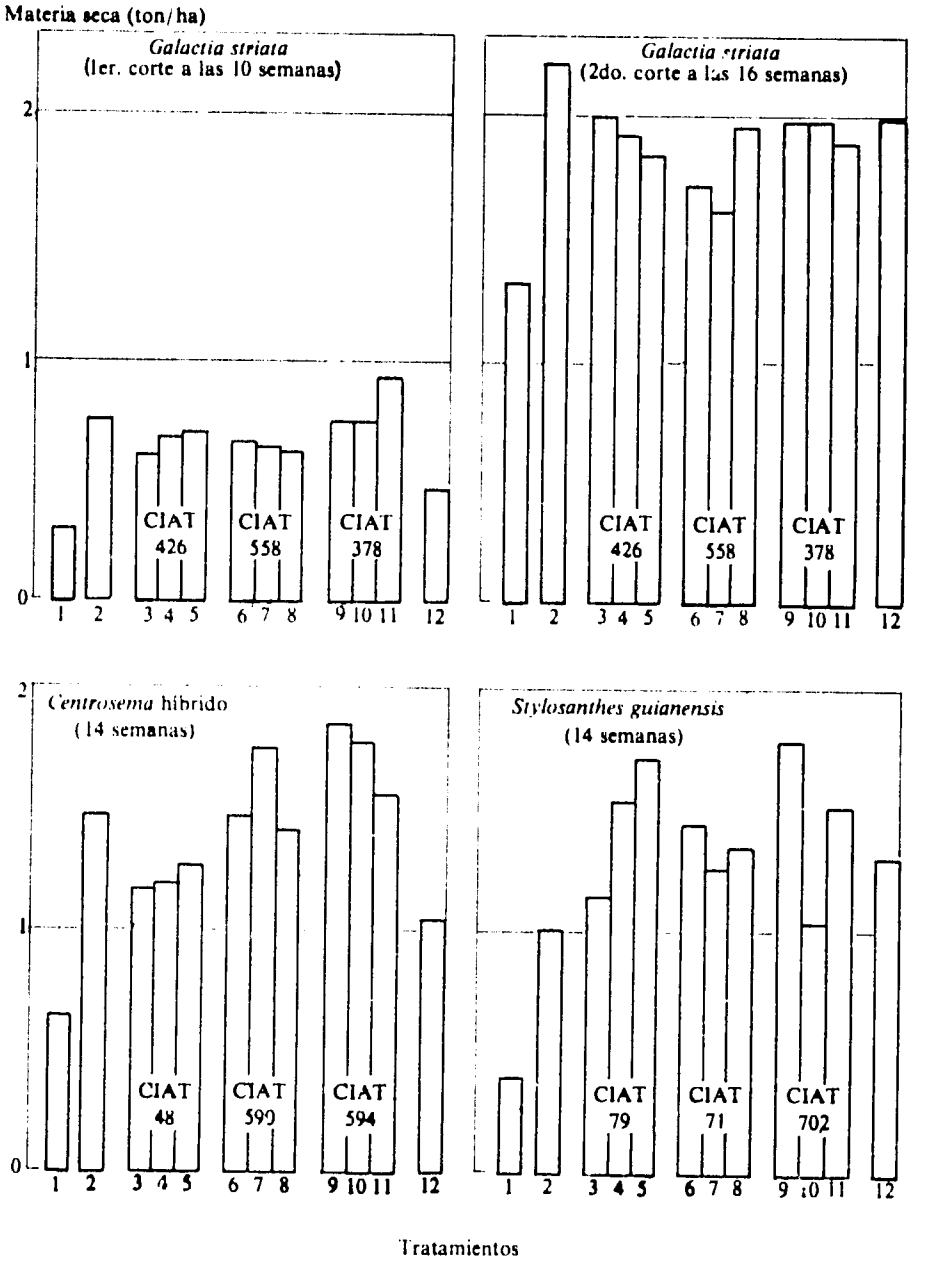


Figura 22. Selección de cepas de *Rhizobium* para *Desmodium heterophyllum* (Etapa II)



Tratamientos = 1: Sin fertilización, sin inoculación; 2: Fertilización (sin N), sin inoculación; 3, 6, 9: Inoculación con suspensión acuosa de *Rhizobium*; 4, 7, 10: Inoculacion con *Rhizobium* peletizado con cal; 5, 8, 11: Inoculación con *Rhizobium* peletizado con fosfato rocoso; 12: Fertilización (100 Kg N/ha), sin inoculación.

Figura 23. Selección de cepas de *Rhizobium*, Etapa IV, en un ensayo de campo, en Quilichao.

(Informe Anual del CIAT, 1976). Esta ventaja inicial, resultante de la inoculación con *Rhizobium*, sugiere su aprovechamiento como una estrategia para impartir vigor inicial a aquellas leguminosas que son notoriamente lentas para establecerse en praderas mixtas.

Experimentos en Carimagua

El linaje de *Macroptilium* sp. CIAT 535 respondió a la inoculación con las tres cepas de *Rhizobium* (Figura 24). CIAT 318 fue la cepa más efectiva y la peletización con cal fue la mejor técnica de inoculación. Estos resultados contradicen los conceptos tradicionales de que *Macroptilium* no responde a la inoculación con *Rhizobium* y que las cepas tropicales de *Rhizobium*, de crecimiento lento, no se deben peletizar con cal. Actualmente se llevan a cabo ensayos con *D. ovalifolium*, *S. capitata* (CIAT 1019) y *S. capitata* (CIAT 1078).

RECOMENDACIONES DE INOCULACION

Se ha hecho una recomendación sobre inoculación para cada una de las accesiones de leguminosas promisorias que se están evaluando (Cuadro 25). Aunque es preferible que cada recomendación se base en evaluaciones de campo (Etapa V), ha sido necesario formular recomendaciones tentativas basadas en etapas más tempranas de la selección o bien, en el caso de accesiones cuya investigación está pendiente, en las recomendaciones australianas. En algunos casos, se formularon recomendaciones tentativas basadas en el hecho de que la cepa se aisló de la misma especie.

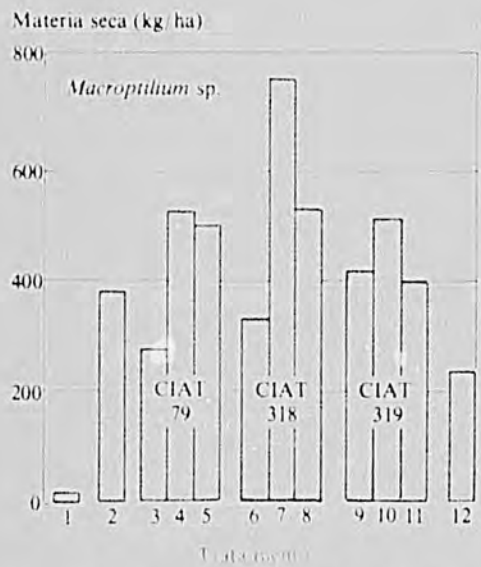


Figura 24. Selección de cepas de *Rhizobium* (Etapa IV), en un ensayo de campo, en Carimagua. Tratamientos: Ver Figura 23.

PORTADORES DE INOCULANTES

Hay disponibilidad de inoculantes, preparados a base de turba, para todas las accesiones de leguminosas forrajeras tropicales a las cuales se recomienda inocular (y también, para todas las leguminosas forrajeras agrícolamente importantes). La turba finamente molida tiene amplia aceptación como portador muy satisfactorio para *Rhizobium*, pero este material no se consigue en muchos países y si se consigue, es de una calidad variable o impredecible.

Se ensayaron turbas provenientes de nueve diferentes depósitos existentes en Colombia para determinar su posible utilización como material portador inerte de inoculante. Solamente una de esas turbas presentó una supervivencia satisfactoria de *Rhizobium*. La localización inconveniente de este depósito de turba y la posibilidad de que la calidad del material pudiera variar dentro del depósito, motivó el que se hiciera una evaluación comparativa de la turba con muestras de carbón provenientes de tres minas locales.

Por el método de dilución de la planta se determinó la supervivencia de *Rhizobium* en inoculantes a base de carbón y de turba. La turba proporcionó la mejor supervivencia pues contenía 1,2 x 10^9 de *Rhizobium* grano de inoculante después

Cuadro 25. **Recomendaciones para la inoculación de leguminosas forrajeras promisorias (31 de octubre, 1977).**

Especies	CIAT No.	Cepa	Tecnología	Base[1]
Alysicarpus sp.	706	CIAT 503	Comprimidos de roca fosfórica	MF
Centrosema sp.	438	CIAT 594	Comprimidos de roca fosfórica	I, II, IV
Centrosema sp.	1787	CIAT 594	Comprimidos de roca fosfórica	I, II, IV
Centrosema sp.	845	CIAT 594	Comprimidos de roca fosfórica	I, II, IV
Desmodium barbatum	3063	CIAT 359	Comprimidos de roca fosfórica	MF
Desmodium canum	3005			
Desmodium distortum	335	CIAT 512	Comprimidos de roca fosfórica	MF II
Desmodium heterocarpon	365			
Desmodium heterophyllum	349	CIAT 80	Comprimidos de roca fosfórica	AUS, II, RC
Desmodium leonii	3001			
Desmodium ovalifolium	350	CIAT 46	Comprimidos de roca fosfórica	II, IV, RC
Desmodium scorpiurus	3022			
Desmodium sp.	336			
Desmodium sp.	3019			
Glycine wightii	201	CIAT 79	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
Glycine wightii	204	CIAT 79	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
Macroptilium sp.	535	CIAT 318	Comprimidos de cal	IV
Pueraria phaseoloides	(común)	CIAT 79	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
Stylosanthes capitata	1019	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III, RC
Stylosanthes capitata	1078	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III, RC
Stylosanthes capitata	1405	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
Stylosanthes capitata	1405	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. guianensis	64A	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	I, II
S. guianensis	136	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	I, II, III, IV RC
S. guianensis	184	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	I, III
S. guianensis	1135	CIAT 111	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
S. guianensis	1200	CIAT 111	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
S. guianensis	1062	CIAT 111	Comprimidos de roca fosfórica	AUS
S. hamata	118	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. hamata	147	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. humilis	1304	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. scabra	1047	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. sympodialis	1044	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
S. viscosa	1074-A	CIAT 71	Comprimidos de roca fosfórica	III
Teramnus uncinatus	508	CIAT 452	Comprimidos de roca fosfórica	MF
Zornia sp.	728	CIAT 103	Comprimidos de roca fosfórica	MF

[1] AUS = Recomendación de Australia; MF = Aislamiento de la Misión; I = [illegible]; RC = Información [illegible] Programa (Retrocomunicación); I = Etapas de selección de cepas; I = Cultivo en tubos de ensayo; II = Rec[illegible] de [illegible]; III = Ensayos en materas; IV = Ensayos de campo; V = Ensayo regional.

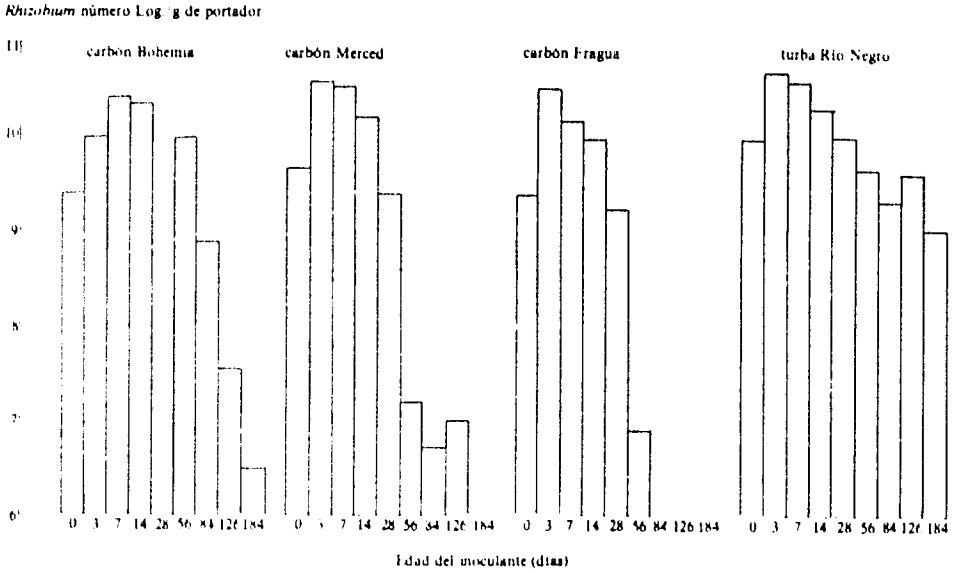


Figura 25. Supervivencia de *Rhizobium* en cuatro posibles portadores.

de seis meses de almacenamiento. Una de las tres muestras ensayadas de carbón permitió una supervivencia aceptable de *Rhizobium* (Figura 25) pero no es posible recomendarla como portadora de inoculante debido a su tendencia a formar pedazos duros durante el almacenamiento y a la dificultad que presenta al tratar de humedecerlos, en el momento de inocular la semilla.

FERTILIDAD DE SUELOS

Varios especialistas en suelos del Programa hacen estudios sobre fertilidad de suelos, con el fin de: 1) identificar las limitaciones edáficas en los lugares en los cuales se realizan las investigaciones de campo; 2) desarrollar métodos más eficientes sobre manejo de fertilizantes. Durante 1977, el énfasis se puso en la caracterización de las propiedades de suelo de la nueva estación experimental que el CIAT ha establecido cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, para determinar los factores limitantes del suelo en esa localidad y para evaluar las fuentes y métodos de aplicación del fósforo en Oxisoles y en Ultisoles.

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS DE LAS PRINCIPALES ESTACIONES EXPERIMENTALES

En el Cuadro 26 se presentan perfiles representativos de áreas bien drenadas del CIAT-Quilichao, Carimagua y Brasilia. En estas tres localidades, los suelos son muy ácidos, con pH que fluctúan entre 4,1 a 4,9 y con niveles tóxicos de aluminio. Tienen un contenido muy bajo de calcio, magnesio y potasio intercambiables y de varios micronutrientes. Sin embargo, el contenido de cationes básicos es considerablemente mayor en Quilichao que en

Cuadro 26. **Características de los principales suelos de las estaciones de Quilichao, Carimagua y Centro de Investigaciones sobre el Cerrado.**

Horizonte (cm)	Arcilla (%)	Arena (%)	pH (H_2O)	C org. (%)	Cationes intercambiables (meq/100 g) Al	Ca	Mg	K	CIC[1]	Sat. de Al. (%)	P[2] disp. (ppm)	H_2O disp. (% vol)
CIAT-Quilichao: Ultisol (Palehumult Ortóxico, arcilloso, caolinítico, isohipertérmico).												
0-20	71	4	4,1	4,1	2,7	0,65	0,49	0,36	4,2	64	1,8	16
20-35	77	5	4,0	2,3	2,7	0,31	0,04	0,13	3,2	83	1,1	13
35-62	84	2	4,3	1,1	3,2	0,24	0,02	0,09	3,6	88	0,9	16
62-91	88	1	4,4	0,4	1,1	0,15	0,02	,06	1,4	77	0,9	9
91-150	90	1	4,4	0,3	2,0	0,22	0,01	0,04	2,3	85	1,2	14
Carimagua: Oxisol (Haplustox Típico, arcilloso, caolinítico, isohipertérmico).												
0-12	38	12	4,5	2,2	3,8	0,2	0,2	0,4	4,7	81	0,9	9
12-32	41	11	4,6	1,2	2,8	0,1	0,1	0,1	3,1	89	0,9	7
32-58	43	11	4,8	0,9	2,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,3	91	0,4	5
58-88	45	12	5,2	0,4	0,7	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	78	0,4	6
88-148	45	12	5,1	0,3	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	75	0,4	7
Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados: Oxisol (Haplustox Típico, fino, caolinítico, isohipertérmico-LVF[3])												
						Ca + Mg						
0-10	45	36	4,9	1,8	1,9	0,4	0,10	2,4	79	tr.	11	
10-35	48	33	4,8	1,2	2,0	0,2	0,05	2,2	89	tr.	11	
35-70	47	35	4,9	0,9	1,6	0,2	0,03	1,8	88	tr.	9	
70-150	47	35	5,0	0,7	1,5	0,2	0,01	1,7	88	tr.	9	
150-260	42	39	4,6	0,3	0,7	0,2	0,02	0,9	76	tr.	9	

[1] Capacidad de intercambio de cationes efectiva
[2] Método de extracción de Bray II
[3] Latossol Vermelho Escuro (término en portugués)

Carimagua y Brasilia, aunque bien dentro del rango de suelos ácidos y de muy baja fertilidad.

Debido a sus altos contenidos de arcilla y a la presencia de óxido de hierro y de aluminio, las tres localidades tienen una alta capacidad para fijar fósforo procedente del fertilizante aplicado. Las curvas de fijación de fósforo que se presentan en la Figura 26, indican una gran capacidad de fijación. La fijación es del orden de 620 a 750 ppm P en Quilichao y Brasilia, y casi la mitad de esta cantidad (350 ppm P) para Carimagua. En comparación, el nivel de fijación de fósforo del

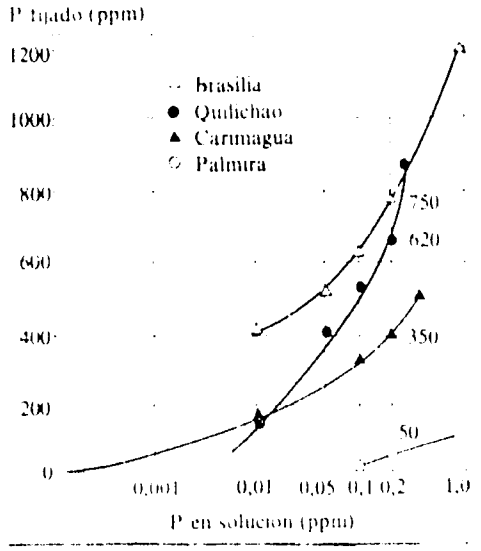


Figura 26. Isotermas de fijacion de fosforo, en los sitios de investigacion. (Brasilia, CIAT-Quilichao, Carimagua y CIAT-Palmira).

Mollisol, que es típico de la sede del CIAT en Palmira, es de 50 ppm P.

Se contrató con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) la labor de llevar a cabo un reconocimiento detallado de suelos de CIAT-Quilichao, a escala de 1:20.000. El mapa del suelo indica poca variabilidad, en relación al perfil presentado en el Cuadro 26 en sitios planos e inclinados, todos los cuales se clasifican como Orthoxic Palehumults. Los suelos mal drenados, en posiciones topográficas más bajas, son también extremadamente ácidos y con bajo contenido de bases intercambiables, lo cual indica que toda el área sufre un agotamiento de bases, a semejanza de las condiciones de Carimagua y Brasilia. Estos suelos mal drenados son también Ultisoles, pero se clasifican como Paleaquults Umbricos. Los análisis mineralógicos de las arcillas, realizados en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (EE.UU.), mostraron que la caolinita y la haloisita constituyen los minerales silicados dominantes del estrato. Los suelos bien drenados presentan un contenido promedio de 15 por ciento de F_2O_3 libre y de 11 por ciento de Al_2O_3 libre, lo cual explica su alta capacidad de fijación de fósforo.

FACTORES LIMITANTES DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE CIAT-QUILICHAO

Se hizo una serie de experimentos de invernadero, utilizando muestras de suelo de la capa superior del Ultisol de Quilichao (descrito en el Cuadro 26), a fin de conocer las limitaciones de fertilidad de ese suelo. Un ensayo de elemento faltante, demostró que este suelo es extremadamente deficiente en fósforo, azufre y boro y en menor grado, en calcio (Figura 27). El rendimiento extremadamente bajo de la parcela testigo sugiere toxicidad de aluminio y de manganeso. Posteriormente, se evaluó la magnitud de la respuesta del fósforo con *Panicum maximum* y el híbrido de *Centrosema* (CIAT 438). Las dos especies respondieron en forma notable a las aplicaciones de superfosfato pero las cantidades requeridas para aprox-

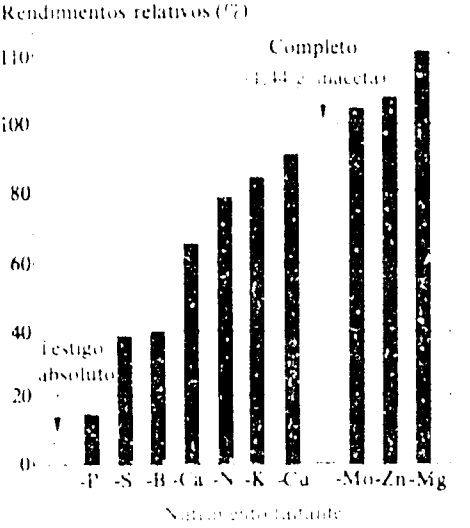


Figura 27. Respuesta de *Centrosema pubescens* a elementos nutritivos faltantes en el Ultisol de Quilichao (producción de materia seca en el primer corte expresada como promedio de cuatro replicaciones).

imarse a los rendimientos máximos, fueron mayores en la gramínea que en la leguminosa. Las curvas de respuesta muestran el primer punto de inflexión a 40 kg P_2O_5 ha para *Centrosema* y 60 kg P_2O_5/ha para *P. maximum*, pero cada especie dio sólo el 56 por ciento de su rendimiento máximo a esos niveles (Figura 28). El aumento gradual subsiguiente puede estar relacionado con el efecto de enmienda de altas dosis de superfosfato, aunque el análisis químico no mostró diferencias marcadas.

En la Figura 29 se presenta una estimación de los niveles críticos de fósforo obtenidos en los análisis de suelo hecho en el Ultisol no encalado. En ambos casos, el nivel crítico Bray II es de aproximadamente 3 ppm P. A fin de obtener alrededor de un 80 por ciento del rendimiento máximo, estas dos cifras sugieren una tasa de aplicación al voleo de 240 kg de P_2O_5 ha para cada especie.

La relación entre pH, porcentaje de saturación de aluminio y manganeso intercambiable, en función de encalado, se presenta en la Figura 30. La capacidad tampón de este suelo en estabilizar su pH es extremadamente alta lo cual se debe, probablemente, a su alto contenido de

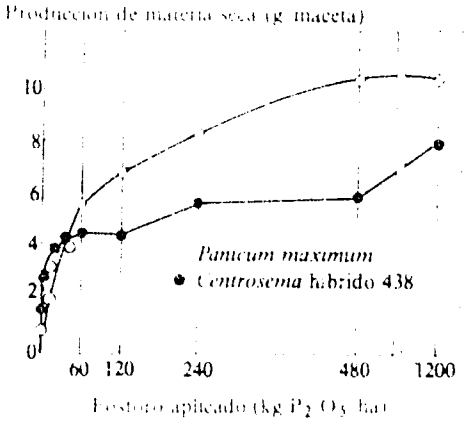


Figura 28. Respuesta al fósforo de una gramínea y de una leguminosa, en el Ultisol de Quilichao (total de dos cortes, promedio de cuatro replicaciones).

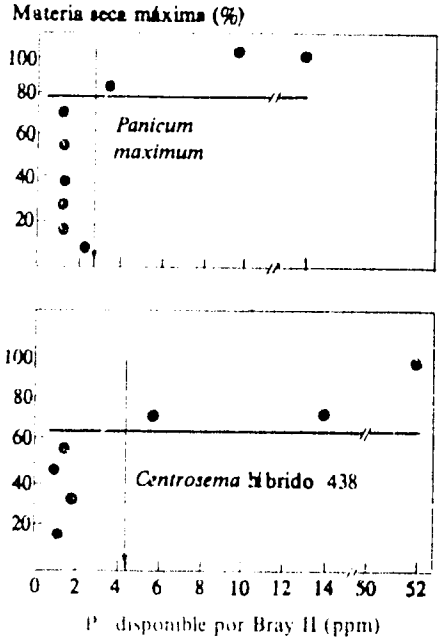


Figura 29. Cálculo de los niveles críticos de fósforo en el Ultisol de Quilichao, en condiciones de invernadero (total de dos cortes, promedio de cuatro replicaciones).

materia orgánica. Se necesitan aproximadamente 16 toneladas de $CaCO_3$/ha para elevar el pH del suelo a 5,5. La Figura 31 presenta la respuesta contrastante a la cal de tres leguminosas forrajeras. *Stylosanthes guianensis* 136 produjo mejor rendimiento sin aplicación de cal, lo cual confirma su tolerancia a alta saturación de aluminio a niveles de manganeso intercambiable relativamente altos. La disminución de rendimiento con dosis altas de cal se debe a un desequilibrio entre Ca y Mg. El híbrido de *Centrosema* (CIAT 438) mostró una respuesta marcada a una tonelada/ha de cal y posteriormente, disminuyó su rendimiento con dosis más altas. Las razones de esta respuesta se desconocen. *Centrosema plumieri*, una especie adaptada a suelos de pH alto, requirió ocho toneladas de cal/ha para aproximarse al rendimiento máximo. Esta cifra refleja la importancia de la selección con base en tolerancia al aluminio, como parte de la estrategia que persigue el CIAT

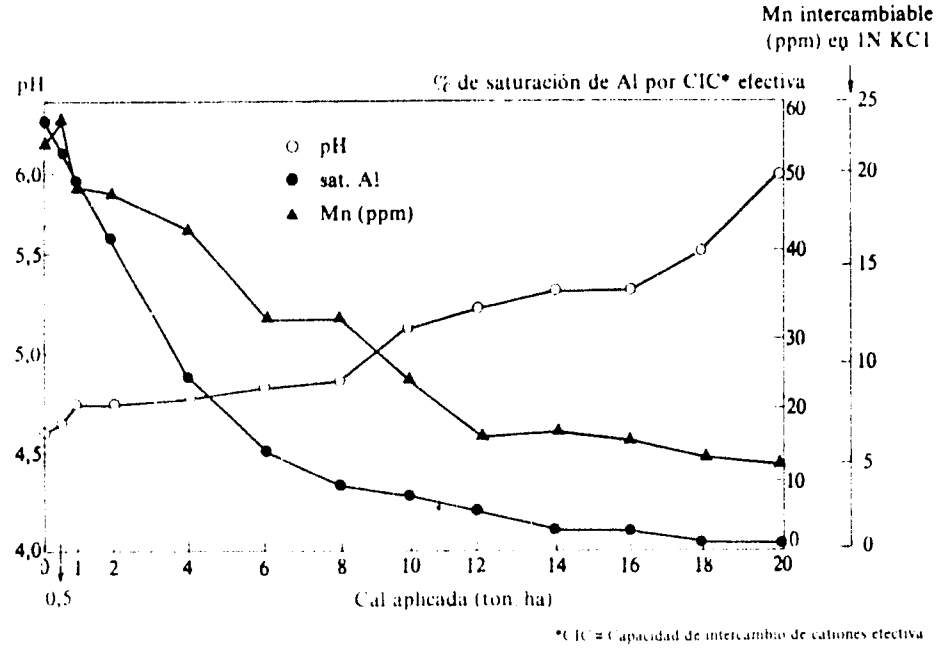


Figura 30. Nivel de Ph del suelo manganeso intercambiable y porcentaje de saturación de aluminio por CIC efectiva, según el efecto de tasas de aplicación de cal en un Ultisol de CIAT-Quilichao (tiempo de incubación: 60 días).

consistente con el uso moderado de insumos agrícolas.

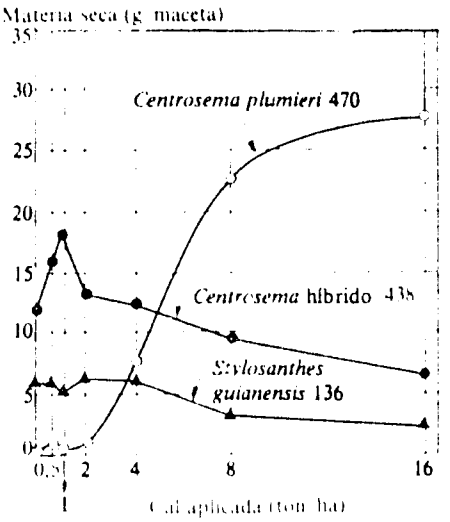


Figura 31. Respuesta a la aplicación de cal de tres leguminosas forrajeras, en el Ultisol de Quilichao, bajo condiciones de invernadero.

En resumen, el Ultisol de Quilichao es extremadamente deficiente en fósforo, azufre y boro, moderadamente deficiente en calcio, potasio y nitrógeno y presenta toxicidad de aluminio para ciertas especies.

EVALUACION DE ROCAS FOSFORICAS

La aplicación directa de roca fosfórica a los suelos ácidos ofrece una alternativa promisoria, de bajo costo, para proporcionar este elemento a los Oxisoles y Ultisoles extremadamente deficientes en fósforo y que, además, fijan grandes cantidades de fertilizantes fosfatados. Desde finales de 1975, el CIAT ha estado evaluando los depósitos de rocas fosfóricas existentes en América Latina. En julio de 1977 se estableció un proyecto especial por el apoyo financiero del International Development Research Centre, de Canadá (IDRC), en colaboración con el International Fertilizer Development

Center (IFDC). El IFDC ha designado a dos de sus científicos principales, con sede en el CIAT, para realizar este trabajo. El proyecto es parte integral del Programa de Ganado de Carne, aunque también se trabaja con cultivos; la información que resulta de estas investigaciones se presenta en las secciones de yuca y fríjol de este informe anual.

Investigaciones iniciales hechas en invernadero

La Figura 32 muestra los resultados de una evaluación inicial, hecha en invernadero, de *Panicum maximum* cultivado en un Oxisol no encalado de Carimagua. Las rocas de alta reactividad, provenientes de Sechura (Perú) y de Carolina del Norte (EEUU), fueron superiores a las aplicaciones de superfosfato triple y similares a las de escoria Thomas. Las dos rocas fosfóricas de origen colombiano (Huila y Pesca), las cuales se consideran como de reactividad mediana y baja, respectivamente, fueron menos eficientes que el superfosfato. En la Figura 32 también se ilustra la Efectividad Agronómica Relativa (EAR) de cada roca, en comparación con la Escoria Thomas. La baja respuesta al superfosfato probablemente este relacionada con el crecimiento inhibido por el bajo nivel de calcio y el alto nivel de saturación de aluminio del suelo. Las rocas de Sechura y de Carolina del Norte y la Escoria Thomas mejoraron el suelo debido a su capacidad para suministrar calcio.

La disponibilidad relativa de fósforo procedente de rocas fosfóricas se relaciona estrechamente, con el contenido de fósforo soluble en citrato del material. La correlación entre fósforo soluble en citrato de la roca fosfórica y el rendimiento o la asimilación de fósforo, fue altamente significativa y aumentó a medida que incrementaba la tasa de aplicación. El P_2O_5 soluble en citrato, de la roca fosfórica, presentó una mejor correlación con el rendimiento cuando se expresó

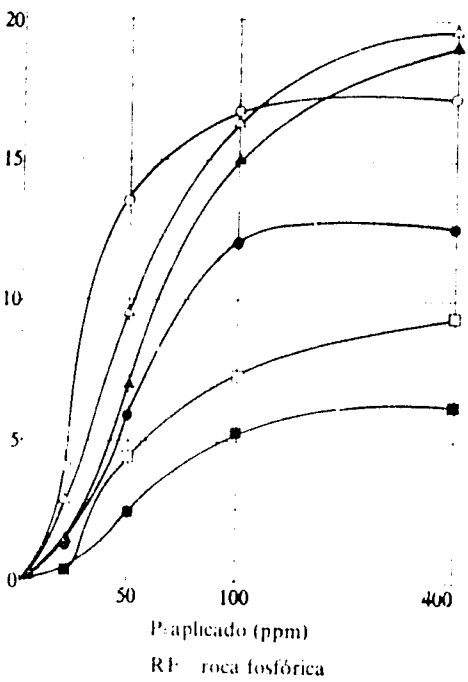


Figura 32. **Efecto de cinco fuentes de fósforo en la producción de materia seca de *Panicum maximum*** (total de tres cortes) cultivado en el Oxisol de Carimagua, sin aplicación de cal, en el invernadero (%P: P soluble al citrato de la totalidad del material; EAR: eficiencia agronómica relativa).

como "porcentaje de la roca" en vez de "porcentaje del P_2O_5 total de la roca" (Figura 33).

Las diferencias en la reactividad de las rocas fosfóricas también se reflejaron en parámetros de análisis del suelo. El contenido de P_2O_5 soluble en citrato de las rocas fosfóricas, se correlacionó bien con la extracción Bray I. Se observó una

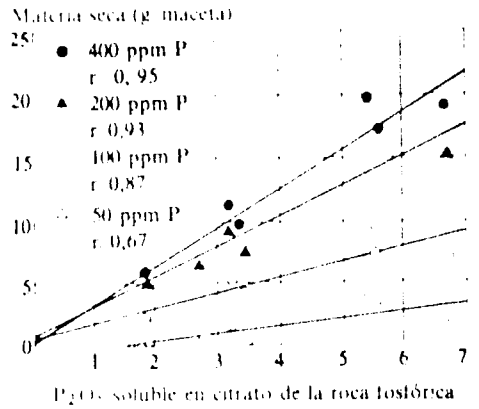


Figura 33. Relación entre el rendimiento de tres cortes de *Panicum maximum* y el fósforo soluble en citrato en la roca fosfatada (significativo a un nivel de 0,01).

respuesta más alta del cultivo con las rocas fosfóricas que con el superfosfato triple, a un nivel dado de fósforo extraíble por Bray I (Figura 34). Esto sugiere que *P. maximum* presentó respuesta al calcio proporcionado por la roca fosfórica, lo mismo que al fósforo. El contenido de fósforo soluble en citrato de la roca se correlacionó en forma significativa con la concentración de fósforo soluble en agua del suelo, a las tasas de 200 y 400 ppm. Sin embargo, a tasas de 50 y 100 ppm de fósforo, no existió correlación significativa.

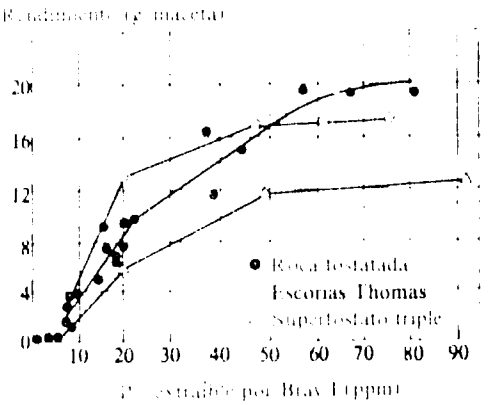


Figura 34. Relación entre el rendimiento de tres cortes de *Panicum maximum* y el fósforo extraíble Bray I, medido 90 días después de la aplicación a un Oxisol de Carimagua, en el invernadero.

La asimilación de fósforo por *P. maximum* se correlacionó linealmente con el fósforo soluble en agua (r = 0,918**). El rendimiento de materia seca se relacionó con el fósforo soluble en agua, por medio de una relación curvilínea con las rocas fosfórica y la Escoria Thomas y por medio de otra relación curvilínea, con el superfosfato triple (Figura 35).

Experimento de campo

En mayo de 1976, se estableció un experimento de campo de larga duración con *B. decumbens*, en Carimagua, para comparar los efectos de seis rocas fosfóricas con el superfosfato triple. Las tasas de aplicación fluctuaron entre 0 y 400 kg de P_2O_5/ha, todas aplicadas al voleo e incorporadas a la capa superior del suelo. Los primeros cuatro cortes de este experimento se cosecharon a los 3, 6, 13 y 16 meses después de la aplicación de fósforo. El retraso entre la segunda y la tercera cosecha incluye la estación seca.

Las respuestas de rendimiento absoluto y relativo se presentan en las Figuras 36 y

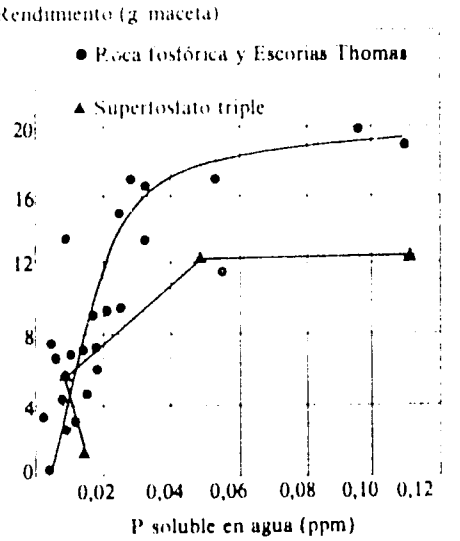


Figura 35. Relación entre el rendimiento de tres cortes de *Panicum maximum* y el fósforo soluble en agua, en un Oxisol de Carimagua, en el invernadero.

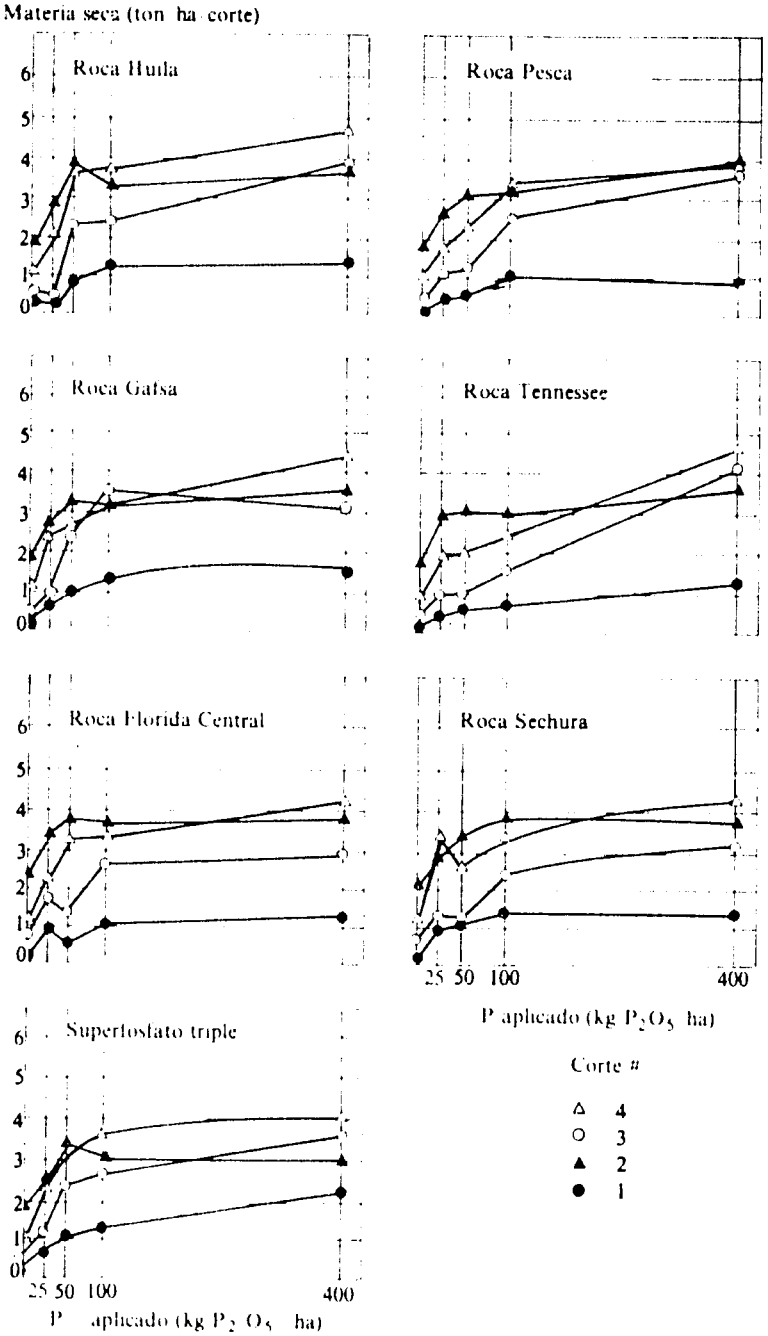


Figura 36. Rendimiento de materia seca de cuatro cortes de *Brachiaria decumbens*, como respuesta a la tasa de aplicación y a la fuente de fósforo, en un Oxisol de Carimagua.

37, respectivamente. El superfosfato triple fue superior a las de roca fosfóricas sólo durante la primera cosecha; después, todas las fuentes de roca fosfórica aumentaron su

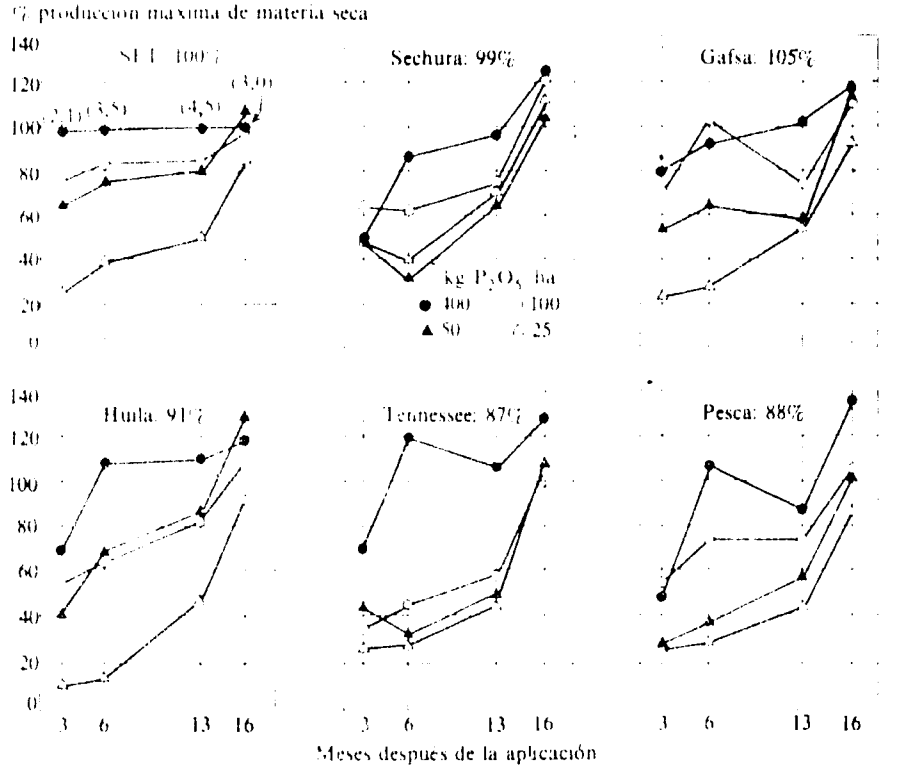


Figura 37. Efectos iniciales y residuales de cinco rocas fosfóricas con respecto a las aplicaciones de superfosfato triple (SFT) sobre los rendimientos de *Brachiaria decumbens*, en un Oxisol de Carimagua. Las cifras porcentuales indican la Eficiencia Agronómica Relativa; los rendimientos máximos para cada corte aparecen entre paréntesis y expresan toneladas de MS por ha.

eficacia con el tiempo y se aproximaron o sobrepasaron los rendimientos del superfosfato, durante el tercero y cuarto corte. Los resultados totales, durante los primeros 16 meses, muestran que las rocas de alta reactividad, Gafsa y Sechura, fueron 105 y 99 por ciento tan eficaces como el superfosfato, la roca de reactividad mediana del Huila presentó una eficacia del 91 por ciento y las rocas de baja reactividad, Tennessee y Pesca, mostraron una eficacia de 87 y 88 por ciento, respectivamente, en comparación con el superfosfato triple.

En la Figura 37 se muestra el excelente comportamiento de las rocas de reactividad baja y mediana, no registrada previamente en otros sitios. Normalmente, el fósforo proveniente de estas rocas es muy difícil de solubilizarse durante el primer año. Cuando se mantiene el pH bajo (4,6 a 4,8), los suelos se transforman, efectivamente, en una eficiente fábrica de superfosfato. Mediante el uso de una especie tolerante a los altos niveles de saturación de aluminio encontrados (72 a 85 por ciento) el bajo pH no afectó el crecimiento. La materia seca total producida fue 13,1 toneladas/ha en 16 meses, sin riego y con una fertilización basal de sólo 50 kg de N, 100 kg de K_2O y 20 kg de S/ha. Este hecho indica un potencial muy alto para las rocas de reactividad mediana y alta, tan comunes en América Latina, como un componente importante de la estrategia de bajos insumos del Programa de Ganado de Carne.

Es preciso evaluar continuamente el efecto residual durante varios años, a fin de determinar con mayor exactitud el valor de tales aplicaciones. Se adicionará al estudio una serie extra de tratamientos de aplicación anual de superfosfato triple, para efectos de comparación.

La Figura 38 muestra que la aplicación de las diferentes rocas fosfóricas como fertilizantes que contengan fósforo soluble modifican algunas de las características químicas del suelo, a los 12 meses después de la aplicación. Esta modificación es más pronunciada cuando se aplica el fósforo a una tasa de 400 kg de P_2O_5/ha. El fósforo disponible, medido por Bray I, aumentó notablemente en el suelo después de la aplicación de superfosfato triple y de rocas de reactividad alta a mediana, como Gafsa, Sechura y Florida Central. Los cambios en el pH no fueron significativos pero los aumentos en el contenido de calcio intercambiable por las rocas de alta reactividad fueron notables. Las aplicaciones de 400 kg de P_2O_5/ha de la

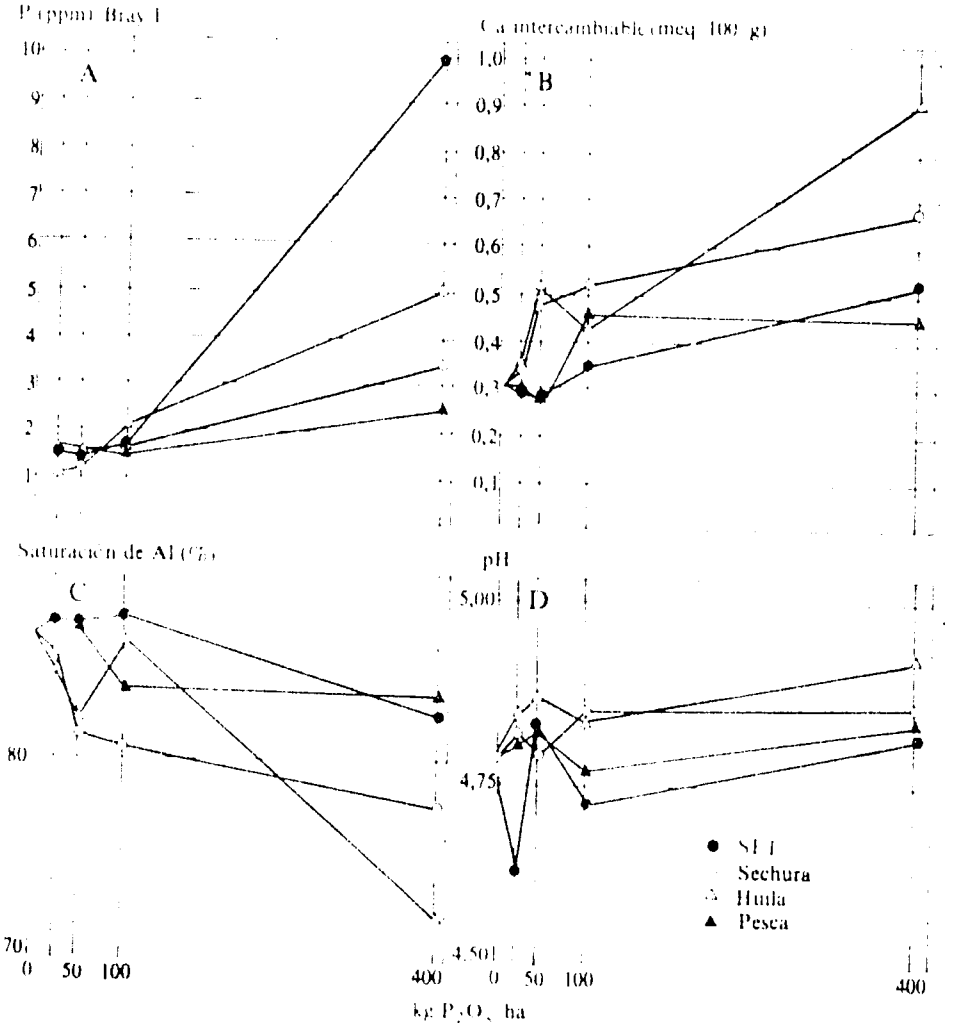


Figura 38. Propiedades químicas de un Oxisol de Carimagua con *Brachiaria decumbens* como respuesta a la tasa de aplicación y a la fuente de fósforo, medida 12 meses después de la aplicación.

roca Huila triplicaron el contenido de calcio intercambiable en el suelo, mientras que la misma cantidad de Sechura lo duplicó. Estos cambios ocasionaron una reducción en la saturación de aluminio, de 85 a 72 y 78 por ciento, respectivamente.

Los resultados de invernadero y de campo muestran que las aplicaciones directas de rocas de origen latinoamericano de reactividad baja (Pesca), media (Huila) y alta (Sechura), a gramíneas tolerantes al aluminio como *Brachiaria decumbens* y *Panicum maximum*, son superiores a las de superfosfato triple, en Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. Una dosis de 100 kg de P_2O_5/ha parece ser la óptima. Si se considera el costo relativo bajo de un kilogramo de P_2O_5 como roca fosfórica en comparación con el superfosfato, el uso de roca fosfórica puede disminuir significativamente los costos de establecimiento de praderas en suelos ácidos de baja fertilidad natural.

EVALUACIÓN DE TERMOFOSFATOS

El fosfato de magnesio fundido (FMF) es una fuente de fósforo obtenida mediante la fusión de roca fosfórica con magnesio y silicato (generalmente se obtiene fusionado con serpentina). El producto es un vidrio cuyas características químicas son muy similares a la Escorias Thomas. Esta última ha demostrado ser más efectiva que el superfosfato triple en los Oxisoles colombianos, pero desafortunadamente, las existencias son muy limitadas.

Este experimento se diseñó para comparar el FMF producido en Japón con otros dos termofosfatos producidos con rocas fosfóricas nativas de Colombia y con otras fuentes de fósforo usadas actualmente. Los materiales se evaluaron en el experimento de invernadero con *S. guianensis* (CIAT 136) en un Oxisol de Carimagua. Se incluyeron tratamientos con Mg (en la forma de MgO y silicato (como escoria de silicato de calcio procedente del TVA), equivalentes a las cantidades contenidas en FMF, a fin de separar el efecto de posibles factores contribuyentes.

También, se incluyó cal para separar el efecto de la capacidad de encalamiento del silicato de calcio y los posibles efectos beneficiosos del anión silicato.

En la Figura 39 se presentan los rendimientos de materia seca del promedio de dos cortes. En general, *S. guianensis* respondió bien a la tasa más alta de aplicación de fósforo. Solamente, cuando la fuente de fósforo fue superfosfato triple, el aumento de rendimiento entre las dos tasas más altas no fue significativo. Por otra parte, cuando se mezcló superfosfato triple con MgO y silicato de calcio o cal, la respuesta fue casi lineal.

Cuando se adicionó FMF al suelo, los rendimiento fueron comparables a los rendimientos producidos por la fertilización con escoria Thomas suplementada con MgO y mucho mayores que los rendimientos del tratamiento de superfosfato triple.

Los rendimientos no variaron mucho cuando se usó FMF grueso o fino, pero el fosfato grueso de Renania presentó el rendimiento más bajo de este experimento. Los termofosfatos del Huila (roca fosfórica del Huila, fusionada con serpentina) y de Pesca (fosfato de Pesca, fusionado con dolomita) dieron mejores rendimientos que el superfosfato triple y el fosfato grueso de Renania, pero fueron muy similares a los producidos por la roca fosfórica del Huila mezclada con MgO y silicato de calcio. Los resultados presentados en la Figura 39 también muestran que, tanto el magnesio como el silicio, probablemente limitan la respuesta al fósforo de *S. guianensis* en este suelo.

Los análisis del suelo no mostraron variaciones importantes en las

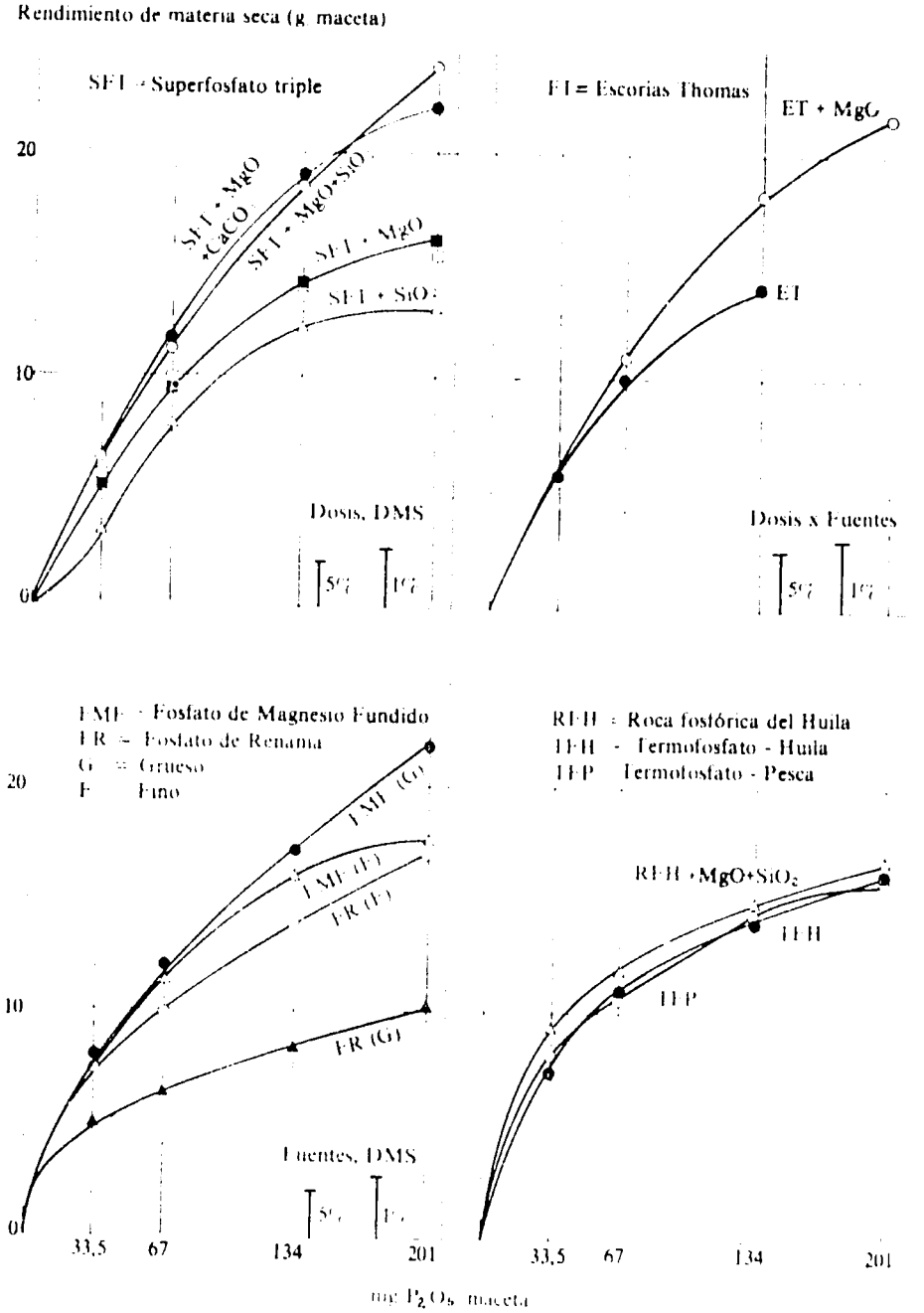


Figura 39. Rendimiento de materia seca de dos cortes de *Stylosanthes guianensis* 136 como respuesta a la t le fósforo con MgO, $CaCO_3$ + SiO_2 y a diferentes termofosfatos, en un Oxisol de Carimagua, en el invernade

características químicas del suelo, con excepción del fósforo disponible medido como Bray I. La influencia en el magnesio intercambiable del suelo fue poca o nula.

Por otra parte, los termofosfatos y la roca fosfórica del Huila como MgO y silicato de Calcio, aumentaron apreciablemente el porcentaje de fósforo y magnesio en el tejido de *Stylosanthes*. El uso de superfosfato triple o de fosfato de Renania redujo el contenido de magnesio del tejido. El contenido de calcio también aumentó con la aplicación de estos termofosfatos al suelo.

APLICACIONES DE SILICATO Y DE MAGNESIO

A fin de estudiar el efecto de los silicatos y del MgO en la respuesta de *S. guianensis* (CIAT 136) al fósforo, se estableció un experimento de invernadero en el cual se usó Oxisol proveniente de Carimagua. Las fuentes de fósforo fueron superfosfato triple y roca fosfórica del Huila. Se mezclaron óxido de magnesio y silicato de calcio y se aplicaron junto con las fuentes de fósforo, en tres niveles diferentes, pero siempre se mantuvo la misma proporción $MgO:SiO_2$ de 0,75:1,00.

Los rendimientos de materia seca del primer corte se muestran en la Figura 40. Cuando no se adicionó fósforo al suelo, *Stylosanthes* respondió levemente al primer aumento de MgO y SiO_2 pero, posteriormente, no se observó ninguna respuesta. Al adicionar fósforo, la respuesta al MgO y silicato de calcio fue apreciable para el nivel más bajo de estos dos compuestos, cuando se usó superfosfato triple o rocas fosfóricas, del Huila. El óxido de magnesio y el silicato de calcio produjeron respuestas marcadas en el rendimiento a tasas altas de superfosfato triple. Los rendimientos de *Stylosanthes* no fueron notablemente afectados por las aplicaciones de MgO y de silicatos de calcio, cuando se aplicaron niveles altos de fósforo como roca fosfórica del Huila. Es posible que las tasas altas de roca fosfórica

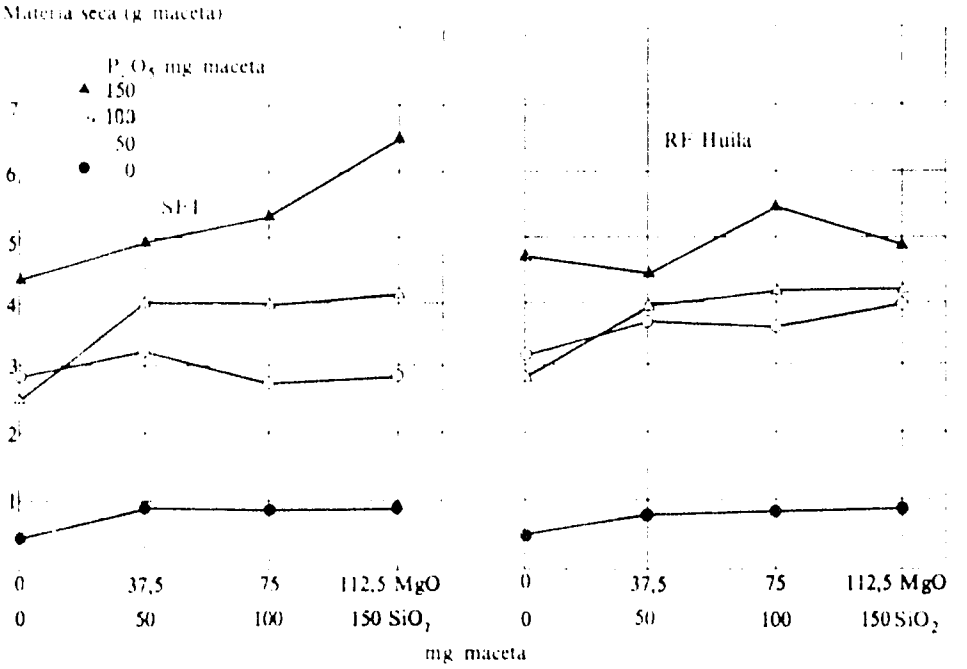


Figura 40. Rendimiento de materia seca de un corte de *Stylosanthes guianensis* 136 como respuesta a las tasas de MgO y SiO_2 y a la tasa y fuente de fósforo, en un suelo de Carimagua, en condiciones de invernadero.

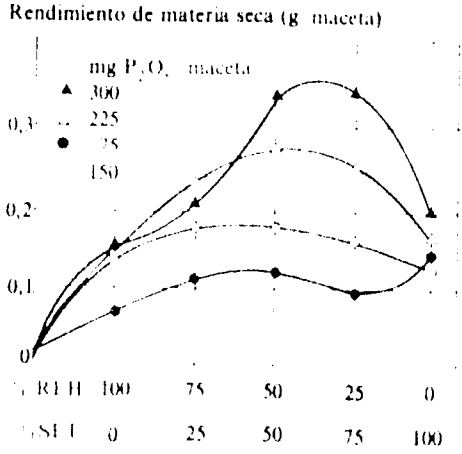


Figura 41 Rendimiento de materia seca de *Desmodium distortum* CIAT 335 como respuesta a la tasa de fosforo y a las combinaciones de roca fosforica del Huila (RFH) y al superfosfato triple (SFT), en un suelo de Carimagua, en condiciones de invernadero.

proporcionen suficiente calcio, magnesio y silicato al suelo para suplir los requisitos de la planta.

ROCA FOSFORICA COMBINADA CON SUPERFOSFATO TRIPLE

Una de las posibilidades de mejorar la disponibilidad de fósforo de las rocas fosfóricas es combinándolas con sustancias acidificantes como azufre o superfosfato triple. Se hicieron dos experimentos de laboratorio utilizando combinaciones, a diferentes niveles de roca fosfórica del Huila y superfosfato triple, marcado con P^{32}, en un Oxisol de Carimagua y un Ultisol de Quilichao. Como plantas indicadoras se usaron *Desmodium distortum* (CIAT 335) y *Panicum maximum*, respectivamente. En la Figura 41 se observa que los rendimien-

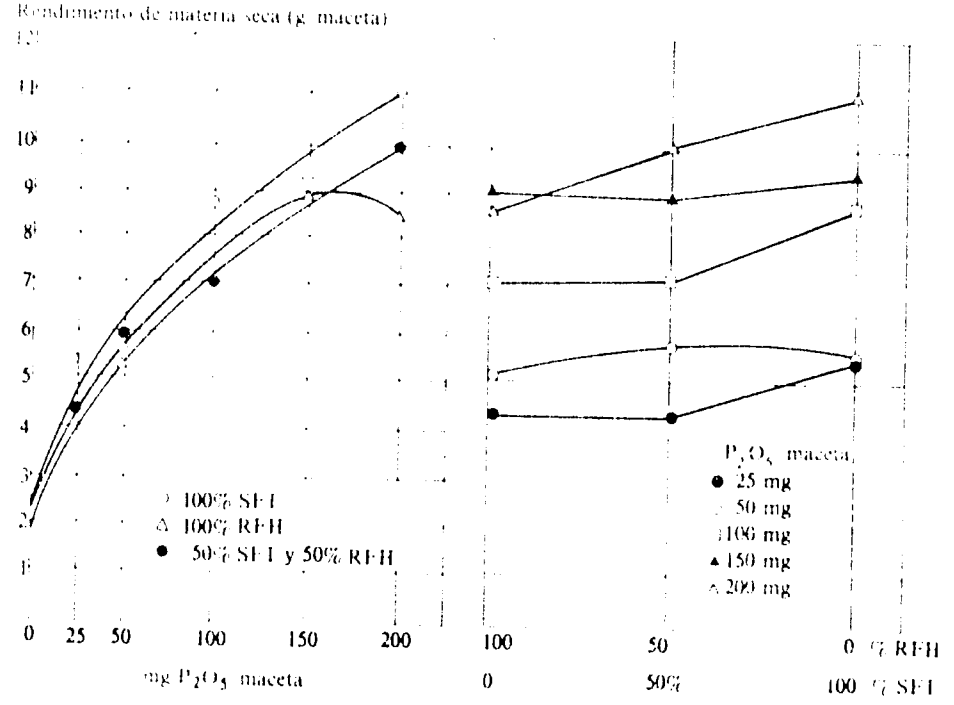


Figura 42 Rendimiento de materia seca de *Panicum maximum* como respuesta a la tasa de fósforo y a las combinaciones de fuentes de fósforo, en un Ultisol de CIAT-Quilichao (suma de promedios de dos cortes).

tos aumentaron con la adición de superfosfato triple a la roca.

En el Ultisol del CIAT-Quilichao, *P. maximum* respondió casi linealmente a la fertilización con fósforo y no hubo una diferencia apreciable en el rendimiento al aplicar 100 por ciento de roca fosfórica del Huila o superfosfato triple, o de la combinación de los productos (Figura 42). Solamente, cuando se usaron dosis altas de fósforo, la gramínea respondió marcadamente al aumento de fósforo soluble en el fertilizante. Pareciera que *P. maximum* puede aprovechar formas poco solubles de fósforo. Las combinaciones de fuentes solubles y poco solubles de fósforo tienen, por lo tanto, un valor limitado en tales circunstancias.

NUTRICION MINERAL DE PLANTAS FORRAJERAS

Los requerimientos nutricionales de varias especies de gramíneas y leguminosas que son de interés para el Programa de Ganado de Carne, no son bien conocidos. Durante 1977, los estudios realizados por agrónomos y especialistas en suelos han proporcionado nueva información relativa a: 1) la tolerancia a la acidez del suelo (toxicidad de aluminio) y respuesta al encalamiento, y 2) tolerancia al bajo contenido de fósforo disponible. Se establecerá una sección de Suelos-Nutrición de Plantas, con la llegada de un científico especializado en 1978.

TOLERANCIA AL ALUMINIO

Se han establecido 14 gramíneas y 24 leguminosas en parcelas encaladas existentes en Carimagua, a fin de estudiar su tolerancia al aluminio. Los niveles de cal son de 0,05, 2 y 6 toneladas de equivalente de carbonato de calcio/ha, como se ha descrito en previos informes anuales del CIAT, los cuales informaron que los valores de saturación de alumino en la capa superior del suelo eran de aproximadamente 90, 85, 50 y 10 por ciento, respectivamente. Los rendimientos de materia seca de 11 gramíneas, promedio para todos los cortes, se muestran en la Figura 43. Existe un alto nivel de tolerancia al aluminio en las especies más importantes, *Brachiaria decumbens, Andropogon gayanus, Panicum maximum* y otras especies del género *Brachiaria*, todas las cuales se aproximaron a los rendimientos máximos a niveles de 0 ó 0,5 toneladas de cal/ha. En el caso de *A. gayanus, B. humidicola* y *B. radicans*, se obtuvieron los rendimientos máximos sin aplicaciones de cal. En contraste, *Hyparrhenia rufa*, una gramínea muy común en los trópicos, respondió notablemente al nivel relativamente alto de 2 toneladas/ha. Esta observación confirma los experimentos de invernadero realizados durante 1976 en los cuales se evaluaron seis gramíneas tropicales en soluciones cuyas concentraciones de alumino variaban de 0 a 4 ppm. El efecto del aluminio sobre cuatro especies se presenta en la Figura 44. De todas las gramíneas, *Cenchrus ciliaris* fue la más afectada, seguida por *H. rufa*. *P. maximum* respondió positivamente al primer aumento de aluminio y solamente fue adversamente afectado por el nivel más alto de aluminio. *B. decumbens* no presentó ningún efecto en el rango de concentraciones estudiadas. *H. rufa* es claramente mucho más susceptible que *B. decumbens* a la toxicidad de aluminio, tanto en experimentos de invernadero como en el campo. Los rendimientos de *P. maximum* disminuyeron al nivel 0 de cal (el nivel más alto de aluminio) en el campo y también en solución nutritiva.

Digitaria decumbens parece ser tolerante al aluminio, aunque los niveles de rendimiento absoluto fueron bastante

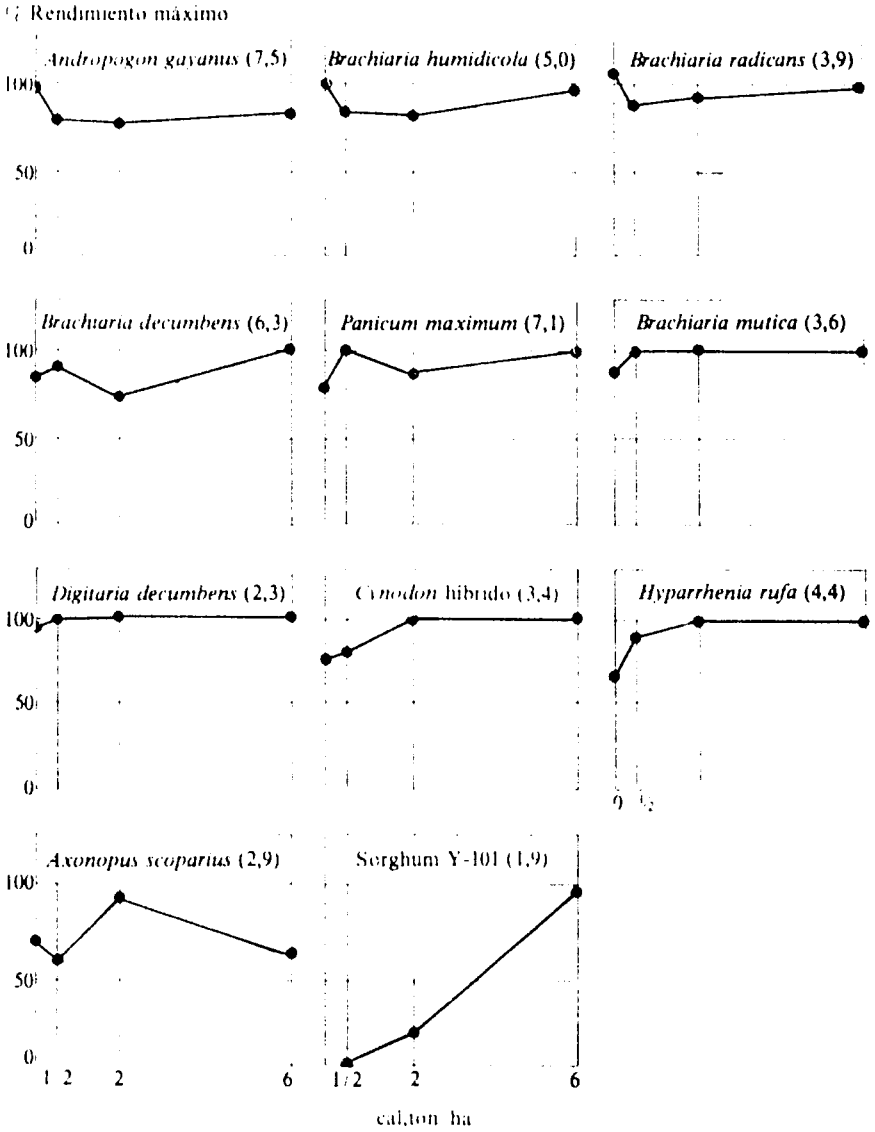


Figura 43 **Respuesta diferencial de 11 especies de gramíneas al encalamiento en un Oxisol de Carimagua.** Los rendimientos máximos de materia seca en ton/ha/corte aparecen entre paréntesis y corresponden a los promedios de cuatro y cinco cortes durante una estación.

bajos. Un híbrido de *Cynodon* (estrella africana) y el pasto imperial (*Axonopus scoparius*) respondieron vigorosamente a la aplicación de cal. Se incluyó el híbrido de sorgo granero, Taylor Evans Y-101, debido a informes obtenidos sobre su tolerancia al aluminio en el Cerrado de Brasil. La fuerte respuesta observada indica que este sorgo es más susceptible a la toxicidad de aluminio que todas las especies de gramíneas forrajeras ensayada.

En el Cuadro 27 se muestran los rendimientos de materia seca de ocho

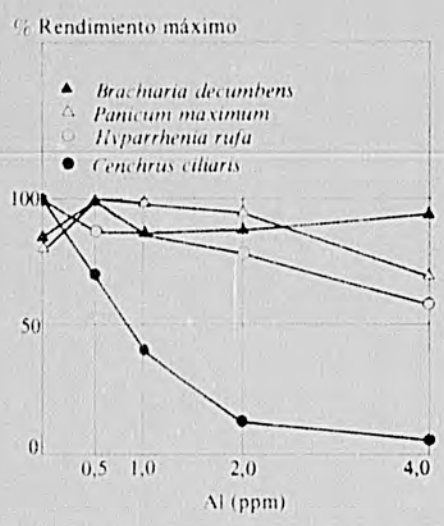


Figura 44. **Efecto de la concentración de aluminio sobre los rendimientos de materia seca de cuatro gramíneas tropicales en solución nutritiva.**

leguminosas. Estos datos pertenecen a la primera cosecha solamente. Posteriormente se adicionó magnesio al tratamiento sin cal, al cual no se había suministrado previamente ese nutrimento. Todos los otros tratamientos habían recibido magnesio a fin de mantener una proporción calcio:magnesio constante de 10:1 con cal adicionada. Algunas de las respuestas al tratamiento de 0,5 ton/ha de cal pueden deberse al magnesio, especialmente en el caso de *Desmodium ovalifolium* y *Pueraria phaseoloides* y posiblemente en el caso de *Centrosema pubescens* y el híbrido Centrosema sp. 438. *Stylosanthes capitata* y *Zornia* sp. 728 se destacan por su vigor y falta de respuesta al encalamiento, en cambio *C. plumieri* es obviamente la especie más sensible a la acidez del suelo en este grupo de leguminosas.

TOLERANCIA AL BAJO NIVEL DE FOSFORO DISPONIBLE

Se seleccionaron 20 especies y ecotipos de *Stylosanthes* con base en sus requerimientos de fósforo, en un ensayo en macetas, con el Oxisol de Carimagua, para el cual se usaron los siguientes niveles de aplicación de fósforo: 0, 5, 10, 20, 30, 60, 120 y 240 kg de P/ha. El nivel crítico de fósforo disponible por el método Bray II, se escogió como indicador de los requerimientos externos de fósforo de la especie. Los intentos para estimar los requerimientos internos de fósforo no tuvieron éxito debido a los pequeños cambios en el porcentaje de fósforo que ocurrieron en los tejidos de la planta (Cuadro 28).

Cuadro 27. **Efecto de la cal sobre los rendimientos de materia seca (kg/ha) de 8 leguminosas forrajeras, primer corte, en un Oxisol de Carimagua.**

	Cal (ton/ha)			
Especies	0	0,5	2	6
Centrosema plumieri 470	0	0	582	1698
Centrosema sp. 1787	445	912	2014	2769
Centrosema sp. 438	356	1330	1568	1317
Centrosema pubescens	680	1729	1996	2035
Desmodium ovalifolium 350	1118	2302	2018	2480
Pueraria phaseoloides 9900	1286	1688	1422	1434
Zornia sp. 728	3000	3108	2686	2628
Stylosanthes capitata 1019	2365	2361	3011	2458

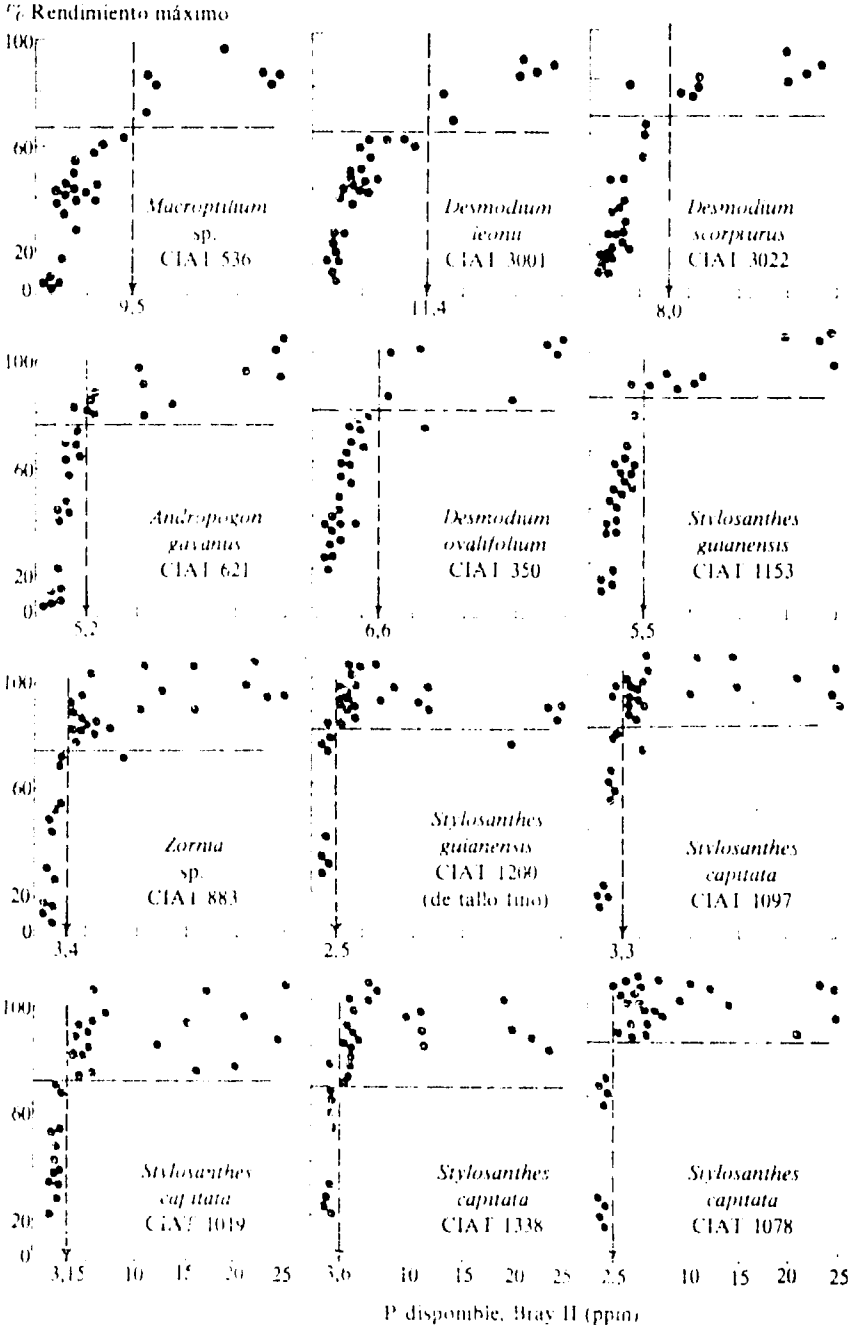


Figura 45. Requerimientos externos de fósforo de 12 accesiones forrajeras en un Oxisol de Carimagua.

Cuadro 28. **Relación entre la aplicación de fósforo —en el campo y en el invernadero— y el contenido de fósforo (% P en materia seca) de plantas de *Andropogon gayanus***

Ensayo	Tasa de aplicación (kg P_2O_5/ha)								
	0	40	20	40	60	80	120	160	240
Invernadero	0,10	0,09	0,10		0,10		0,12	-	0,15
Campo	0,09	0,08	0,09	0,09	-	0,12		0,16	-

Los requerimientos externos de fósforo se presentan en la Figura 45, presentadas de acuerdo al método Cate-Nelson para determinar el nivel crítico de contenido de fósforo en el suelo. En esta figura se pueden observar grandes diferencias entre especies y ecotipos forrajeros. Las dos hileras inferiores representan accesiones con niveles críticos de 4 ppm o menos de fósforo disponible, entre ellas, cuatro accesiones de *S. capitata*, una de *S. guianensis* de tallo fino y una de *Zornia*. Estas accesiones aparentemente utilizan bajas cantidades de fósforo más eficientemente que otras plantas. Precisamente, estas accesiones están entre las introducciones más promisorias para condiciones de Carimagua, con excepción de *S. guianensis* 1200, la cual se descartó por no producir semilla.

Otras tres accesiones tienen un nivel crítico entre 5 y 6 ppm de fósforo y muestran también un grado significativo de adaptación a baja disponibilidad de fósforo. Entre ellas *A. gayanus* y *D. ovalifolium* se incluyen entre las plantas forrajeras más promisorias para condiciones edáficas de Carimagua.

Finalmente, tres especies presentan niveles críticos superiores a 8 ppm: *Macroptilium* sp. 536, *D. leonii* 3001 y *D. scorpiurus* 3022. Estas especies no se adaptan bien a las condiciones de Carimagua. El nivel crítico de fósforo, con el método Bray II para cultivos en Colombia, es de 15 ppm. Por lo tanto, todas las especies forrajeras ensayadas tienen requerimientos más bajos de fósforo que los cultivos, lo cual demuestra la ventaja comparativa que ellas tienen para un manejo caracterizado por el bajo uso de insumos.

DESARROLLO DE PRADERAS

En 1977 se establecieron en Carimagua y Brasilia dos nuevas unidades de Desarrollo de Praderas con el propósito general de desarrollar sistemas para el establecimiento y mantenimiento de praderas en sabanas tropicales, a diferentes niveles de inversión. Los diferentes sistemas se ilustran en la Figura 46. Los estudios incluirán: 1) métodos de bajo costo para el establecimiento de especies forrajeras mejoradas en las sabanas nativas; 2) establecimiento de asociaciones de gramínea-leguminosa después de arar la sabana nativa, 3) utilización de cultivos como precursores al establecimiento de especies forrajeras, a un nivel de inversión algo mayor; y 4) establecimiento de praderas de gramíneas, leguminosas o bien, asociaciones en pequeñas áreas con riego o manejadas intensivamente con suelos fértiles, a fin de proporcionar forraje de corte o bancos de proteína o energía para suplementación en épocas críticas del año. También se estudiarán los requerimientos de mantenimiento que sean necesarios para operar estos sistemas. Las principales variables incluyen preparación del terreno, métodos de siembra y tasas de fertilización para el establecimiento y mantenimiento, bajo diferentes presiones

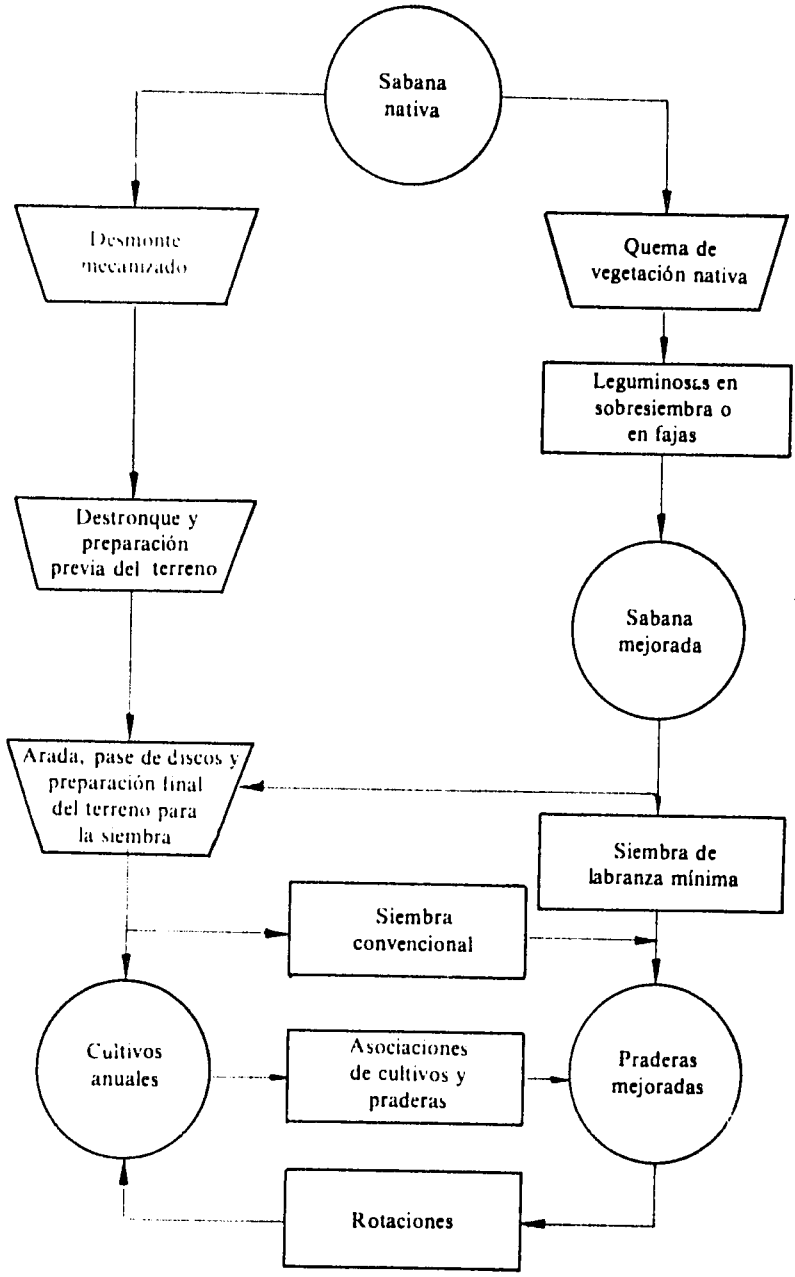


Figura 46. Esquema que ilustra el establecimiento de praderas y el mantenimiento de sabanas de tipo Oxisol-Ultisol.

de pastoreo. El trabajo que se realizó en 1977 se concentra en el desarrollo de un nuevo sistema, de baja densidad y en la determinación de los requerimientos de fertilización de las principales gramíneas; ambos trabajos se hicieron en Carimagua.

SISTEMA DE ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS CON BAJAS DENSIDADES DE SIEMBRA

Ciertos recursos, como capital, mano de obra y fertilizantes, constituyen casi siempre factores limitantes en la sabanas tropicales. En el caso particular de las praderas mejoradas, la semilla o bien, el material de siembra vegetativo rara vez se encuentra disponible en cantidad suficiente y frecuentemente es muy costoso en las etapas iniciales. En 1977 se inició un experimento para estudiar la factibilidad del establecimiento con baja densidad de siembra en 10 especies, las cuales se espera que se propaguen naturalmente o bien, por medio de estolones, produciendo un número aceptable de plantas, en un año o menos. Para lograr esta densidad de plantas se aprovecharía la falta de competencia de malezas durante varios meses, después de la preparación del terreno y antes de la aplicación de fertilizantes, en Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia.

Se preparó un campo de tres hectáreas con una rastra de disco inclinado para controlar la vegetación espontánea. Inicialmente, se aplicó fertilizante sólo en el sitio de siembra de la planta forrajera de tal manera que el fertilizante actuara en una superficie aproximada de 0,1 m^2. Con una población de 1.000 plantas ha, la tasa inicial de aplicación de fósforo fluctuó de 0,5 a 9 kg ha de P_2O_5. Dentro del área tratada de 0,1 m^2 las tasas de aplicación de fósforo fluctuaron de 50 a 900 kg ha de P_2O_5. La aplicación de potasio fluctuó entre 0 y 1,5 g de K_2O sitio de siembra, lo cual equivale a 1-1,5 kg ha de K_2O en la aplicación inicial y a 100-150 kg ha de K_2O para el área tratada.

La segunda etapa de aplicación de fertilizantes en el área entre sitios de siembra se completará después del desarrollo inicial de los estolones (o de producción de semilla, en especies no estoloníferas), para evitar la competencia de malezas, hasta lograr un buen establecimiento. Se espera que *Brachiaria decumbens, B. humidicola, B. radicans* y el híbrido de *Cynodon* se propaguen principalmente mediante estolones; sin embargo, *B. decumbens* ya está produciendo semilla. *Andropogon gayanus, Panicum maximum, Zornia* sp., *Pueraria phaseoloides, Desmodium ovalifolium* y *Stylosanthes capitata* dependen principalmente de la producción de semilla para su propagación, pero algunas de estas especies se propagan también por medio de tallos rastreros. Se aplicarán cinco tratamientos diferentes de fertilizantes en el área entre lugares de siembra, a fin de cubrir el rango de respuesta probable de las 10 especies que varían en cuanto a requerimientos de fertilizantes. Se cree que todas estas especies se adaptan razonablemente bien al medio ácido del suelo.

En la Figura 47 se incluyen los resultados para cuatro gramíneas estoloníferas mostrando la respuesta al fósforo y al potasio, en términos de longitud promedio de los cuatro estolones más largos por planta y número de estolones por planta de longitud mayor a un metro y en el caso de *B. radicans*, de estolones de más de dos metros. La longitud de los estolones fue ligeramente afectada por el fósforo, principalmente en el rango de 0,5-1,0 g lugar de siembra para *B. decumbens, B. humidicola* y *B. radicans*. El híbrido de *Cynodon* respondió hasta un nivel de 3 g sitio de siembra. Sin embargo, el efecto del fósforo en el número de estolones de longitud mayor a un metro fue muy marcado, tanto para *B. decumbens* como para *B. radicans*, en el rango total de aplicación de fósforo (0,5 - 9 g sitio de siembra). La respuesta al potasio se notó especialmente en término del número de estolones, de longitud mayor a uno o dos metros.

En menos de tres meses, *B. radicans* había cubierto casi toda el área entre lugares de siembra, a una distancia de siembra de 3,16 metros, de centro a centro.

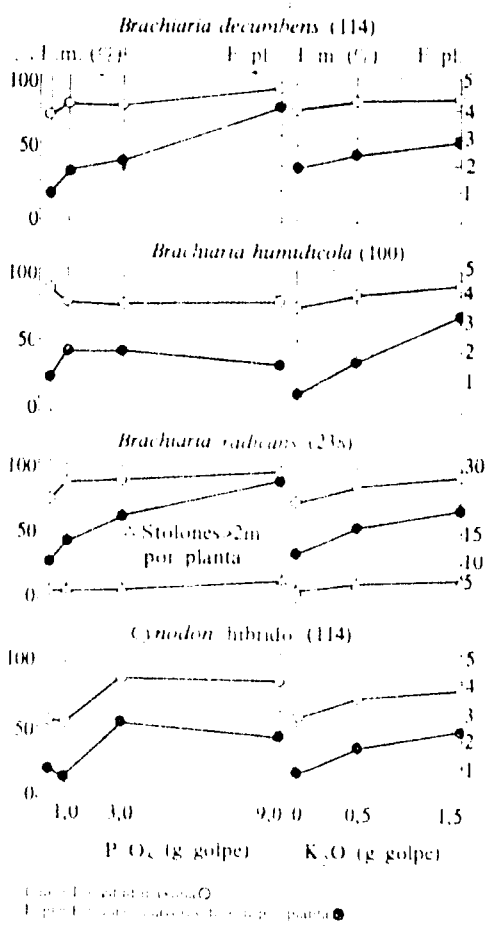


Figura 47. Efectos del fósforo y del potasio sobre el número de estolones y la longitud máxima porcentual de los cuatro estolones más largos, para cuatro gramíneas, 12 semanas después de la siembra del material vegetativo en golpes separados 3,16 metros entre sí (1 000 golpes/ha) en un Oxisol de Carimagua. La longitud promedio, en centímetros, de los cuatro estolones más largos por golpe en el mejor tratamiento se presenta en paréntesis.

B. humidicola también está proporcionando una cobertura rápida pero fue más lento en el establecimiento y en la iniciación de un crecimiento estolonífero vigoroso. *B. decumbens* se ha desarrollado rápidamente pero el crecimiento inicial es en gran parte vertical antes de que se presente un desarrollo estolonífero apreciable. Durante la fase de establecimiento, las hormigas cortadoras de hojas causaron daño, especialmente en *D. ovalifolium*.

Este sistema puede brindar importantes ventajas para el establecimiento de especies forrajeras en áreas de sabana caracterizadas por suelos ácidos, de baja fertilidad, en las cuales la mano de obra, el capital, el material de siembra y los fertilizantes son escasos y donde el agricultor voluntariamente aporta tiempo a cambio de inversión inicial de capital.

REQUERIMIENTOS DE FERTILIDAD PARA EL ESTABLECIMIENTO CONVENCIONAL DE PRADERAS EN CARIMAGUA

Los principales factores limitantes para el establecimiento y mantenimiento de especies forrajeras en los Oxisoles de Carimagua parecen ser el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el magnesio y el azufre. En la Figura 48 se presentan los perfiles de respuesta de cuatro gramíneas al fósforo, al potasio, la magnesio y al azufre. Las cuatro especies respondieron vigorosamente a la aplicación de fósforo; *P. maximum* y *H. rufa* fueron las especies que presentaron una mayor respuesta y *A. gayanus* presentó la menor respuesta. La respuesta de *H. rufa* al potasio fue la más notable. Cuando no se aplicó potasio, la población de *H. rufa* se deterioró rápidamente; los rendimientos de los tratamientos sin potasio, promediados a todos los niveles de fósforo, alcanzaron solo un 15 por ciento del máximo. En 1977, el nitrógeno llegó a ser un factor severamente limitante y actualmente, se hacen aplicaciones uniformes a todos los tratamientos. Para algunas especies, el azufre y el magnesio también constituyen factores limitantes; se hicieron aplicaciones uniformes de ambos nutrimentos a todos los tratamientos, con excepción de los testigos.

En 1976 se sembraron cuatro leguminosas pero, como el establecimiento no tuvo éxito, se volvió a sembrar en junio

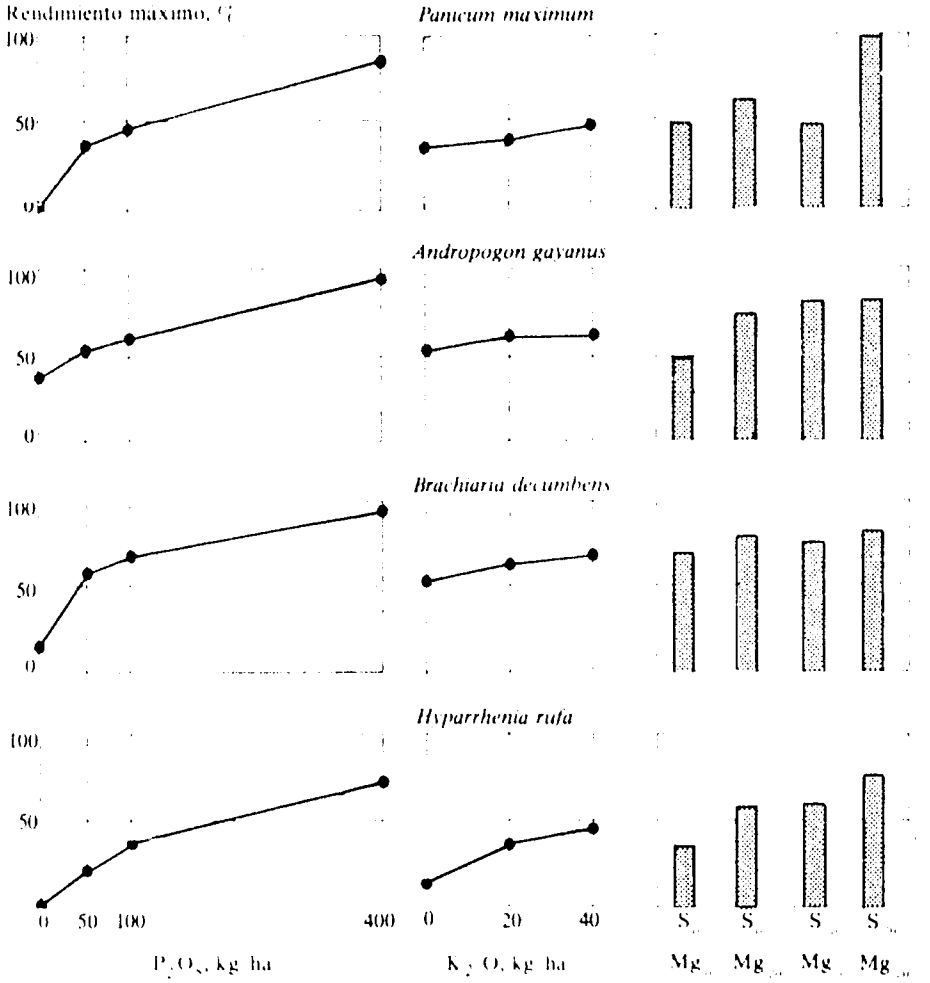


Figura 48. Respuesta de cuatro gramíneas a la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y azufre, en un Oxisol de Carimagua. Los rendimientos de materia seca representan promedios de tres y cuatro cosechas, durante el primer año después del establecimiento.

de 1977 con *P. phaseoloides* (kudzú), *D. ovalifolium*, *Zornia* sp. (CIAT 728) y *Centrosema pubescens*. Las cuatro especies presentaron excelentes establecimientos iniciales pero *C. pubescens* falló posteriormente. En 1977 se llevó a cabo una sola cosecha, cuyos resultados se presentan en la Figura 49.

De las tres especies sobrevivientes, *Zornia* sp. es la menos exigente. *D. ovalifolium* presenta una respuesta intermedia al fósforo y al potasio. El desarrollo de *P. phaseoloides* se vio tan severamente limitado por la deficiencia de magnesio que resulta difícil evaluar la respuesta al fósforo y al potasio. *D. ovalifolium* también presenta una respuesta extrema al magnesio. Se han realizado aplicaciones uniformes de magnesio y azufre a todas las parcelas con excepción de los controles.

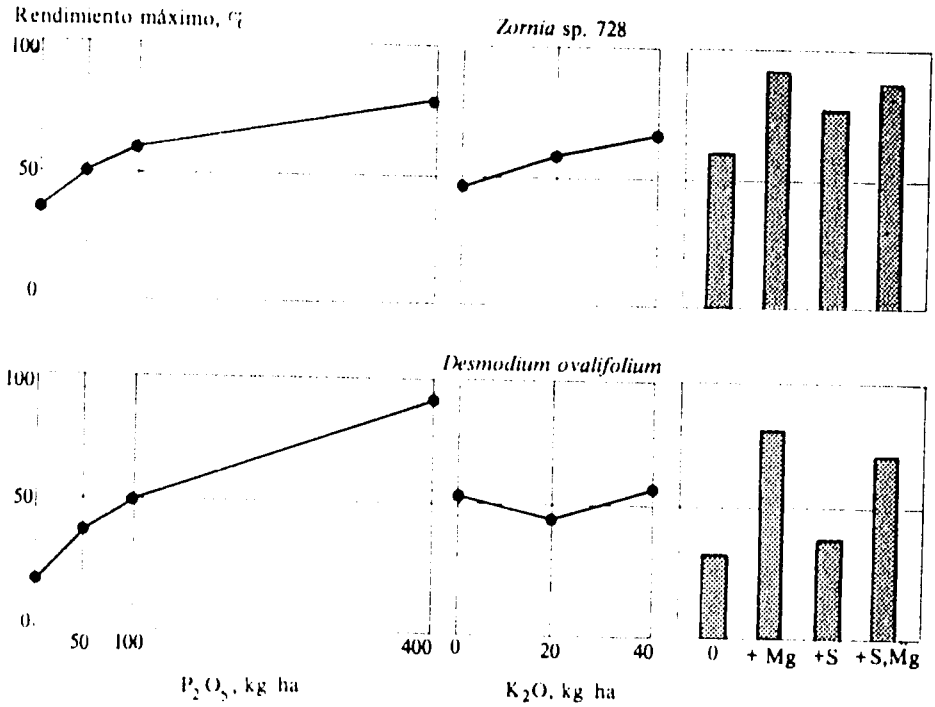


Figura 49. Efecto de la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y azufre en los rendimientos relativos de materia seca de dos leguminosas tropicales; primer corte, 1977. Las tasas de aplicación de magnesio y azufre fueron de 20 kg/ha.

SIEMBRA EN FAJAS ALTERNAS DE ASOCIACIONES DE LEGUMINOSA-GRAMINEA

La especie *P. phaseoloides* (kudzú) se estudia bajo pastoreo en asociación con *B. decumbens*, *M. minutiflora* e *H. rufa*, en un ensayo que se estableció en 1976. La leguminosa se sembró en fajas de terreno de 2,5 metros, alternadas con fajas de 2,5 metros de la gramínea asociada. El ensayo incluye tres períodos de descanso, de 28, 42 y 56 días, y tres tasas de mantenimiento de fertilizantes y se maneja con pastoreo intensivo. El sistema de establecimiento en fajas y el manejo del pastoreo han dado como resultado un buen balance leguminosa/gramínea entre *P. phaseoloides* y *B. decumbens* y dominio de la leguminosa sobre *H. rufa* y *M. minutiflora* durante la primera época de pastoreo. *B. decumbens* produce un volumen de forraje dos o tres veces mayor que el volumen producido por las otras dos gramíneas y está invadiendo las fajas de terreno ocupadas por la leguminosa asociada; *P. phaseoloides* también está invadiendo las fajas ocupadas por *B. decumbens*. Parece que las dos especies pueden ser compatibles durante un período razonable de tiempo, mediante este sistema de siembra.

Cuadro 29. Efecto del magnesio en los rendimientos de materia seca (medida en kg/ha) de tres especies forrajeras, a la primera cosecha en 1977.

Especies	Mg (kg/ha) 0	20
Zornia sp. 728	2436	3151
Desmodium ovalifolium	675	1552
Pueraria phaseoloides	229	739

FERTILIZACION DE MANTENIMIENTO DE PASTOS ESTABLECIDOS

El año pasado se utilizaron pequeñas áreas de pastoreo, a fin de estudiar la respuesta de praderas de gramíneas previamente pastoreadas a la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y azufre. En 1977, se aplicó nitrógeno utilizando un diseño de parcelas divididas. Las respuestas de rendimiento han sido erráticas sin haberse obtenido respuestas consistentes a las variables de fertilidad.

Durante la estación seca de 1976-77, se perdieron casi por completo los establecimientos de *H. rufa* en tres áreas de pastoreo pero la variabilidad dentro de la parcela fue tan grande que no permitió la identificación de los factores causantes. En otros ensayos mencionados anteriormente, *H. rufa* ha presentado extrema susceptibilidad a la deficiencia de fósforo y de potasio y sólo moderada tolerancia a las condiciones ácidas del suelo. Estos estreses, aumentados por la sequía, constituyeron probablemente las principales causas del fracaso.

Se continúa el trabajo con palas surcadoras a poca profundidad como una alternativa de bajo costo para el control de la sabana nativa y la preparación de la tierra con un mínimo de riesgo de erosión. El control satisfactorio de la vegetación requiere varios días sin lluvia después del cultivo, lo que limita el uso de coberturas a la primera o última parte de la época de lluvia (diciembre-noviembre o marzo-abril).

USO DE CULTIVOS ANUALES COMO PRECURSORES DE LAS ESPECIES FORRAJERAS

En muchas regiones de sabana, se siembran algunos cultivos como arroz de secano, maíz y maní después del desmonte; después de su cosecha, el terreno se siembra con especies forrajeras. En Quilichao y en Carimagua se establecieron dos experimentos a fin de estudiar la posible utilización de varios cultivos como precursores de las especies forrajeras, en los cuales las leguminosas y las gramíneas forrajeras se intercalaron, en diferentes etapas del crecimiento de los cultivos y a diferentes niveles de fertilidad. Los resultados serán publicados en el próximo Informe Anual.

UTILIZACION DE PASTOS

Las actividades de la Sección de Utilización de Pastos del Programa se descontinuaron en CIAT-Palmira. Al finalizar 1977, se estableció una serie de experimentos en la recientemente adquirida subestación de CIAT-Quilichao. La adquisición de esta subestación brinda la oportunidad de estudiar el manejo bajo pastoreo de las asociaciones de leguminosa gramínea especialmente del nuevo germoplasma del CIAT en la medida en que se relacionen con asociaciones potencialmente útiles para las áreas de Ultisoles de bajo estrés climático.

En diciembre de 1977, se terminaron en Carimagua dos experimentos de pastoreo, al finalizar la época lluviosa. Uno de estos experimentos se había diseñado para medir el potencial de producción de carne, en la sabana tropical, bajo dos sistemas de manejo del fuego. Este ensayo se inició en 1971 y después de seis años, ha proporcionado valiosa información. El segundo experimento estudiaba, en una primera fase, el efecto de la fertilización con fósforo y potasio, durante la época de establecimiento de *Melinis minutiflora* sobre la producción de carne; en la

segunda fase, se midió el efecto de tres sistemas de manejo de pastoreo. La primera parte comenzó en 1971 y la segunda, en 1973.

CIAT-QUILICHAO

En esta estación se llevan a cabo dos tipos de investigación. La primera medirá el valor nutritivo de nuevas y promisorias accesiones de leguminosas y gramíneas, especialmente aquellas sobre las cuales se tiene poca información. Las mediciones del valor nutritivo incluyen estudios de digestibilidad *in vivo* y de consumo voluntario, en los cuales se ofrece el material vegetal fresco y sin picar a carneros en jaulas metabólicas. En los casos en los cuales la utilización del nitrógeno presenta algún interés, se mide el balance de nitrógeno.

Los otros proyectos consisten de estudio del manejo, bajo condiciones de pastoreo, de las selecciones producidas por el CIAT, las cuales se encuentran en una etapa avanzada de selección (Categoría 4). Cada una de estas selecciones se estudia en asociación con varias gramíneas y se somete a varios niveles de aplicación de fertilizantes, con distintos períodos de descanso durante el pastoreo y por lo menos, dos intensidades de pastoreo.

En 1977, se establecieron dos proyectos de este tipo. Uno, con el híbrido de *Centrosema* (CIAT 438), y el otro con *S. guianensis* (CIAT 136). El pastoreo comenzará aproximadamente en febrero de 1978.

CARIMAGUA

El año de pastoreo, desde noviembre de 1976 a noviembre de 1977, fue difícil en Carimagua. La estación seca, la cual normalmente termina a finales de marzo o a principios de abril, se prolongó hasta mayo. En la mayoría de los casos, esto significó que la capacidad de carga, durante la estación de lluvias, no se logró ajustar hasta mayo y en algunos casos, hasta junio de 1977. También las pérdidas de peso fueron considerablemente altas en todos los tratamientos. Este fue el primer año en el cual se registraron pérdidas de peso en praderas de *B. decumbens*.

En el Cuadro 30 se presentan cambios de peso de los novillos en sabanas nativas. Se registraron pérdidas en todos los tratamientos y éstas alcanzaron hasta 50 kilogramos por animal, en las capacidades de carga más altas. Los aumentos de peso en la estación lluviosa subsiguiente fueron altos y compensaron con creces el comportamiento desfavorable de la estación seca. Los aumentos que se registraron durante este período fluctuaron entre 365 g día animal, a la capacidad de carga

Cuadro 30. **Cambios en el peso corporal (kg/animal) de novillos mantenidos en pastoreo en una sabana de Oxisoles en Carimagua (noviembre 1976-noviembre 1977).**

	Quema del área total			Quema en secuencia		
Capacidad de carga (novillos/ha)	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año
0,20	-7	83	75	-20	110	90
0,35	-43	98	55	-44	104	60
0,50	-50	72	22	-52	78	26

más alta, hasta 558 g a las capacidades de carga más bajas. En base anual, los aumentos fueron similares a las de los años anteriores y promediaron 16 kg/ha/año. Estos aumentos ponen de manifiesto los bajos niveles de producción que el ganado de carne alcanza en la sabana nativa, por unidad de superficie.

También, a causa de la severidad de la estación seca, la suplementación con urea - melaza (80 g/animal/día + 400 g/animal/día) a los animales que pastaban *M. minutiflora* tuvo mayor efecto este año que en los años anteriores. Se calculó que se requieren 0,28 kilogramos de urea y 1,40 kilogramos de melaza para producir un kilo de aumento de peso adicional, en praderas bajo una densidad de carga de 0,44 animales/ha; en cambio, se requiren 0,71 kilogramos de urea y 3,50 kilogramos de melaza en las praderas con una intensidad de carga de 0,44 animales, durante la época seca y de 0,88 animales, durante la época de lluvias. La diferencia se debe solamente a la tasa de aumentos más lenta, durante la estación lluviosa, entre los dos grupos, como se puede observar en la Figura 50. A los precios prevalencies en el área, el costo del suplemento es igual a 46 y 116 por ciento del costo de un kilogramo de peso vivo a la tasa de carga menor y mayor respectivamente.

Se volvió a estudiar la suplementación de animales que pastorean en sabanas

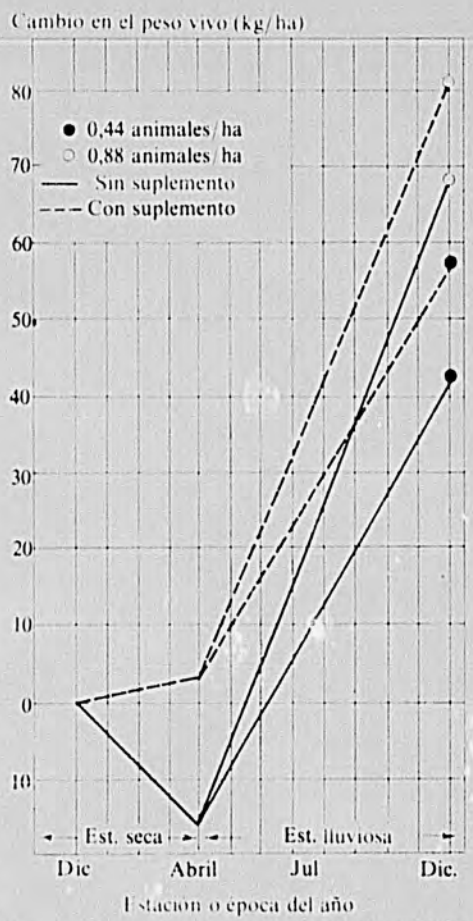


Figura 50. **Promedio cuatrienal en el cambio de peso, por hectarea, de novillos mantenidos en pastoreo, en praderas de *M. minutiflora*, en Carimagua. Los animales con suplementación, recibieron 80 g/día de urea + 400 g/día de melaza de caña, durante la época seca.**

Cuadro 31. **Cambios de peso (kg/animal) de novillos que pastaban en una sabana de Oxisoles, en Carimagua, con varios niveles de suplementación de urea + harina integral de yuca.**

Nivel de harina de yuca (g/animal/día)	Nivel de urea (g/animal/día) 0			40			80		
	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año
0	-7	65	58	-6	55	49	-	-	-
200	1	48	49	10	54	64	13	37	50
400	-	-	-	20	34	54	14	44	58

nativas, con urea + harina de yuca, durante la estación seca de 1977. Una comparación incluía un diseño factorial incompleto, de 3 x 3, suministrando 0-40-80 gramos de urea y 0-200-400 gramos de harina de yuca animal día, en combinación con una mezcla mineral de fosfato dicálcico + sal. En el Cuadro 31 se presentan los cambios promedios de peso. Durante la época seca se presentó respuesta a la urea + harina de yuca, pero, la urea sola, no produjo efectos. De hecho, después de algunas semanas de suplementación, se notó que los novillos no consumían totalmente su dieta de urea + harina de yuca si a ésta no se incorporaba una pequeña cantidad de melaza; desde febrero de 1977, se sustituyeron 50 gramos de harina de yuca por 50 gramos de melaza, por peso. El consumo de urea, cuando no se suministró junto con la harina de yuca, no fue de 40 gramos, como se calculaba, sino de 23 g animal día. El consumo de urea, en los tratamientos de 40 gramos de urea + yuca, promedió 36 g animal día y 52 gramos en los grupos de 80 gramos de urea + yuca. Estos promedios incluyen el período

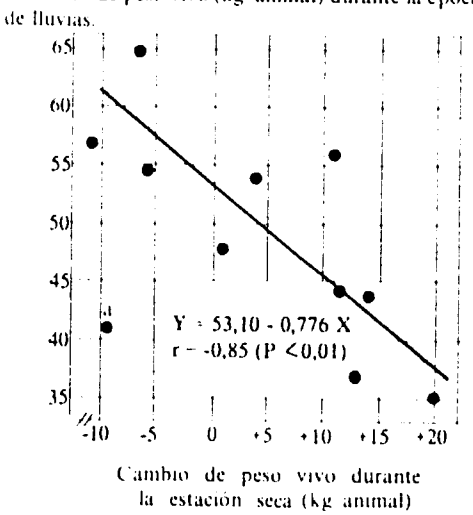


Figura 51. Relación entre el cambio de peso durante la época seca y el aumento de peso vivo durante la época de lluvia, en novillos suplementados que pastaban en la sabana de Carimagua. El punto a, no incluido en la regresión, corresponde a un grupo de animales que no recibió ningún suplemento.

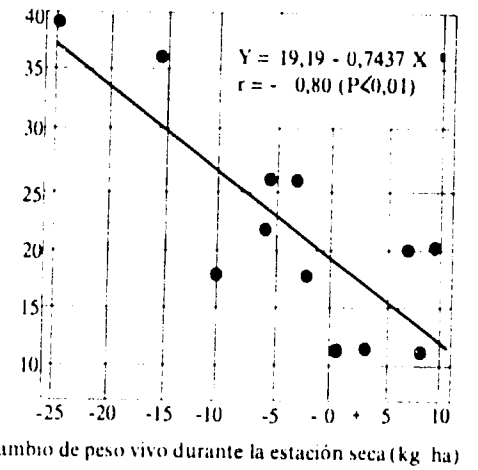


Figura 52. Relación entre cambio de peso corporal en la época seca y el aumento de peso vivo durante la época de lluvia en un ensayo de manejo con quema, en la sabana tropical de Carimagua. Los valores individuales representan el promedio de un grupo de animales con una determinada capacidad de carga en un año y cubren un período de cuatro años.

anterior a la adición de melaza y también, el tiempo durante el cual se suministró melaza.

Debido al fuerte aumento compensatorio, durante la época de lluvias, no se presentaron diferencias en el aumento de peso anual. Esta fuerte compensación se puede observar en la Figura 51. La inclinación de la línea indica la proporción en la cual el cambio de peso de la estación seca influye en el aumento de peso de la estación lluviosa. En la Figura 52 se presenta una relación similar para el ensayo sobre manejo con quema. Es interesante notar que, en ambos casos, el aumento compensatorio fue de 74-78 por ciento.

La segunda comparación del ensayo fue un diseño factorial 2 x 3 en el cual se estudió la interacción de la suplementación mineral, en diferentes épocas del año, y la suplementación de nitrógeno durante la época seca. Los minerales suministrados fueron sal + fosfato dicálcico (50% - 50%)

ad libitum y el suplemento nitrogenado consistió en 80 gramos de urea + 400 gramos de harina de yuca animal/día. También, en este ensayo, se sustituyeron 50 gramos de harina de yuca por 50 gramos de melaza. El consumo de urea promedio 69 g animal día en aquellos tratamientos que recibieron el suplemento nitrogenado. La Figura 53 representa los cambios de peso durante ambas estaciones. Los resultados sugieren una respuesta a la suplementación nitrogenada, durante el período seco, independiente de la suplementación de minerales y una respuesta lineal a la suplementación mineral, durante la época de lluvias. Esta parte del ensayo se repetirá en 1977-78, con el doble de animales, para comprender mejor la amplia variación encontrada entre animales.

En el Cuadro 32 se presentan los resultados del tercer año de pastoreo en *B. decumbens*, a capacidad de carga fija, durante el año. Las pérdidas de peso, durante la estación seca, fueron apreciables y aumentaron con las mayores capacidades de carga. Sin embargo, la producción anual fue muy similar a la del año anterior. El promedio anual de producción por hectárea, a todas las capacidades de carga, fue de 110 kilogramos en 1975-76 y 105 kilogramos en 1976-77. En un segundo experimento con *B. decumbens* se explora la posibilidad de aumentar la producción por hectárea mediante el uso de altas capacidades de carga, durante la estación lluviosa y una baja capacidad de carga, durante la estación seca. En el Cuadro 33 se presentan los resultados del segundo año de pastoreo en *B. decumbens*. A mayores capacidades de carga, los aumentos de peso en la época lluviosa disminuyeron notablemente, pero el aumento de peso por hectárea alcanzó hasta 200 kilogramos por año.

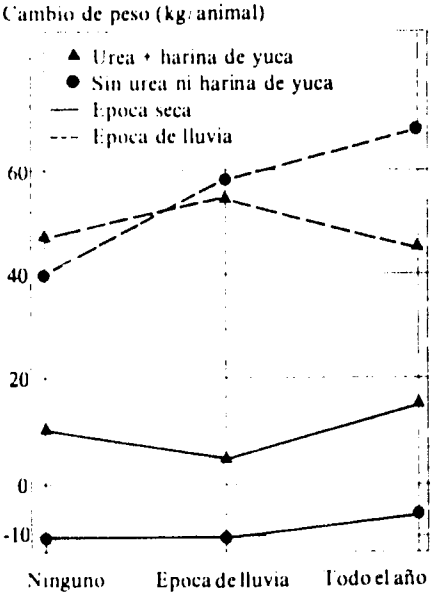


Figura 53. Relación entre suplementación mineral y suplementación con urea + harina de yuca durante la época seca, en novillos mantenidos en pastoreo en una sabana tropical, en Carimagua.

Cuadro 32. **Cambios de peso de novillos en potreros de *Brachiaria decumbens* en Carimagua, en el tercer año de pastoreo.**

Capacidad de carga (novillos/ha/año)	Cambios en peso vivo					
	kg/animal			kg/ha		
	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año	Epoca seca	Epoca de lluvia	Año
0,9	-6	124	118	-5	111	106
1,3	-21	118	97	-27	153	126
1,7	-19	105	86	-32	179	147

Cuadro 33. **Cambios de peso de novillos en potreros de *Brachiaria decumbens* en Carimagua, en el segundo año de pastoreo, con baja capacidad de carga en la época seca y carga variable en la época de lluvia.**

Capacidad de carga (novillos/ha)		Cambio de peso vivo				
		kg/animal		kg/ha		
Época seca	Época de lluvia	Época seca	Época de lluvia	Época seca	Época de lluvia	Año
0,7	1,63	-11	81	-8	132	124
0,7	2,34	-16	77	-12	180	168
0,7	3,06	16	63	12	193	205

En 1977 se incorporó una tercera pradera de *B. decumbens* para investigar el efecto de la variación de capacidades de carga durante la época seca y de una capacidad de carga intermedia, durante toda la estación lluviosa. En el Cuadro 34 se presentan aumentos de aproximadamente 200 kg/ha/año. Las praderas parecen agotarse, especialmente a las mayores capacidades de carga; en consecuencia, su futuro es imprevisible. En julio de 1977 cercaron tres pequeñas áreas de estas praderas y se iniciaron experimentos de fertilización nitrogenada. La respuesta al nitrógeno, en las tres praderas de edades diferentes, fue muy evidente, lo que sugiere que éste puede ser uno de los factores limitantes involucrados. La cuantificación de esta observación será publicada en el Informe Anual de CIAT de 1978.

Se sembraron, mediante material vegetativo, 25 hectáreas de *A. gayanus* (CIAT 621) a fin de medir el potencial de producción de ganado de esta especie en la sabana tropical. Los experimentos de pastoreo se iniciarán durante la época lluviosa de 1978.

Cuadro 34. **Cambios de peso de novillos en potreros de *Brachiaria decumbens* en Carimagua, en el primer año de pastoreo, con capacidad variable de carga en la época seca y de carga mediana en la época de lluvia.**

Capacidad de carga (novillos/ha)		Cambio de peso vivo				
		kg/animal		kg/ha		
Época seca	Época de lluvia	Época seca	Época de lluvia	Época seca	Época de lluvia	Año
0,72	2,18	3	87	2	190	188
1,03	2,08	9	114	9	236	227
1,36	2,04	-8	112	-11	227	216

MANEJO ANIMAL

El objetivo de la Sección de Manejo Animal es desarrollar en el área de impacto, sistemas de producción económicamente comprobados mediante investigación sobre manejo de hatos; tales sistemas deben poner énfasis en la utilización de especies forrajeras naturales y mejoradas. En 1977, las principales actividades fueron: 1) Análisis de los resultados del proyecto experimental sobre Sistemas de Hatos, en Carimagua, el cual concluyó en mayo de 1977. 2) Descripción y evaluación de los sistemas prevalecientes de producción de ganado de carne, en el área de impacto, a fin de obtener un rango de la tecnología y productividad bajo tales sistemas. La evaluación da énfasis en la productividad del hato y en especial, en el comportamiento reproductivo. 3) Investigación sobre el efecto de los componentes del manejo y de su interacción con la disponibilidad de especies forrajeras mejoradas. 4) Manejo del hato experimental del Programa, a fin de proporcionar animales para funciones específicas de investigación y de adiestramiento.

SISTEMAS DE HATO

El sistema de producción extensiva de cría constituye el sistema predominante de producción de ganado de carne en los Llanos Orientales de Colombia. Bajo estas condiciones ambientales, la productividad del hato es generalmente baja. En 1972, el ICA y el CIAT iniciaron un proyecto cooperativo de investigación en Carimagua, para estudiar los efectos de varias técnicas de manejo sobre el comportamiento reproductivo y de crecimiento de los hatos de cría, con base en su ciclo de vida. El experimento incluyó las siguientes variables: suplementación mineral, utilización de especies forrajeras que crecen en las sabanas y de la gramínea *Melinis minutiflora*, suplementación con urea y melaza, y destete precoz.

Se registró la información obtenida sobre el comportamiento animal durante cuatro años de actividad reproductiva; el experimento concluyó en mayo de 1977. En el Cuadro 35 se resume la información en cuanto a cuantía y estructura de los datos obtenidos. El método de Harvey se utilizó para el análisis de los efectos principales. Por tanto, se consideran relevantes, no los valores absolutos observados sino las diferencias entre los valores obtenidos y con base en ellas, cuantificar los efectos de los tratamientos. Para informar acerca de los resultados de este experimento, se usaron los siguientes parámetros.

- u valores promedios totales
- c promedios corregidos de mínimos cuadrados
- n número de observaciones

Suplementación mineral

El efecto de la suplementación mineral se puede analizar mediante la comparación de los Hatos 2 a 5, todos pastando en sabanas nativas. El tratamiento incluyó la suplementación *ad libitum* de sal (Hatos 2 y 3) y una combinación de minerales (Hatos 4 y 5), con un 47 por ciento de sal, 47 por ciento de fosfato dicálcico y 6 por ciento de una mezcla de elementos menores. La mezcla de minerales contenía de 7 a 7,5 por ciento de fósforo.

El consumo promedio total fue: sal 33,5 g U.A. día (12,2 kg U.A./año), y de minerales 59,5 g U.A. día (21,7 kg U.A. año). Por lo tanto, se consumieron entre 4,0-4,5 gramos de fósforo, o sea aproximadamente, un 50 por ciento de los requerimientos diarios. No se registraron efectos estacionales en el consumo de minerales.

Cuadro 35. **Estructura de los datos en análisis del Proyecto de Sistemas de Hatos en Carimagua.**

	Tratamientos			Comportamiento (4 años en total)					
Hato	Pasto	Minerales	Urea/melaza época seca	Vacas[1] (n)	Vacas[2] (n)	Pariciones (n)	Destete precoz (n)	Abortos (n)	Mortalidad pre-destete (n)
1	nativo	sal	no	36	26	46	-	32	13
2	nativo	sal	sí	35	33	68	16	13	17
3	nativo	sal	no	36	30	65	14	12	13
4	nativo	minerales	sí	35	32	88	18	1	11
5	nativo	minerales	no	34	33	93	17	1	8
6	Mm[3] + nat.	minerales	no	36	35	95	17	4	8
7	Mm + nat.	minerales	sí	35	35	94	17	0	8
8	Mm	minerales	no	36	29	86	17	1	8
9	Mm	minerales	sí	37	32	90	15	4	11
Total				320	285	725	131	68	97

[1] Hato inicial
[2] Al final del experimento.
[3] Mm = *Melinis minutiflora*

El consumo mineral de los animales que pastaban en praderas de *M. minutiflora* durante todo el año (Hatos 8 y 9). fue un 70 por ciento más alto (71,2 gramos) que el de los animales que pastaban en sabanas nativas. Esto puede indicar que la quema periódica de la sabana posiblemente pueda contribuir a satisfacer los requerimientos de minerales a través del contenido mineral de las cenizas.

La suplementación mineral dio como resultado un mayor peso corporal de las madres, en diferentes etapas reproductivas, como se observa en el Cuadro 36. Los minerales son especialmente efectivos para las vacas lactantes y favorecen la reconcepción. Esto se hace evidente al analizar los parámetros de fertilidad (Cuadro 37). Se aumentaron las tasas de concepción mediante la suplementación de minerales y también se observó un descenso pronunciado en el número de abortos. Como resultado, se obtuvo un aumento del 29 por ciento en la tasa de parición al suministrar suplementación mineral al ganado de cría que pastaba en la sabana nativa.

Cuadro 36. **Efecto de la suplementación mineral en el peso corporal (kg) de madres[1] que pastaban en sabana.**

Estado reproductivo	μ[2]		Sal solamente		Con minerales	
	n	$\bar{c}$	n	$\bar{c}$	n	$\bar{c}$
Al apareamiento	131	304	67	292	64	316
Antes de la parición	308	352	130	335	178	369
Después de la parición	307	307	131	285	176	327
Al destete	194	289	72	272	122	305

[1] Peso corporal más próximo al estado indicado
[2] μ = valores promedio totales: $\bar{c}$ = promedios corregidos de mínimos cuadrados: n = número de observaciones.

Cuadro 37. **Efecto de la suplementación mineral en las tasas de fertilidad de madres que pastaban en sabana.**

Parámetros de reproducción	μ		Sal solamente		Con minerales	
	n	c̄	n	c̄	n	c̄
Concepciones[1]	140	73,2	71	69,5	69	76,8
Abortos[1]	140	4,9	71	9,3	69	0,4
Pariciones	140	67,9	71	59,4	69	76,4

[1] Asumida, mediante palpación.
u valores promedio totales; c promedios corregidos de mínimos cuadrados; n número de observaciones

La suplementación mineral también redujo la mortalidad previa al destete de los terneros. Mientras que la mortalidad en los Hatos 2 y 3 fue de 19,2 por ciento, en los Hatos 4 y 5 fue de 10,5 por ciento. Del mismo modo, la suplementación mineral afectó positivamente el crecimiento de los terneros, como se observa en el Cuadro 38. Todas las diferencias en el peso corporal fueron significativas y de todos los efectos sistemáticos, la suplementación mineral fue la fuente de varianza más importante en todas las edades. Según los resultados del Cuadro 38, la suplementación mineral tiene máximo efecto en el peso de los terneros a los seis y nueve meses. Esto puede indicar una mayor producción láctea de las madres y/o un mayor consumo de forraje de los terneros mayores de tres meses.

En resumen, se puede concluir que la suplementación mineral de los hatos de cría aumenta apreciablemente la productividad total mediante:

1) un 29 por ciento de aumento en la tasa de parición, principalmente debida a una reducción en los abortos;

2) un 26 por ciento de aumento en el peso de destete de los terneros, y un 17 por ciento de aumento a los 18 meses de edad; y

3) un 45 por ciento de reducción en la mortalidad de terneros, antes del destete.

Los resultados sugieren que, en los

Cuadro 38. **Efecto de la suplementación mineral en el crecimiento de terneros (pesos corporales en kg) en sabana (hatos 2-5).**

Edad de los terneros (meses)	μ[1]		Sal solamente		Con minerales		Relación sal/mineral (sal=100)
	n	c̄	n	c̄	n	c̄	
3	228	72,2	87	66,5	141	77,9	117
6	213	104,0	80	92,4	133	115,7	125
9	191	131,8	72	116,7	119	146,9	126
12	169	134,3	59	122,1	110	146,5	120
15	156	138,3	61	125,7	95	151,0	120
18	138	162,1	51	149,6	87	174,6	117

[1] u = valores promedios totales; c̄ = promedios corregidos de mínimos cuadrados, n = número de observaciones.

Cuadro 39. **Efecto de la edad al destete en la tasa porcentual de parición.**

Tipo de destete	1976-77		Promedio 1975-77	
	Hatos 2-5[1] $\bar{c}$	Hatos 4-9[2] $\bar{c}$	Hatos 2-5[1] $\bar{c}$	Hatos 4-9[2] $\bar{c}$
Precoz (86 días)	80,0	66,7	76,7	78,9
Normal (270 días)	62,7	59,8	63,1	66,6

[1] Hatos en sabana con tratamiento mineral
[2] Hatos que recibieron tratamientos en pradera, todos, con minerales

Llanos Orientales de Colombia, se puede considerar la deficiencia mineral y especialmente, el fósforo, como el principal factor limitante para la reproducción y el crecimiento del ganado vacuno. Esta conclusión concuerda con el estudio de Faber sobre el comportamiento de novillas en Carimagua (ver Lista de Publicaciones).

Destete precoz

En 1973-74, se seleccionaron cinco vacas de los Hatos 2 y 9 para el destete precoz a los 86 días. Las otras vacas destetaron normalmente sus terneros a los nueve meses. Durante los primeros 30 días, después del destete precoz, los terneros recibieron 750 g/día de concentrado y de pasto imperial cortado *(Axonopus scoparius)*. Posteriormente, los teneros pastaron en praderas sembradas de *Hyparrhenia rufa*, *M. minutiflora* y *Stylosanthes guianensis*, (cuando hubo disponibilidad) y se les proporcionó un suplemento de 500 g/día de concentrado. A los seis meses, los terneros se soltaron en la sabana, sin recibir suplementación de concentrado.

Cuadro 40. **Efecto del destete precoz en el intervalo de parición (días).**

Tipo de destete	Hatos 2-5[1]		Hatos 4-9[2]	
	n	$\bar{c}$	n	$\bar{c}$
Normal (270 días)	39	595a[3]	103	541a
Precoz (86 días)	19	450b	30	450b
μ	58	523	133	496

[1] Hatos con tratamiento mineral
[2] Hatos (todos) con suplementación mineral
[3] Valores en columnas, con letras distintas, son significativamente diferentes ($P<0,05$).

Como se informó para los años anteriores, las vacas de destete precoz en 1976-77, presentaron tasas de parición más altas en comparación con las otras (Cuadro 39) lo que indica que, bajo las condiciones de este experimento, el destete precoz puede aumentar la tasa de parición en un 18-21 por ciento.

Al analizar el intervalo de parición, se consideraron sólo las vacas que parieron durante el primer año. Los resultados (Cuadro 40) indican que, sin considerar otros tratamientos, las vacas destetadas precozmente presentaron un intervalo de parición de 15 meses, mientras que en las vacas destetadas normalmente, el intervalo varió entre 18 y 20 meses. Aplicando esta técnica, una vaca puede producir un ternero más durante su ciclo de vida.

Sin embargo, en estas regiones de sabana tropical, el destete precoz puede afectar seriamente el crecimiento de los terneros, como se observa en la Figura 54. Entre los seis y nueve meses, los terneros destetados precozmente mostraron un estancamiento severo del crecimiento, el cual todavía no había sido compensado a los 18 meses. Esta observación se aplica especialmente a los terneros nacidos durante la última estación lluviosa (sep-

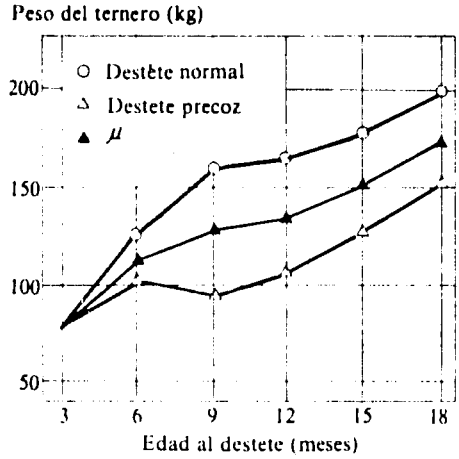


Figura 54. Efecto de la edad al destete en el crecimiento de los terneros de los Hatos 4-9 (promedios LSQ[1] corregidos).

[1] LSQ Least Square Constant

tiembre a diciembre) y destetadas durante la estación seca (enero a abril). Esto se ilustra en la Figura 55, en la cual se presentan los estimativos constantes de mínimos cuadrados de la interacción estación x tipo de destete, para el peso de los terneros a los 9 y 18 meses.

El destete precoz de los terneros presenta serias limitaciones en los Llanos Orientales de Colombia, en lo que se refiere a manejo animal y especialmente, a la alimentación de los terneros. Debido a la baja fertilidad del suelo y a la distribución de la precipitación, no existe actualmente tecnología disponible para producir a nivel de finca y con bajos niveles de insumos: 1) los componentes de un concentrado adecuado; 2) especies forrajeras de corte, con altos rendimientos durante el año; y 3) especies forrajeras con valor alimentario adecuado. Los anteriores conceptos destacan la necesidad de desarrollar una base para el suministro de forrajes para la región, los cuales asegurarían un crecimiento satisfactorio de los terneros después del destete.

Uso de pastos mejorados

Generalmente, el tipo de forraje usado en el experimento de sistemas de hatos tuvo poco efecto sobre el comportamiento animal. Las praderas utilizadas fueron: sabana durante el año; *M. minutiflora* y *M. minutiflora* durante la época de lluvias, y sabana durante la época seca.

Las vacas que pastaban en la sabana nativa presentaron mayor peso después del parto y al momento del déstete que las que pastaban en *M. minutiflora*. Las vacas en *M. minutiflora* más sabana presentaron un peso corporal intermedio. Por lo tanto, las vacas que pastaban en especies nativas de la sabana fueron ligeramente más fértiles que las vacas en *M. minutiflora*.

Los tratamientos de especies forrajeras no afectaron el comportamiento de crecimiento de los terneros. Sin embargo, debido a las diferentes capacidades de carga, se destetaron 3,3 veces más terneros (con base al peso en kilogramos) por hectárea en *M. minutiflora* 2,5 veces más en *M. minutiflora* más sabana, en comparación con sabana nativa durante todo el año (Cuadro 41).

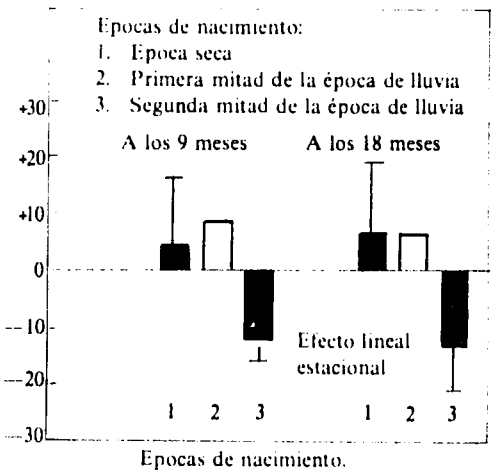


Figura 55. Efectos de la interacción estación-edad al destete sobre el crecimiento de ternos destetados precozmente (86 días de edad).

Cuadro 41. **Producción de terneros en relación con tratamientos pastos y capacidad de carga.**

Tratamientos de pradera	Terneros destetados n	Peso al destete (kg) c	Capacidad de carga U.A. ha[1]	Producción de terneros (kg ha año)	Producción relativa
Sabana	162	130	3,5	16,0	100
M. minutiflora	157	126	1,7	52,6	329
M. minutiflora + sabana[2]	173	132	2,3	39,7	248

[1] Promedios ponderados
[2] Pasto gordura de nueve meses, sabana de tres meses

Suplementación de urea y melaza

A las vacas de los Hatos 2, 4, 7 y 9 se les dio un suplemento diario, durante la estación seca, de una combinación de 500 gramos de melaza, 80 gramos de urea y 4 gramos de azufre por animal. El período de suplementación promedió 90 días. No se constató ningún efecto de la suplementación en los parámetros de reproducción. En promedio, las vacas que recibieron el suplemento fueron ligeramente más pesadas que las vacas que no lo recibieron. Aunque los terneros de las vacas que recibieron el suplemento pesaron 8 kilos más a los seis meses y 7 kilos más a los nueve meses, esta diferencia no persistió después del destete.

No se sabe con certeza si la cantidad de suplementación fue suficiente, particularmente, en un cierto período específico de tiempo, para compensar el efecto de la estación seca. Por otra parte, aun cuando se podía obtener una respuesta apreciable en los animales la economía que significa la suplementación de urea-melaza es discutible ya que los ingredientes de esta mezcla se deben importar hasta la región, a un costo elevado de transporte.

Efectos estacionales

A fin de identificar las técnicas que puedan aumentar la productividad dentro de un ecosistema, es necesario poseer información cuantitativa sobre la influencia del medio natural en el comportamiento animal. El factor ambiental más importante es la estacionalidad del forraje disponible, la cual, en los trópicos, se determina principalmente por el régimen de precipitación.

En la Figura 56 se ilustran los efectos estacionales sobre la distribución relativa de la parición. Independientemente de los tratamientos, la estación más frecuente para la concepción está entre abril y julio, esto es, al comienzo de la estación de lluvias, ya que un 46 por ciento de las vacas paren entre enero y abril.

Se puede observar un efecto estacional análogo en el crecimiento de los terneros. Los resultados se resumen en el Cuadro 42.

Aunque los terneros nacidos durante la época seca presentaron la mayor reducción del crecimiento después del destete, el cual coincide con el fin de la época de lluvias, a los 18 meses pesaban 43 kilogramos más que los terneros nacidos durante la segunda mitad de la estación lluviosa. Se encontró un efecto estacional similar en el peso corporal de las madres.

Si se considera la influencia significativa de la estación en el comportamiento animal, se hace evidente la importancia de adaptar los períodos más críticos del ciclo de producción (concepción, parición, lactancia) a las estaciones más favorables del año.

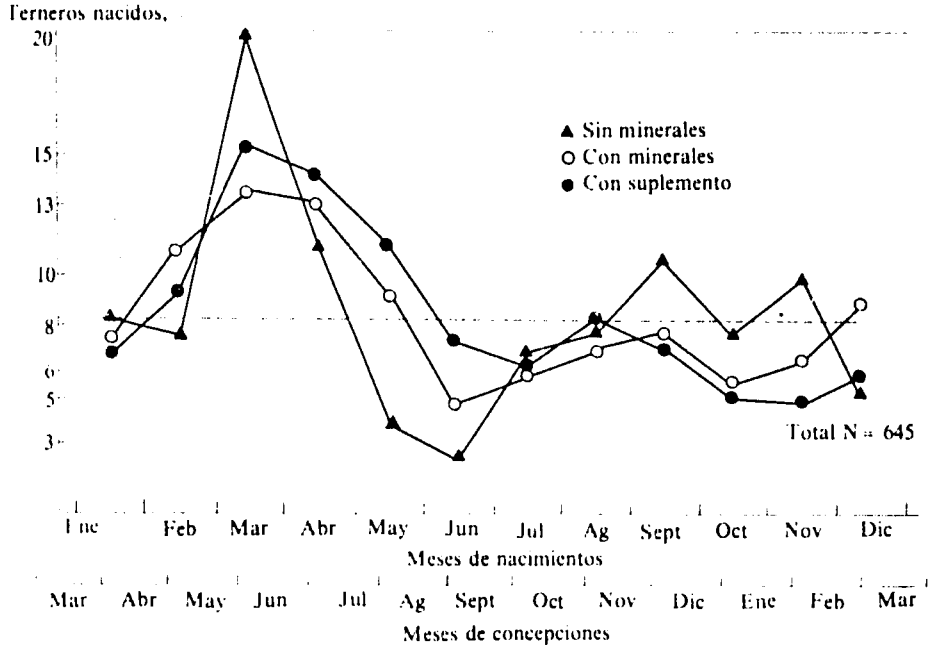


Figura 56. Efectos estacionales en la distribución relativa de la parición.

Mortalidad de terneros

La alta mortalidad de los terneros es una de las razones por las cuales se registran bajas tasas de extracción de hatos en la región. El promedio total de mortalidad de terneros, para todos los tratamientos antes del destete, fue 13,4 por ciento. El análisis de la distribución relativa de la mortalidad, según la edad, demostró que un 9 por ciento de todos los terneros nacidos moría durante los 30 primeros días (Cuadro 43). La mortalidad entre los 9 y los 18 meses fue de 2,5 por ciento.

Mediante mejor manejo y una supervisión más estrecha de los terneros en potreros especiales, se podría reducir considerablemente la tasa de mortalidad de los terneros, especialmente, durante su primer etapa de vida.

Cuadro 42. Influencia de la estación (seca y lluviosa) en el peso del ternero (kg) al momento del nacimiento (hatos 4-9).

Edad de los terneros	Estaciones					
	Seca		Primera mitad lluviosa		Segunda mitad lluviosa	
	enero n	abril $\bar{c}$	mayo n	agosto $\bar{c}$	septiembre n	diciembre $\bar{c}$
3 meses	213	79a[1]	143	79ab	91	75b
9 meses	188	145a	129	129b	66	114c
18 meses	142	195a	89	179b	57	152c

[1] Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Cuadro 43. **Distribución relativa de la mortalidad de terneros hasta el destete.**

Período de la vida	Terneros muertos, %
Perinatal	35
Entre 2 y 30 días	37
Entre 31 y 270 días	28

EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANANDO DE CARNE EN LAS REGIONES DE SABANA TROPICAL DE AMERICA LATINA (PROYECTO ETES)

Este proyecto es un esfuerzo cooperativo de las Secciones de Manejo Animal y de Economía del Programa de Ganado de Carne en colaboración con el Instituto de Producción Animal de la Universidad Técnica de Berlín. El principal objetivo del estudio es la identificación de tecnología de manejo animal, el cual asegure un aumento económico en la eficiencia reproductiva, bajo las condiciones actuales de producción de ganado de carne. Al mismo tiempo, se estudia la factibilidad de transferencia de tecnología moderna.

Los aspectos del proyecto relativos al manejo son: a) análisis de la situación con respecto al comportamiento reproductivo de hatos de cría, con relación a distintos

Cuadro 44. **Caracterización de fincas seleccionadas en la porción de los Llanos Orientales de Colombia comprendida en el proyecto ETES.**

No. finca	Nivel de intensidad[1]	Tipo de operación[2]	Area		Animales	
			Total (ha)	Praderas sembradas (ha)	Vacas	Total
1	III	Cr-L	900	150	200	500
2	III	Cr-L	2000	140	150	400
3	IV	L	800	400	-	400
4	II	Cr-L	3200	-	250	750
5	IV	Cr-L	1200	10	66	230
6	IV	Cr-L-E	3500	250	400	900
7	IV	Cr-L-E	5200	900	180	1000
8	IV	Cr-L	600	60	60	120
9	I	Cr-L	1100	-	50	96
10	IV	L-E	2800	1500	-	500
11	IV	Cr-L-E	5000	30	450	1100
12	III	Cr-L-E	3000	120	210	600
13	I	Cr-L	1500	-	150	300
14	I	Cr-L	3000	30	200	500
15	III	Cr-L	4300	-	500	1000
16	I	Cr-L	4000	-	200	400
17	II	Cr-L	6000	130	200	400
18	III	Cr-L-E	5000	80	200	600
19	I	Cr-L	4500	-	150	400
20	III	Cr-L	2500	250	200	500

[1] Niveles de intensidad: I=Sabana nativa solamente, pocos minerales, sin destete, sin subdivisión del hato. II=Sabana nativa solamente, minerales, con destete, con subdivisión de hatos; III=Praderas mejoradas, pocos minerales, sin destete, sin subdivision de hatos, IV=Praderas mejoradas, minerales, con destete, con subdivisión de hatos

Operacion: Cr = cria; L levante; E engorde.

niveles de tecnología existentes en haciendas para la explotación comercial de ganado de carne; b) cuantificación de los efectos de las técnicas de manejo, combinadas en sistemas, que aumentan la productividad del hato; y c) especificación de la demanda de nueva tecnología y posibilidades de adopción.

Este estudio forma parte de la Evaluación del Area de Impacto. Se recogerá información en fincas seleccionadas, en diferentes localidades y en los siguiente países; 1) Colombia: Llanos Orientales; 2) Brasil: Cerrado; y 3) Venezuela: Llanos del Orinoco.

Fuera de Colombia, el proyecto contará con la colaboración de algunas instituciones nacionales de investigación. En Brasil y Venezuela, las actividades comenzarán en diciembre de 1977 o a principios de 1978, tan pronto como se integren al equipo los colaboradores alemanes.

En Colombia, el proyecto se inició en agosto de 1977. Se seleccionaron 20 fincas, las cuales se incluyen en el Cuadro 44. En octubre de 1977, el equipo del CIAT comenzó a recoger información (Figura 57). En cada finca, se evaluaron los siguientes factores:

1) Características de la finca: localización, área, suelos, utilización de insumos, sistema de producción.

2) Recursos de alimentación: especies nativas, especies forrajeras introducidas, otros recursos forrajeros.

3) Utilización de los recursos de alimentación: capacidad de carga, manejo de praderas.

4) Producción animal: comportamiento reproductivo, mortalidad, tipo de producto obtenido, producción animal.

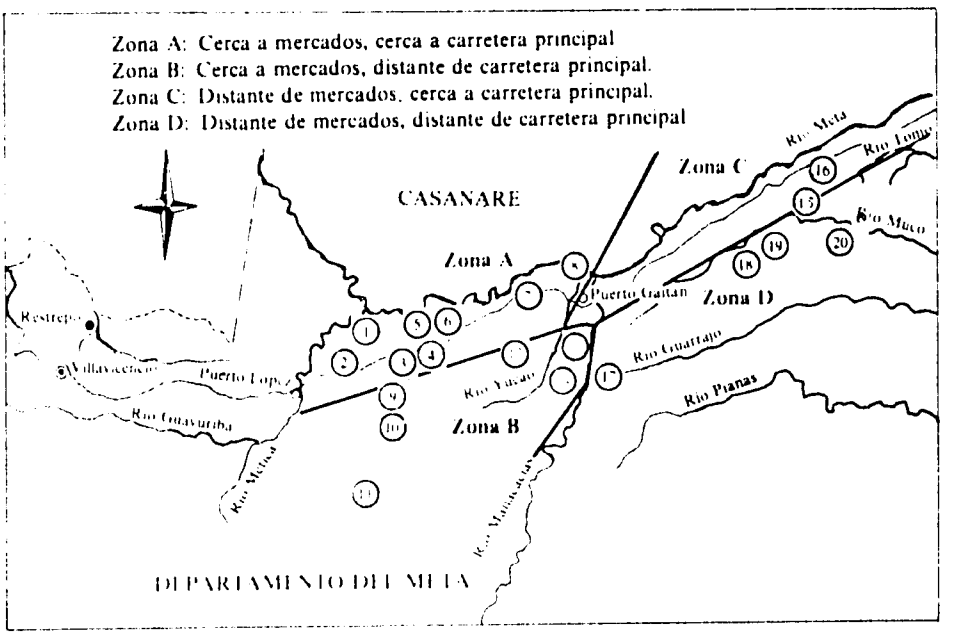


Figura 57. Localización de las 20 fincas seleccionadas por caracterizar los distintos sistemas de producción de ganado de carne en los Llanos Orientales de Colombia.

5) Técnicas de producción: con respecto a la alimentación, el manejo de hatos y la salud animal.

SISTEMAS DE MANEJO DE HATOS DE CRIA

En agosto de 1977, se inició en Carimagua un experimento sobre manejo de hatos de cría. Después de un período inicial, la fase experimental dará comienzo en mayo de 1978. El período de recolección de información incluirá tres ciclos reproductivos.

El principal objetivo es estudiar el comportamiento reproductivo de los hatos de cría, con relación a: 1) Uso estratégico de las especies forrajeras cultivadas (5 por ciento del área total disponible) para los períodos críticos del año (estación seca) o etapas críticas del crecimiento animal (parto, lactancia, reconcepción y destete); 2) Interrelación de los períodos críticos (de mayor demanda) con los períodos de mayor disponibilidad de forraje, mediante la restricción de las épocas de apareamiento; 3) Duración de la lactancia.

Para estudiar estos componentes de los sistemas de manejo de hatos, se establecieron seis hatos los cuales fueron sometidos a los tratamientos descritos en el Cuadro 45.

Para los Hatos 2, 4 y 6 se sembraron 120 hectáreas de *B. decumbens* y 30 hectáreas de *S. guianensis*. Los períodos de apareamiento se han establecido con base en los resultados del experimento de Sistemas de Hato y de acuerdo con los efectos estacionales sobre el comportamiento animal. Se proporcionará suplemento mineral *ad libitum* a todos los hatos y se tomarán medidas preventivas de salud animal.

HATO EXPERIMENTAL

En Carimagua, las Secciones de Utilización de Pastos, Manejo Animal y Salud Animal llevan a cabo experimentos que necesitan cantidades significativas de ganado. En la práctica, es difícil comprar suficientes animales de edad uniforme, peso similar y parecidas condiciones de

Cuadro 45. Tratamientos en el experimento sobre sistemas de manejo de hatos de cría, en Carimagua.

		Tratamientos entre hatos			
			Períodos de apareamiento		
Hatos	No. de vacas	Forrajes	Tipo	Meses	Duración (días)
1	50	Sabana	Continuo	enero-diciembre	365
2	50	Sabana + *Brachiaria* + leguminosas			
3	50	Sabana	1 Período	junio-setiembre	120
4	50	Sabana + *Brachiaria* + leguminosas			
5	50	Sabana	2 Períodos	mayo-Julio	150
6	50	Sabana + *Brachiaria* + leguminosas		diciembre-enero	

[1] En los hatos 50 por ciento de los terneros destetados a los 6 meses, 50 por ciento, a los 9 meses.

salud, sobre los cuales exista disponibilidad de información previa sobre posibles tratamientos experimentales anteriores. En Carimagua, con una extensión de 22.000 hectáreas es posible conseguir la cantidad de ganado que se requiere para propósitos experimentales.

Después de haber establecido nuevos acuerdos cooperativos en este año, se dispone de suficiente terreno y de parte de la infraestructura y del ganado existente con el propósito de integrar recursos disponibles para lograr los siguientes objetivos:

1) Disponer del número necesario de animales adecuados pra fines experimentales y específicos.

2) Recoger información detallada sobre la efectividad del hato, bajo un manejo comercial razonable.

3) Verificar aquellas técnicas de manejo que hayan sido ensayadas experimentalmente o que hayan dado buenos resultados en ese medioambiente, bajo condiciones prácticas de manejo con hatos grandes.

En una superficie total de aproximadamente 4.600 hectáreas se han cercado 16 potreros que tienen especies forrajeras nativas; estos potreros varían entre 150 y 750 hectáreas; además, hay cuatro praderas establecidas con *B. decumbens*, las cuales totalizan 100 hectáreas. Se estima que la capacidad de carga total de la pradera natural es de 6 a 7 ha/U.A. Hay superficie disponible para una futura expansión. Las existencias actuales de ganado en el hato experimental, hasta el 30 de septiembre de 1977, son las siguientes:

Vacas de cría	195
Terneros sin destetar (0-9 meses)	89
Novillas de remplazo para apareamiento	149
Novillas (9 meses - 3 años)[1]	306
Novillos (9 meses - 3 años)[1]	265
Toros	35
Total	1039

[1] Incluye animales que fueron eliminados por indeseables.

Se espera tener a finales de 1978 unas 300 vacas de cría para producir de 160 a 180 novillos y novillas por año.

Conjuntamente con el hato experimental se manejan otros dos hatos pequeños con 20 vacas Cebú y 65 de la raza criolla San Martinero, con sus respectivos terneros y toros, a fin de mantener una existencia pura de estas dos razas.

Cuando se compara la tierra cercada disponible y la carga de ganado existente, se hace evidente que las áreas de pastoreo están parcialmente sobrecargadas, siendo ésta la razón principal del bajo comportamiento animal en el pasado.

Cuadro 46. Existencias de ganado de cría en el Hato Experimental de Carimagua.

Categoría	No.	Vacas lactando	Vacas preñadas	Abortos
Vacas	197	108	69	14
Novillas apareadas[1]	51	9	40	–

[1] Estas novillas estuvieron disponibles para un solo experimento

Cuadro 47. Animales descartados del Hato Experimental de Carimagua.

Categoría	No.	Razón
Vacas	34	Ningún ternero en dos años
Novillas	17	Infantilismo genital
Novillas	4	Desarrollo insuficiente
Novillos	187	No apropiados para el experimento
Vacas	28	Inapropiadas para el cruce con razas europeas
Toros	24	Edad, fertilidad
Toros	14	Raza San Martinero
Total	308	

La primera actividad (junio de 1977) consistió en iniciar la selección rigurosa del hato, basada en la información disponible y en decisiones individuales acerca de cada animal. Los resultados de esta selección aparecen en el Cuadro 46.

Para 1977, la tasa de parición aproximada sería de 63 por ciento, en comparación con 36,4 por ciento para 1975 y 42 por ciento para 1976.

Al hacer esta evaluación individual de todas las categorías de animales que componen el hato de Carimagua, periódicamente se descartan algunos animales (Cuadro 47). En noviembre de este año todos los hatos se examinarán nuevamente para obtener más información y poder así descartar algunos animales más. Se decidió remplazar todos los toros San Martinero por toros Cebú, a fin de obtener mayor uniformidad en la progenie de terneros cruzados. Con ese propósito, se compraron 12 toretes Cebú.

Hasta fines de 1977, se dispone del siguiente ganado para la experimentación:

Categoría	Número de animales	Sección
Novillas apareadas	51	Manejo de hatos
Novillos	77	Utilización de pastos is
Novillos	15	Agronomía de leguminosas
Novillas para aparear	149	Salud Animal
Total	292	

SALUD ANIMAL

Las actividades en Salud Animal se concentran en el análisis de problemas y en las investigaciones encaminadas a la solución de ellos. La Sección de Salud Animal tiene la responsabilidad de diseñar y mantener esquemas de medicina preventiva utilizando animales bajo estudio y hatos experimentales. En ambos grupos, la supervisión de la salud del ganado constituye una actividad complementaria.

Continúan las investigaciones en áreas asociadas y complementarias al principal objetivo del programa, o sea, el aumento de la disponibilidad de alimentos. Se han identificado cuatro áreas principales: 1) Enfermedades relacionadas con o aumentados por las deficiencias nutricionales (leptospirosis y otras); 2) Enfermedades que tienden a incrementarse a medida que aumenta la densidad animal, debido a una mejor disponibilidad de alimentos; entre éstas se incluyen el parasitismo gastrointestinal, la rinotraqueitis viral infecciosa de los bovinos y las infecciones virales respiratorias. 3) Supervisión epidemiológica del ganado en la estación de Carimagua, medicina preventiva y control. 4) Elaboración de un inventario de enfermedades del área de impacto, como parte de la evaluación total de la misma. 5) Estudios de la interacción

enfermedad nutrición mediante análisis de los parámetros sanguíneos en el experimento de Sistemas de Hato.

LEPTOSPIROSIS

Infectividad de *Leptospira hardjo* bajo un alto estrés nutricional

Continuaron las observaciones sobre la infección natural que se presenta en una finca que tiene un hato de 100 vacas de cría y siete toros, los cuales pastan en 400 hectáreas de sabana nativa y reciben suplementación de sal y de harina de hueso. La finca está situada a 65 kilómetros de Puerto López, en las riberas del río Meta.

El objetivo básico de este estudio es conocer mejor la patogénesis, epidemiología, diagnosis y los efectos sobre la productividad de *Leptospira hardjo*, al mismo tiempo que se estudia un método de control.

El hato se examina cada 10 semanas. Se hacen análisis de los parámetros clínicopatológicos de las muestras de sangre y se examina el suero sanguíneo para determinar la posible presencia de anticuerpos leptospirales, los cuales sirven para determinar la evolución de la infección. Se obtienen muestras de orina de los animales que acusan aumentos en las titulaciones de anticuerpos, los cuales se cultivan para aislar leptospiras, a fin de identificar animales dispersores (portadores) de la enfermedad e infecciones crónicas.

Los animales del hato se han distribuido en tres grupos. Uno, de 35 vacas, recibió dos dosis de estreptomicina en inyección intramuscular, con un intervalo de 16 semanas, a finales de la época de lluvias (octubre-diciembre de 1976). El segundo grupo, también 35 vacas, recibió una dosis de estreptomicina (intramuscularmente) a finales de la época seca (abril de 1977). El tercer grupo, de 30 vacas, no recibió ningún tratamiento y sirve de testigo. Los tres grupos pastan en la misma pradera.

Aparentemente, la infección en el hato, en general, ha disminuido como consecuencia del tratamiento (Figura 58). Se podría argumentar que la infección está disminuyendo por sí misma. Sin embargo, cierto grado de disminución era de esperarse en cuanto al número de animales infectados en el grupo testigo, ya que todas las vacas pastan en la misma pradera y una disminución de los animales dispersores (portadores) en un grupo reduce las oportunidades de reinfección en los otros grupos. Además, parece que la infección de los títulos se mantiene por reinfección constante.

También, ha disminuido el total de animales con títulos altos de suero — 1:400 o más — (Figura 58), como también los promedios de los títulos, los cuales disminuyeron de 447 a 300. A esta tasa de disminución, parece posible eliminar la infección del hato mediante más tratamientos.

Algunas vacas con infección activa, aparentemente, presentan problemas de aborto; sin embargo, de los 35 abortos que ocurrieron desde julio de 1976 hasta setiembre de 1977, 14 ocurrieron en vacas sin aparente infección (Cuadro 48).

En las últimas etapas de la preñez, se presentaron 25 abortos, lo cual es un síntoma de la infección por *Leptospira*. Algunas de estas muertes fetales consideradas como abortos pueden haberse debido en realidad a la mortalidad perinatal (terneros que mueren durante las primeras 24 horas de vida) lo cual en el campo, pasa a veces desapercibido. Esto resulta de especial interés en vista de los resultados obtenidos con la reproducción experimental de la enfermedad, sobre los cuales se informará más adelante.

Los datos sobre aborto se deben interpretar con sumo cuidado ya que la mayoría

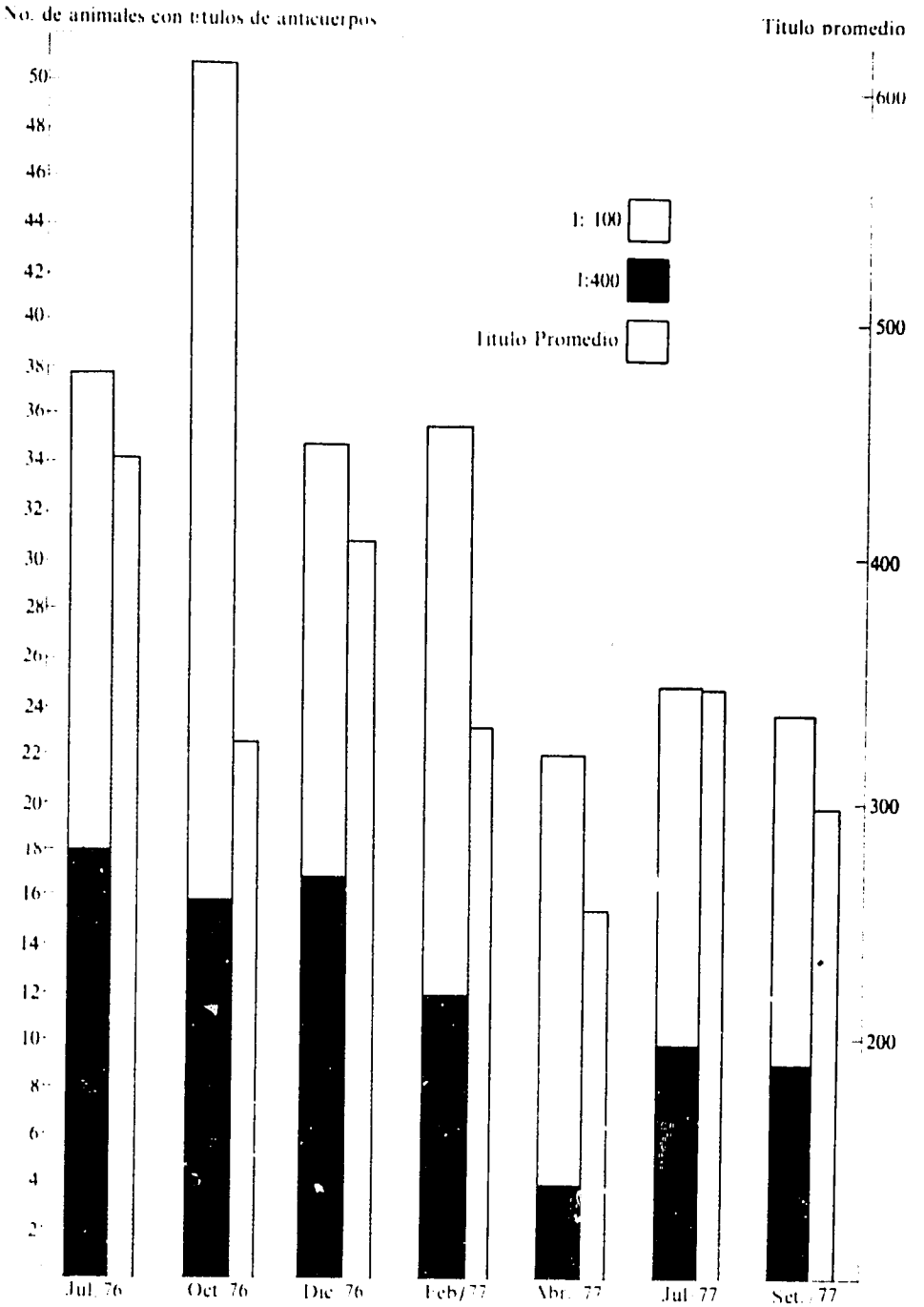


Figura 58. Vacas del Hato Experimental de los Llanos colombianos con títulos de anticuerpos superiores a 1:100 y 1:400, en comparación con títulos promedio a intervalos de 10 semanas.

Cuadro 48. **Abortos en el Hato Experimental de los Llanos colombianos. Se compara la infección de *Leptospira* en la vaca y el estado de preñez (julio 1976-setiembre 1977)[1]**

Infección comprobable	Preñez		
	Tardía	Precoz	Totales
Con anticuerpos	16	5	21
Sin anticuerpos	9	5	14
Totales	25	10	35

[1] Los [illegible] se consideraron [illegible] parición

de las vacas, cuando menos, han fallado dos preñeces. El Centro Panamericano de Zoonosis, con sede en Buenos Aires, Argentina, confirmó que la cepa de *Leptospira* aislada de este hato y sobre la cual se informó el año pasado, pertenece a *L. hardjo*. Esta cepa se está usando para reproducir experimentalmente la enfermedad. Los cultivos de orina de animales infectados han producido tres aislamientos más, identificados en forma tentativa como *L. hardjo*.

Los cultivos podrían ser una herramienta muy eficaz para diagnosticar la enfermedad y encontrar animales diseminadores. Sin embargo, sorprendentemente, los animales crónicamente infectados, con títulos altos, no sirvieron como fuente de origen de cultivos. Los tres aislamientos provienen de vacas con bajos niveles de anticuerpos serológicos.

Infectividad de *Leptospira hardjo* en vacas bien alimentadas bajo inoculación artificial

Se aisló *L. hardjo* de infecciones naturales y con el aislamiento se inoculó a 10 vacas preñadas, a fin de estudiar la capacidad del aislamiento para producir infección y alteraciones en animales bien alimentados. Las vacas se alimentaban con caña de azúcar picada, harina integral de semilla de algodón y minerales. Seis de las vacas terminaron su período de preñez. La

Cuadro 49. **Alteraciones observadas en vacas preñadas inoculadas con *Leptospira hardjo* y cambios neonatales, a los 110 días después de la inoculación.**

Vaca número	Edad preñez a la inoculación (meses)	Anticuerpos de vaca promedio[1]	Retención placenta y metritis	Condición vaca	Anticuerpos
1	5,0	80	+	Buena	–
2	6,5	110		Buena	
3	7,0	235		Débil	1600
4[2]	6,5	35	+	Débil-murió	Ausencia de suero disponible
5	5,0	185		Débil	400
6	5,0	105	+	Débil	400
7	4,0	145	Todavía preñada		
8	4,0	255	Todavía preñada		
9	3,5	605	Todavía preñada		
10	3,5	255	Todavía preñada		
11	Sin inoculación	Testigo		Normal	
12	Sin inoculación	Testigo		Normal	—

[1] 110 días después de la inoculación

[2] La vaca murió 120 días después de la inoculación y 30 días después de la parición

vaca No. 4 parió, casi a término normal, un ternero muy débil, el cual murió a las 36 horas, presentando daños en el hígado y los riñones. Esta vaca retuvo la placenta y desarrolló una metritis severa. Recibió tratamiento local para controlar las infecciones secundarias pero murió 30 días después del parto, con evidencia de infección de *Leptospira* en los riñones e infecciones bacterianas secundarias en otros órganos. Tres vacas parieron terneros débiles, los cuales estaban infectados como lo evidencian los altos niveles serológicos de anticuerpos (Cuadro 49). Los terneros fueron sacrificados 24 horas después del nacimiento.

Todas las vacas desarrollaron niveles de anticuerpos inmediatamente después de la infección; los anticuerpos alcanzaron el nivel máximo a los 14 días (Figura 59). Los niveles de infección decrecieron y alcanzaron el punto más bajo a los 75 días, después de los cuales volvieron a aumentar, por segunda vez, hasta alcanzar un máximo de menor intensidad a los 102 días. Aparentemente, después de la infección inicial, hay un receso; posteriormente, se presenta la reinfección de algunos animales expuestos a los dispersantes (portadores), ya que todas las vacas se encuentran en el mismo potrero. Los animales que permanecen reinfectados tienden a aumentar sus niveles de anticuerpos aún más y podrían permanecer crónicamente afectados.

Existen diferencias obvias en animales

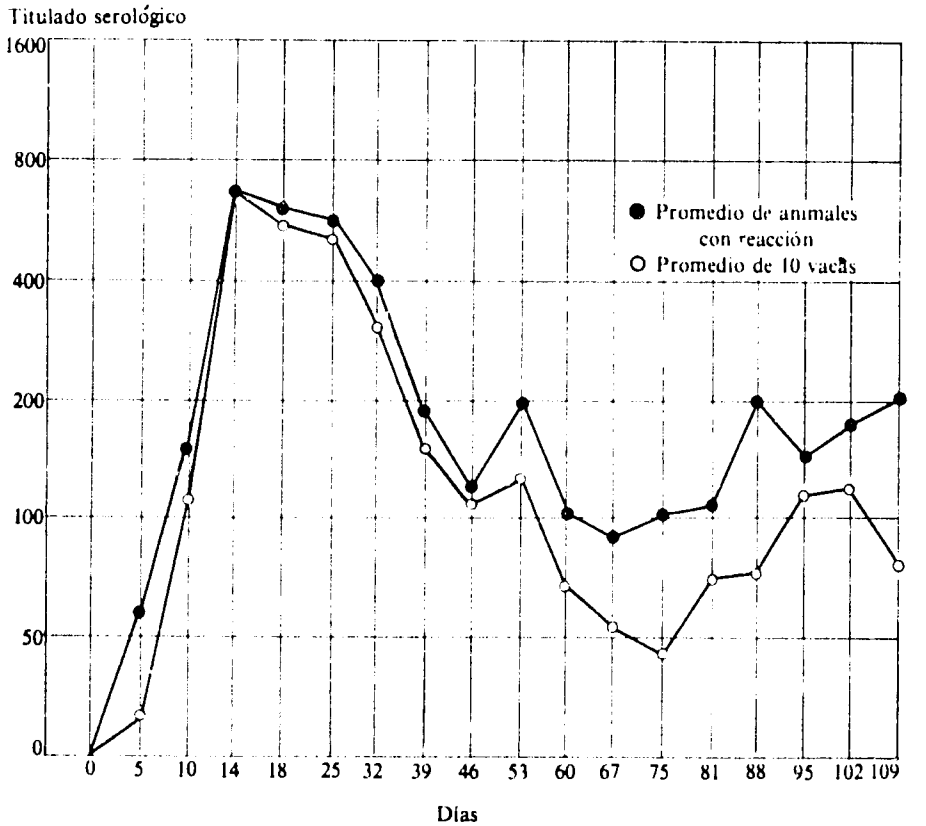


Figura 59. Infección medida por la respuesta a anticuerpos en diez vacas preñadas inoculadas con *Leptospira hardjo*.

individuales (Figura 60). La vaca No. 4 desarrolló un bajo nivel de infección y las defensas de anticuerpos no duraron más de 32 días. Esta puede haber sido una razón de la muerte posterior de este animal al adquirir una infección complicada, cuya causa primordial fue leptospirosis. También, podría explicar la infección *in utero* del ternero y su muerte, algunas horas después del nacimiento. La vaca No. 5 desarrolló altos niveles de anticuerpos, 14 a 32 días después de la infección, los cuales disminuyeron a los 109 días. El ternero de esta vaca desarrolló un nivel razonablemente alto de infección, el cual correspondía al de su madre. La vaca No. 3 presentó una reinfección muy clara, después de la infección inicial, y una disminución de los niveles de anticuerpos, de los 39 a los 75 días. Esta alta infección parece reflejarse en la reacción de su ternero, la cual fue la mayor del grupo.

El aislamiento de *Leptospira* de las muestras de orina han seguido un patrón muy semejante al de los niveles de anticuerpos en el suero sanguíneo. Se aisló *Leptospira* de la mayoría de las vacas, hasta los 75 días después de la inoculación y vuelven a aparecer en animales que se están reinfectando. La contaminación de leptospiras por la orina comenzó cinco días después de la inoculación. Fue posible encontrar a los diseminadores o por-

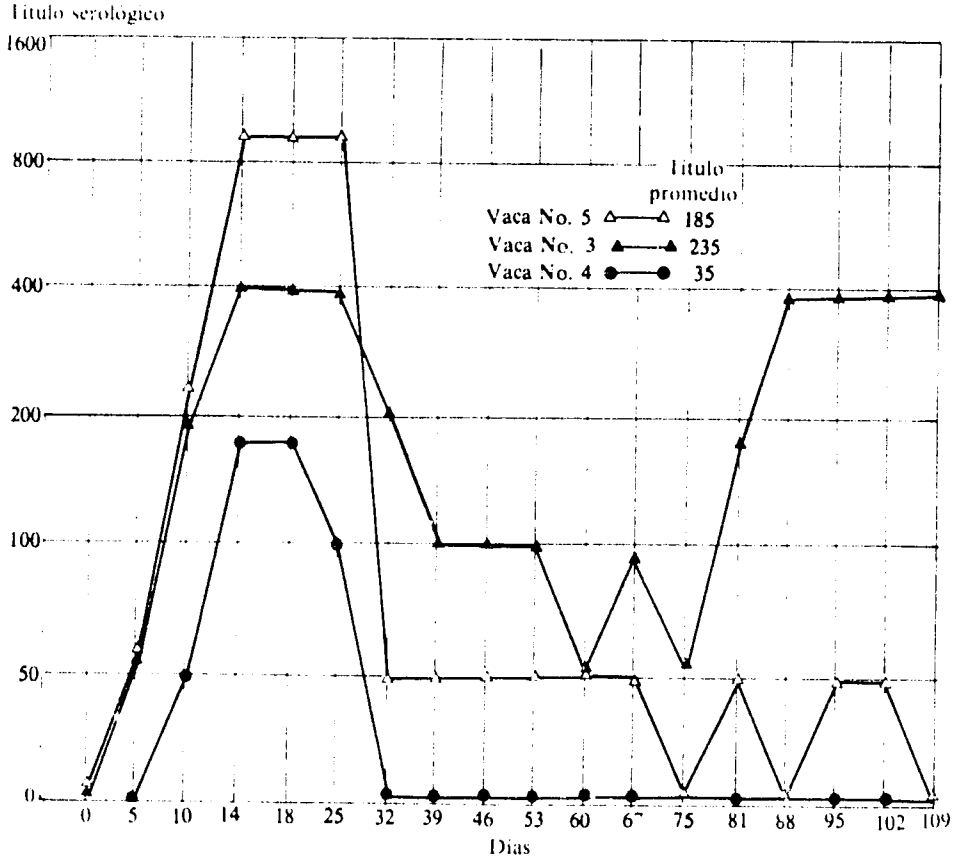


Figura 60. Infección determinada según respuesta a anticuerpos, en tres vacas preñadas inoculadas con *Leptospira hardjo*.

tadores mediante examinación directa de la orina, bajo campo oscuro en el microscopio. Cuando las bacterias se observan con este procedimiento, también ha sido posible aislarlas por medios artificiales y muy frecuentemente, por inoculación hecha en cuyes. Aun cuando el ensayo continúa (todavía han de parir cuatro vacas más) pareciera que *L. hardjo*, aislado de casos constatados en el campo, en los Llanos Orientales de Colombia, posee considerable habilidad patogénica. Las lesiones del riñón y especialmente del hígado, con ictericia generalizada, las cuales se observaron en uno de los terneros bajo observación, no han sido descritas en la literatura sobre este leptospira. Pareciera haber cierta tendencia a producir terneros debilitados, con poca capacidad para sobrevivir bajo condiciones de campo. Esto podría explicar algunas pérdidas de terneros que ocurren con vacas que perecieron en períodos normales de gestación, las cuales se registran en el campo, como abortos, ya que en realidad son muy pocas las vacas que se pueden observar durante el parto.

Algunos abortos, aparentemente relacionados con infecciones de leptospira, no han sido explicados por la infección artificial, es posible que exista algún tipo de mecanismo inductor.

De los resultados obtenidos con la infección natural y artificial, se puede inferir que las vacas que se encuentran al final de su período de gestación (más de seis meses) perderán sus terneros debido a la muerte perinatal si se exponen a la infección de *L. hardjo* sin haber desarrollado anticuerpos. No se sabe si con tratamiento o mediante vacunación se podría evitar esta pérdida. De igual manera, la influencia de las deficiencias nutricionales en el desarrollo de la infección es todavía poco clara. Por otra parte, las vacas con infección natural crónica y con niveles elevados de anticuerpos, tienden a desmejorar su condición.

Respuesta a la vacunacion contra leptospirosis en novillas antes de la primera preñez

El uso estratégico de una vacuna puede proporcionar suficiente protección a una novilla para que ésta pueda superar la infección de leptospira. Se obtuvo una vacuna comercial (no disponible localmente) que contiene *L. hardjo, L. pomona* y *L. gryppotyphosa*. Se vacunaron con este producto 150 novillas destinadas a la cría en el hato experimental unificado. De estas novillas, se mantienen 50 en un grupo separado para observar cuidadosamente el desarrollo de niveles protectores de anticuerpos serológicos. La vacuna se aplicará cada seis meses y se recogerán muestras de suero sanguíneo a los 30 días, a partir de este momento, cada dos meses. El desarrollo de anticuerpos se comparará con un grupo similar de novillas no vacunadas. Ambos grupos estarán expuestos a un bajo nivel de exposición, bajo condiciones de campo.

ESTADO EPIDEMIOLOGICO DEL HATO DE CARIMAGUA

La supervisión epidemiológica del ganado de Carimagua está en manos de un patólogo; además, a finales del año, se contará con un parasitólogo experimentado del ICA y un asistente de investigación. Las condiciones clínicas que se han encontrado con mayor frecuencia son: fracturas óseas, retención de placenta, poliartritis, metritis y emaciación. Los ectoparásitos (garrapatas y *Dermatobia hominis*) y los endoparásitos frecuentemente están en un estado de equilibrio con el huésped y se convierten en un problema si no se les trata en forma racional. Se está haciendo una investigación para disponer de un inventario de enfermedades, en el área de influencia de esta estación experimental.

La poliartritis es una infección bacteriana localizada en varias ar-

ticulaciones. Probablemente, las bacterias penetran al sistema a través de una infección umbilical no tratada. Esta condición está cobrando importancia en Carimagua debido a la gran extensión de las áreas en las cuales se realiza la parición de las vacas. Debido a que muchos de los terneros nacidos no son vistos en las primeras 48 horas, la infección puede ocurrir y generalizarse fácilmente. Con este propósito, se establerá un ensayo limitado con el fin de preparar un producto inmunizante, el cual se suministrará a las vacas para ayudar a sus terneros a superar la infección, cuando la adquieran.

Se siguen programas rutinarios de vacunación contra la brucelosis, la aftosa, la pierna negra y la septicemia hemorrágica, los cuales se deben adaptar a las prácticas de manejo del hato.

Los parásitos internos interfieren con el crecimiento normal y el comportamiento del ganado de carne. Sin embargo, el control de parásitos debe hacerse racionalmente para asegurar una utilización económica de los recursos disponibles. Los cambios estacionales en el contenido de parásitos de los terneros en el área de Carimagua, se determinarán por medio de un bioclimatograma, en el cual se compara el nivel de parasitismo con algunos datos climatológicos, como temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial. Para hacer este tipo de análisis se seleccionaron 50 terneros nacidos durante la estación lluviosa y se seleccionarán 50 animales más entre los que nazcan durante la época seca. Luego, se establecerá una comparación entre el nivel de parasitismo y el estado nutricional determinado por el peso y por algunos parámetros sanguíneos.

EVALUACION DEL AREA DE IMPACTO

Se está haciendo un inventario de las enfermedades bovinas del área de impacto del Programa de Ganado de Carne. Las bases para el análisis de la información obtenida serán reunidas por el proyecto de evaluación del área de impacto del Programa.

Equipos locales de científicos reunirán información y también, cuando ello sea posible, muestras de laboratorio para hacer análisis. También se están haciendo contactos con profesionales de instituciones nacionales a fin de obtener descripciones que sean tan completas como fuese posible. Aun cuando la información inicial no debe necesariamente ser cuantitativa, se espera obtener información que tenga precisión suficiente sobre las causas de la mortalidad de los terneros, las enfermedades reproductivas y el parasitismo interno.

Este trabajo se inició en Brasil, a través de EMBRAPA y con la colaboración del personal del Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (CPAC), en Brasilia, y el Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte, en Mato Grosso. La recolección de información se inició también en Paraguay, con la colaboración del Centro de Diagnóstico del Ministerio de Agricultura. Las muestras de suero sanguíneo, para el examen de problemas reproductivos, procedentes de los tres lugares mencionados, serán analizadas en los laboratorios del CIAT. Otros exámenes se harán localmente.

INTERACCIONES ENFERMEDADES NUTRICION

En grandes extensiones del trópico, los principales problemas de Salud Animal están relacionados con enfermedades mortales, tales como la tripanosomiasis transmitida por la mosca tsetzé, rinderpest, teileriasis y pleuroneumonía bovina contagiosa. Sin embargo, en los países de América Latina, el sinergismo entre la desnutrición y la enfermedad es probablemente el principal factor que influye en la productividad del ganado.

Los estudios epidemiológicos, las investigaciones clínicas y los experimentos de laboratorio han demostrado claramente que la desnutrición y las enfermedades infecciosas se agravan mutuamente y que combinadas, pueden producir consecuencias más serias para el animal que las que se esperaría de la suma de los efectos independientes. En medicina veterinaria, la relación entre la nutrición y el manejo animal con las enfermedades que afectan la producción es notable en los países tropicales, en donde el pastoreo y la producción de los cultivos dependen de las lluvias estacionales.

Por un año, se realizó en Carimagua un experimento con los nueve hatos Cebú de vacas para cría, del ensayo sobre Sistemas de Hato. El objetivo fue la evaluación de la utilidad de los parámetros sanguíneos en la identificación de situaciones anormales que, en los animales bovinos, están sujetos a un estrés climático severo, a distintas prácticas de manejo y diferentes niveles de utilización de insumos agrícolas.

La mayoría de los parámetros sanguíneos estudiados indicaron que tales situaciones anormales pueden deberse al efecto de la estación climatológica, la suplementación mineral, la suplementación urea-melaza-azufre, la modalidad de destete, las condiciones de reproducción y el tipo de forraje suministrado.

Los parámetros sanguíneos afectados por la estación, en hatos que recibieron suplementación de sal y o minerales (Grupo I) fueron: hematocrito, glucosa en el suero sanguíneo, urea, fosfato inorgánico, calcio, magnesio, sodio, potasio, proteína total, globulina, hemoglobina, peso y aumento de peso ($P < 0,01$); la albúmina fue el parámetro menos variable ($P < 0,05$); los parámetros más variables, afectados por la suplementación mineral, fueron: urea sérica, fosfato inorgánico, proteína total y peso ($P < 0,01$); el magnesio serológico y la globulina fueron los menos variables ($P < 0,05$). Para la suplementación con urea-melaza-azufre, los parámetros más variables fueron: hematocrito, urea sérica, calcio, sodio, fosfato inorgánico, hemoglobina y peso ($P < 0,01$); la albúmina fue el parámetro menos variable ($P < 0,05$). Para el tipo de destete, la albúmina serológica y el peso fueron los más variables ($P < 0,01$); globulina fue el menos variable ($P < 0,05$). Para la condición reproductiva, los más variables fueron: hematocrito, suero, fosfato inorgánico, albúmina, hemoglobina, peso y aumento de peso ($P < 0,01$); glucosa fue el menos variables ($P < 0,05$) (Cuadro 50).

Los parámetros sanguíneos afectados por la estación climatológica en el Grupo II (Hatos 4, 5, 6, 7, 8, 9) se pueden observar en el Cuadro 51. Ellos fueron: hematocrito, glucosa serológica, urea, fosfato inorgánico, calcio, magnesio, sodio, potasio, proteína total, albúmina, globulina, hemoglobina, peso y aumento de peso ($P < 0,01$). Los más variables, afectados por los tratamientos relacionados con el forraje, fueron: glucosa serológica, urea, fosfato inorgánico, calcio, magnesio, sodio, proteína total, albúmina, globulina y peso ($P < 0,01$); potasio fue el menos variable ($P < 0,05$). Para la suplementación con urea-melaza-azufre, los más variables fueron: sodio serológico y peso ($P < 0,01$); glucosa y albúmina fueron los menos variables ($P < 0,05$). Para el tipo de destete, los más variables fueron: albúmina serológica, globulina, peso y aumento de peso ($P < 0,01$); proteína total fue el menos variable ($P < 0,05$). Para la condición reproductiva, los más variables fueron: hematocrito, fosfato inorgánico serológico, potasio, proteína total, albúmina, hemoglobina, peso y aumento de peso ($P < 0,01$); glucosa y sodio fueron los menos variables ($P < 0,05$).

Los mayores coeficientes de correlación, en orden decreciente para todos los pares posibles de parámetros sanguíneos y de producción (Cuadro 52), se encontraron entre la proteína total y la globulina (0,91), hematocrito y hemoglobina (0,80), peso y hemoglobina (0,44), potasio y sodio (0,44),

Cuadro 36. Efecto de los periodos estacionales, suplementación mineral, suplementación urea-melaza, azufre, tipo de destete y condiciones reproductivas en los parámetros sanguíneos, peso y aumentos de peso del ganado de carne en el Grupo I (hatos 2, 3, 4 y 5). Junio de 1976 a mayo de 1977.

					Parámetros sanguíneos													
Tratamiento	Hato	Año	Periodo estacional	No. de vacas	Hematocrito (%)	Glucosa (mg 100 ml)	Urea (mg 100 ml)	P (mg 100 ml)	Ca (mg 100 ml)	Mg (mg 100 ml)	Na (meq litro)	K (meq litro)	Proteína total (g 100 ml)	Albúmina (g 100 ml)	Globulina (g 100 ml)	Hemoglobina (g 100 ml)	Peso (kg)	Aumento de peso (kg)
Testigo	1	1976	1	52	40,29	71,96	29,35	3,09	10,70	2,37	138,60	5,68	8,22	2,56	5,66	14,38	317,87	-0,75
	1	1976	2	50	41,54	65,60	21,17	6,64	10,68	2,98	178,28	7,16	7,94	2,49	5,34	13,94	319,02	3,58
	1	1977	3	49	39,08	82,50	29,16	5,85	9,12	2,70	144,23	4,16	7,84	2,58	5,29	13,14	282,76	-28,96
	1	1977	4	24	41,17	77,60	36,56	5,07	13,11	2,69	151,11	3,85	8,15	2,61	5,50	13,72	306,79	43,08
Periodo estacional																		
Comienzo de la época de lluvias	2,3,4,5	1976	1	254	37,63	77,70	28,88	3,78	10,33	2,24	144,36	5,92	7,90	2,63	5,27	14,42	326,67	7,08
Final de la época de lluvias	2,3,4,5	1976	2	253	41,76	76,03	29,04	5,90	9,58	2,58	153,67	5,81	8,21	2,57	5,63	13,99	343,57	13,33
Época seca	2,3,4,5	1977	3	247	39,89	71,22	26,66	5,51	9,37	2,67	147,28	4,36	7,41	2,62	4,78	13,44	313,77	-25,90
Comienzo de la época de lluvias	2,3,4,5	1977	4	123	40,39	84,23	36,08	4,32	11,85	2,57	153,28	3,67	8,05	2,68	5,38	13,55	328,73	29,07
Minerales																		
Sal	2,3	1976-77	1-4	427	40,05	77,86	32,09	4,50	10,00	2,43	150,23	5,17	7,77	2,61	5,16	14,12	315,78	1,78
Sal + minerales	4,5	1976-77	1-4	450	39,66	74,64	26,67	5,39	10,11	2,57	148,11	5,09	7,97	2,63	5,34	13,69	339,98	3,53
Suplemento (estación seca)*																		
Ninguno	3,5	1976-77	1-4	432	39,28	75,85	27,64	5,22	9,92	2,50	146,11	5,18	7,87	2,61	5,25	13,68	320,04	1,36
Urea + melaza	2,4	1976-77	1-4	445	40,40	76,75	30,93	4,70	10,19	2,51	152,08	5,08	7,87	2,62	5,25	14,11	336,13	3,96
Destete																		
Normal	2,3,4,5	1976-77	1-4	739	39,60	76,79	29,76	4,96	10,07	2,50	149,07	5,14	7,86	2,63	5,22	13,84	327,16	2,82
Precoz	2,3,4,5	1976-77	1-4	138	41,17	73,74	26,87	4,97	9,99	2,52	149,48	5,06	7,95	2,56	5,39	14,21	333,80	1,91
Condiciones reproductivas del hato de control																		
Lactante-preñada	1	1976-77	1-4															
Seca-preñada	1	1976-77	1-4	76	41,98	73,31	26,88	5,57	10,75	2,76	150,61	5,29	8,06	2,61	5,43	14,37	324,76	5,39
Lactante-vacía	1	1976-77	1-4	36	36,89	72,10	29,44	4,40	10,45	2,61	154,50	5,29	7,60	2,38	5,28	12,72	277,11	-11,78
Seca-vacía	1	1976-77	1-4	63	40,58	75,39	28,39	5,07	10,46	2,63	155,91	5,67	8,14	2,59	5,55	13,78	302,22	-3,67
Condiciones reproductivas del hato de control																		
Lactante-preñada	2,3,4,5	1976-77	1-4	36	37,75	77,02	31,68	4,54	10,54	2,61	147,18	5,08	8,08	2,75	5,35	13,11	317,78	9,44
Seca-preñada	2,3,4,5	1976-77	1-4	415	41,74	74,00	27,94	5,40	10,05	2,51	149,07	5,14	7,96	2,66	5,29	14,50	349,85	14,29
Lactante-vacía	2,3,4,5	1976-77	1-4	315	37,15	75,99	30,85	4,45	10,04	2,54	149,83	5,14	7,80	2,56	5,24	12,96	304,08	-15,52
Seca-vacía	2,3,4,5	1976-77	1-4	121	40,81	84,82	29,41	4,84	9,97	2,36	148,20	5,09	7,70	2,60	5,10	14,46	317,87	6,69

* De enero a abril, 1977.

Cuadro 51 Efecto de los periodos estacionales, tipo de pradera, suplementación urea-melaza-azufre, tipo de destete y condiciones reproductivas en los parámetros sanguíneos, peso y aumento de peso del ganado de carne en el grupo II (hatos 4,5,6,7,8 y 9) Junio de 1976 a mayo de 1977

Tratamiento	Hato	Año	Periodo estacional	No. de vacas	Hematocrito (%)	Glucosa (mg 100 ml)	Urea (mg 100 ml)	P (mg 100 ml)	Ca (mg 100 ml)	Mg (mg 100 ml)	Na (meq litro)	K (meq litro)	Proteína total (g 100 ml)	Albúmina (g 100 ml)	Globulina (g 100 ml)	Hemoglobina (g 100 ml)	Peso (kg)	Aumento de peso (kg)
					Parámetros sanguíneos													
Testigo	1	1976	1	52	40,29	71,96	29,35	3,09	10,70	2,37	138,60	5,68	8,22	2,56	5,66	14,38	317,87	-0,75
	1	1976	2	50	41,54	65,60	2[illegible],17	6,64	10,68	2,98	178,28	7,18	7,84	2,49	5,34	13,94	319,02	3,58
	1	1977	3	49	39,08	82,30	29,16	5,85	9,12	2,70	144,23	4,16	7,84	2,58	5,29	13,14	282,76	-28,96
	1	1977	4	24	41,17	77,60	34,56	5,07	13,11	2,69	151,11	3,85	8,15	2,61	5,50	13,72	306,79	43,08
Periodo estacional																		
Comienzos de la época de lluvias	4,5,6,7,8,9	1976	1	385	37,84	67,18	23,74	5,16	10,17	2,17	145,26	5,79	7,84	2,57	5,26	13,90	328,54	11,58
Finales de la época de lluvias	4,5,6,7,8,9	1976	2	390	41,45	79,12	17,27	6,36	9,71	2,32	146,39	5,68	7,85	2,46	5,40	13,93	340,06	7,11
Epoca seca	4,5,6,7,8,9	1977	3	385	39,35	74,77	22,18	6,19	8,97	2,32	144,04	4,52	7,33	2,51	4,82	13,29	309,29	-25,45
Comienzos de la época de lluvias	4,5,6,7,8,9	1977	4	190	39,53	83,49	28,47	5,15	10,11	2,24	132,02	3,71	7,95	2,64	5,31	13,26	327,03	33,86
Pradera[1]																		
Pradera nativa	4,5	1976-77	1-4	450	39,66	74,84	26,67	5,39	10,11	2,57	148,11	5,09	7,97	2,63	5,34	13,69	339,98	3,53
Pradera nativa + minerales	6,7	1976-77	1-4	481	40,11	79,27	21,33	5,67	9,36	2,16	138,36	5,19	7,68	2,54	5,15	13,77	332,34	2,73
M. minutiflora	8,9	1976-77	1-4	419	38,79	70,55	18,97	6,38	9,61	2,06	144,01	5,01	7,47	2,41	5,05	13,46	304,24	2,32
Suplemento (estación seca)[2]																		
Ninguno	5,6,8	1976-77	1-4	664	39,32	73,66	21,88	5,85	9,64	2,28	140,58	5,13	7,69	2,52	5,17	13,60	318,96	1,20
Urea + melaza	4,7,9	1976-77	1-4	686	39,78	76,47	22,85	5,75	9,73	2,26	146,05	5,07	7,74	2,54	5,19	13,69	333,14	4,48
Destete																		
Normal	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	1141	39,39	75,44	22,67	5,78	9,70	2,27	143,41	5,12	7,70	2,54	5,16	13,59	321,50	3,25
Precoz	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	209	41,44	73,19	20,78	5,92	9,62	2,24	143,15	5,00	7,80	2,49	5,32	13,96	351,65	0,78
Condiciones reproductivas del hato de control																		
Lactante-preñada	1	1976-77	1-4															
Seca-preñada	1	1976-77	1-4	76	41,98	73,31	26,88	5,57	10,75	2,76	150,61	5,29	8,06	2,61	5,43	14,37	324,76	5,39
Lactante-vacía	1	1976-77	1-4	36	36,89	72,10	29,44	4,40	10,45	2,61	154,50	5,29	7,60	2,38	5,28	12,72	277,11	-11,78
Seca-vacía	1	1976-77	1-4	63	40,58	75,39	28,39	5,07	10,46	2,63	155,91	5,67	8,14	2,59	5,55	13,78	302,22	-3,67
Condiciones reproductivas del hato de control																		
Lactante-preñada	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	65	38,45	76,52	23,74	5,33	10,06	2,37	143,70	5,22	7,91	2,63	5,27	13,36	316,71	6,69
Seca-preñada	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	590	41,50	73,49	21,54	6,10	9,71	2,33	143,00	5,04	7,81	2,59	5,23	14,23	352,44	18,00
Lactante-vacía	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	549	37,60	76,04	23,76	5,42	9,60	2,22	142,49	5,08	7,60	2,45	5,14	13,01	301,72	-16,47
Seca-vacía	4,5,6,7,8,9	1976-77	1-4	146	39,52	77,33	19,97	6,24	9,71	2,16	147,98	5,35	7,66	2,54	5,13	13,82	316,14	12,72

[1] LSD entre valores promedios a niveles 0,01 y 0,05

[2] De enero a abril, 1977.

Cuadro 52. **Coeficiente de correlación de Pearson para todos los pares posibles de parámetros sanguíneos y de producción[1].**

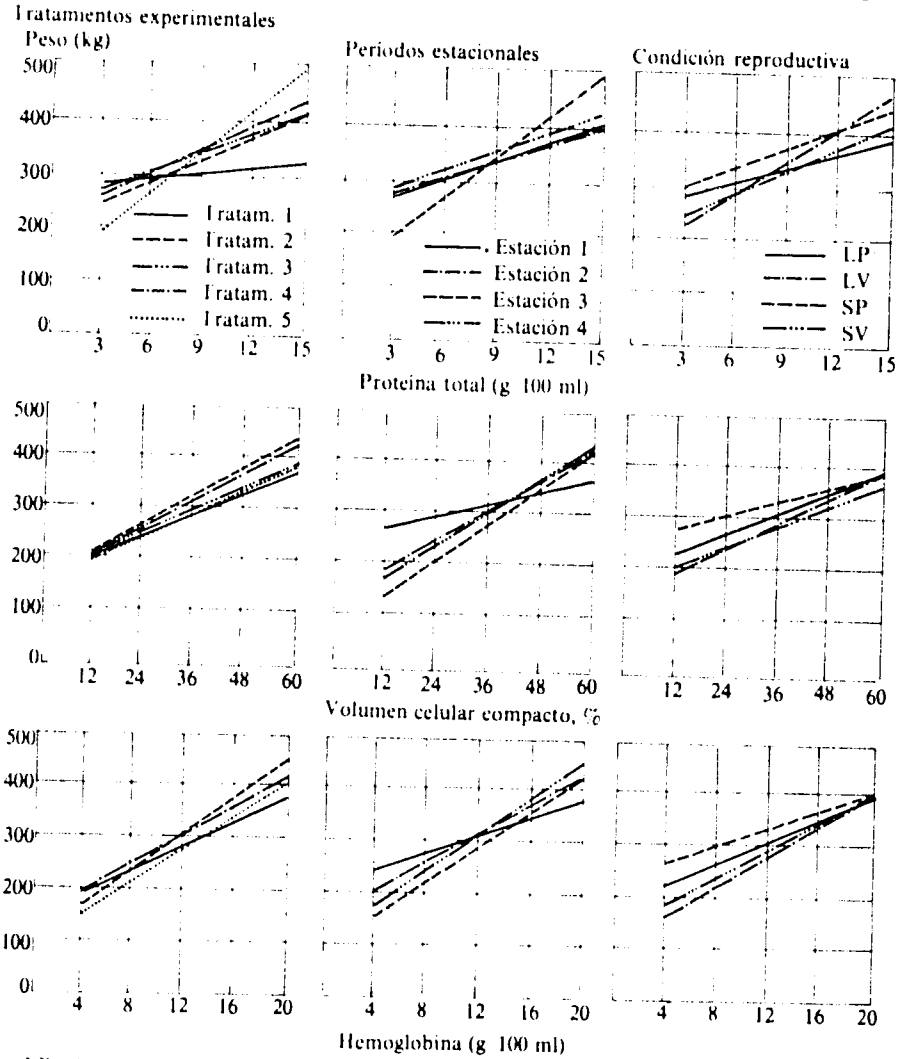
	Glucosa	Urea	Albúmina	Globulina	Proteína total	Hemoglobina	Hematocrito	P	Ca	Mg	Na	K	Peso	Aumento de peso
Glucosa	1,00													
Urea	0,00	1,00												
Albumina	0,02	0,19	1,00											
Globulina	0,05	-0,03	-0,07	1,00										
Proteína total	0,06	0,04	0,31	0,91	1,00									
Hemoglobina	0,02	-0,06	0,19	0,22	0,28	1,00								
Hematocrito	0,09	-0,19	0,12	0,30	0,33	0,80	1,00							
P	-0,04	-0,23	-0,08	-0,08	-0,10	-0,07	0,05	1,00						
Ca	0,05	0,07	0,11	0,17	0,20	0,14	0,12	-0,14	1,00					
Mg	-0,05	0,08	0,16	0,04	0,10	0,02	0,14	0,05	0,38	1,00				
Na	-0,02	0,12	0,02	-0,01	-0,00	-0,03	-0,05	0,07	0,12	0,15	1,00			
K	-0,17	-0,05	-0,03	0,09	0,07	0,15	-0,02	-0,01	0,00	-0,05	0,44	1,00		
Peso	-0,13	-0,03	0,21	0,22	0,28	0,44	0,41	0,02	0,06	0,10	0,01	0,13	1,00	
Aumento de peso	0,03	0,14	0,24	0,08	0,17	0,16	0,06	-0,00	0,18	-0,04	0,02	0,12	0,32	1,00

[1] Las correlaciones >0.26 se han encontrado significativas ($P<0,01$) debido a la alta variabilidad observada en los valores de los parámetro experimentales.

peso y hematocrito (0,41), magnesio y calcio (0,38), hematocrito y proteína total (0,33) aumento de peso y peso (0,32), proteina total y albúmina (0,31) hematocrito y globulina (0,30), peso y proteína total (0,28) hemoglobina y proteína total (0,28).

De doce parámetros estudiados, tres fueron afectados por el peso—proteína total serológica, hematocrito y hemoglobina. Las concentraciones de estos tres parámetros aumentaron con el peso ($P < 0,01$) (Figura 61).

Las variaciones estacionales de los parámetros sanguíneos y el peso con relación a la condición reproductiva (Hatos 1 a 9), mostraron que las mayores concentraciones de valores promedios serológicos para el fosfato inorgánico, proteína total, hematocrito, hemoglobina



[1] LP = lactante - preñada; LV = lactante - vacía; SP = Seca - preñada; SV = seca - vacía

Figura 61. Gráficas con distribución horizontal de datos sobre proteína total, hematocrito y hemoglobina y con distribución vertical sobre tratamientos experimentales, períodos estacionales y condición reproductiva, para 282 vacas (hatos 1 a 9) agrupados por peso.

y peso, durante las estaciones 1 a 4, correspondieron en el ciclo de vida de la vaca a la condición seca preñada (Figuras 62, 63 y 64). La condición lactante-preñada presentó las mayores concentraciones de valores promedios serológicos para albúmina, urea, calcio y magnesio. La condición seca-vacía presentó las concentraciones de valores promedios de mayor magnitud para globulina, sodio, potasio y glucosa.

Las menores concentraciones de valores promedios serológicos para proteína total,

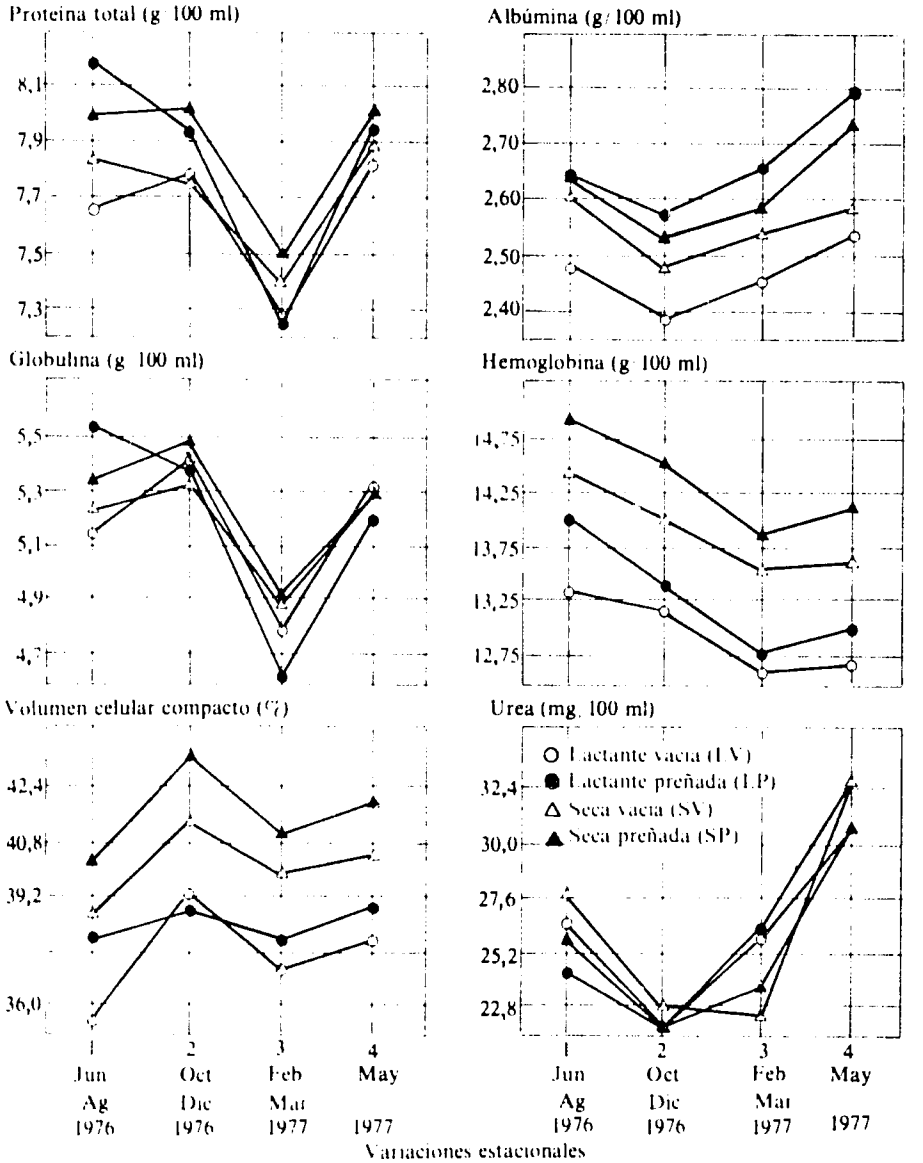


Figura 62. Variaciones estacionales de la proteína total del suero, albúmina, globulina, hemoglobina, hematocrito y úrea, con base en cuatro condiciones reproductivas, de 282 vacas de carne (hatos 1 a 9)

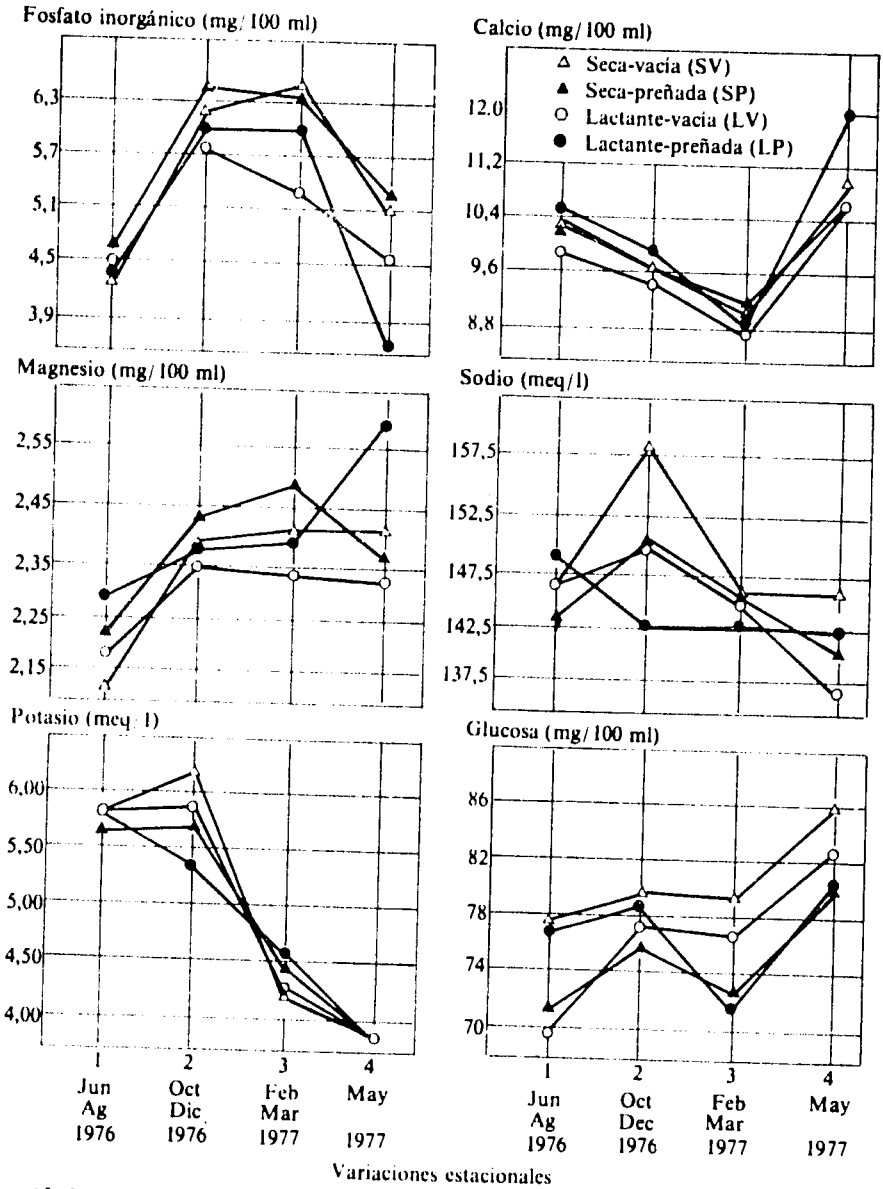


Figura 63. **Variaciones estacionales del fosfato inorgánico, calcio, magnesio, sodio, potasio y glucosa del suero sanguíneo, con relación a las condiciones reproductivas de 282 vacas de carne (hatos 1 a 9).**

hematocrito, hemoglobina, albúmina, sodio, calcio, magnesio y peso correspondieron a la condición lactante-vacía. Las menores concentraciones de valores promedio serológicos para glucosa, potasio y urea correspondieron a la condición seca-preñada. La condición lactante-preñada presentó las menores concentraciones de valores promedios serológicos para fosfato inorgánico y globulina.

Las variaciones estacionales de los parámetros sanguíneos y peso, con relación al tipo de destete (Hatos 1 a 9) mostraron que las mayores concen-

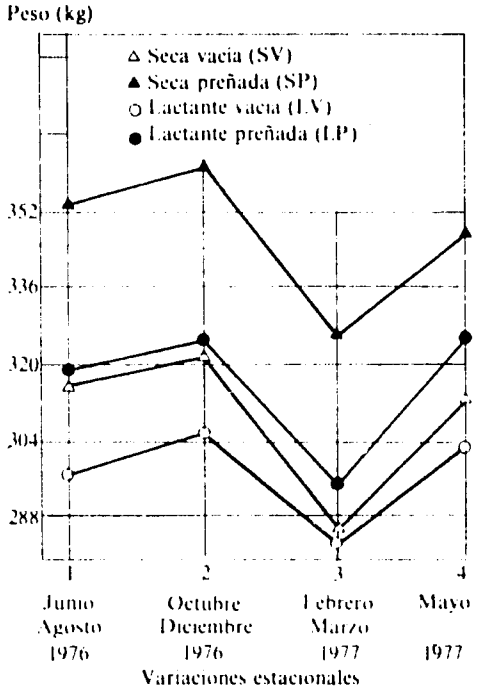


Figura 64. Variaciones estacionales en el peso de 282 vacas de carne, con relación a la condición reproductiva (hatos 1 a 9).

traciones de valores promedios serológicos para hematocrito, proteína total, globulina, hemoglobina y peso, correspondieron a vacas de destete precoz durante la última parte de la estación lluviosa de 1976. (Cuadro 53). Los mayores valores promedio para la urea serológica, calcio y albúmina correspondieron a las vacas de destete normal, durante la última parte de la estación lluviosa de 1977. Los mayores valores promedio para el sodio serológico y el potasio serológico correspondieron a las vacas de destete normal, durante la última parte de la estación lluviosa de 1976. Los mayores valores promedio para el magnesio serológico correspondieron a las vacas de destete normal, durante la estación seca de 1977. Los mayores valores promedio para el fosfato inorgánico serológico y glucosa correspondieron a las vacas de destete precoz, durante la estación seca y a principios de la estación lluviosa de 1977, respectivamente.

Los menores valores promedio serológicos para el calcio, proteína total, globulina, hemoglobina y peso correspondieron a las vacas de destete normal durante la estación seca de 1977. Los menores valores promedio para el fosfato inorgánico serológico y hematocrito correspondieron a las vacas de destete normal durante la primera parte de la estación lluviosa de 1976. Los menores valores promedio para la glucosa serológica y magnesio, urea y albúmina, sodio y potasio correspondieron a la primera y última partes de 1976 y a la primera parte de la estación lluviosa de 1977, respectivamente.

El Hato 1 (testigo-negativo) no se incluyó en el análisis estadístico general. Sin embargo, los mayores valores promedio para hematocrito, fosfato inorgánico serológico, magnesio, sodio, potasio y peso, correspondieron a la última parte de la estación lluviosa de 1976. Los mayores valores promedio para urea serológica, calcio, albúmina y aumento de peso correspondieron a la primera parte de la estación lluviosa de 1977. Los mayores valores promedio para proteína total, globulina y hemoglobina correspondieron a la primera parte de la época lluviosa de 1976. Los mayores valores promedio para la glucosa serológica correspondieron a la estación seca de 1977.

Los menores valores promedio para hematocrito, calcio serológico, globulina, hemoglobina, peso y aumento de peso, correspondieron a la época seca de 1977. Los menores valores promedio para la glucosa, urea, proteína total y albúmina correspondieron a la última parte de la época de lluvia de 1976. Los menores valores promedio serológicos de fosfato inorgánico, magnesio y sodio correspondieron a la primera época de la estación lluviosa de 1976. El potasio serológico presentó el valor más bajo a principios de la época de lluvia de 1976.

La condición lactante-preñada no se presentó durante el experimento. Los

Cuadro 53. **Variaciones estacionales de los parámetros sanguíneos y del peso con relación al tipo de destete (hatos 1 a 9). Junio 1976 a mayo 1977.**

Tipo de destete	Periodo estacional	Año	No. de vacas	Parámetros sanguíneos: Hematocrito (%)	Glucosa (mg/100 ml)	Urea (mg/100 ml)	P (mg/100 ml)	Ca (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)	Na (meq/litro)	K (meq/litro)	Total proteína (g/100 ml)	Albúmina (g/100 ml)	Globulina (g/100 ml)	Hemoglobina (g/100 ml)	Peso (kg)
Normal	Comienzo de la estación lluviosa	1976	592	38,10	71,87	26,69	4,43	10,29	2,19	144,70	5,86	7,85	2,59	5,26	14,20	322,17
Normal	Final de la estación lluviosa	1976	593	41,40	77,29	21,73	6,19	9,75	2,41	151,34	5,91	7,88	2,49	5,39	13,91	333,80
Normal	Estación seca	1977	583	39,15	75,26	24,69	5,95	9,05	2,43	144,63	4,39	7,38	2,55	4,83	13,21	300,97
Normal	Comienzo de la estación lluviosa	1977	287	39,67	81,63	31,17	4,83	10,80	2,37	139,14	3,79	7,92	2,65	5,27	13,31	320,62
Precoz	Comienzo de la estación lluviosa	1976	99	38,49	70,40	23,25	4,59	10,21	2,14	142,63	5,61	7,89	2,52	5,37	14,23	341,89
Precoz	Final de la estación lluviosa	1976	100	42,68	77,03	20,62	6,12	9,47	2,32	150,34	5,79	8,13	2,46	5,69	14,32	352,20
Precoz	Estación seca	1977	98	41,20	71,08	22,09	6,28	9,15	2,42	145,98	4,32	7,39	2,48	4,91	13,95	325,60
Precoz	Comienzo de la estación lluviosa	1977	50	40,33	84,69	30,19	4,95	10,25	2,28	138,69	3,69	8,01	2,60	5,41	13,51	334,83

mayores valores promedio para hematocrito, fosfato inorgánico, calcio, magnesio, albúmina, hemoglobina, peso y aumento de peso, correspondieron a la condición seca-preñada. Los mayores valores promedio serológicos para la glucosa, sodio, potasio, proteína total y globulina, correspondieron a la coindición seca-vacía. Los mayores valores para urea serológica correspondieron a la condición lactante-vacía.

Los menores valores promedio para hematocrito, glucosa, fosfato inorgánico, calcio, magnesio, potasio, proteína total, albúmina, globulina, hemoglobina, peso y ganancia de peso, correspondieron a la condición seca-preñada.

Los datos químicos del suelo (Cuadro 54) mostraron un bajo pH que corresponde a la naturaleza ácida del suelo, con un contenido mediano de materia orgánicas. Los minerales intercambiables (calcio, magnesio, potasio y sodio) fureon bajos, así como el conteido de fósforo disponible. El porcentaje de saturación de aluminio fue alto y es una característica común de los suelos del Llano, en general

La información sobre la composición química de las especies forrajeras (Cuadro 55) mostró que los contenidos de fósforo y calcio de *M. minutiflora* fueron mayores que los de las especies nativas, a través de las estaciones. El contenido de magnesio fue similar en ambos tipos de praderas. El contenido de nitrógeno de la gramínea nativa fue el mas bajo, a finales de la época de lluvia de 1976 y a principios de la época seca de 1977. Las mismas épocas presentaron los mayores valores de nitrógeno para *M. minutiflora*.

La gramínea nativa presentó los mayores valores de nitrógeno en los periodos correspondientes a la última parte de la estación seca y a principios de la estación de lluvia de 1977, éstas también presentaron los menores valores del mismo elemento para *M. minutiflora*.

La interpretación de estos resultados preliminares debe realizarse con cautela, ya que se requiere hacer muchas más evaluaciones. Sin embargo, se ha establecido que los parámetros sanguíneos de las vacas de cría Cebú, que pastorean en suelos ácidos, fueron afectados en orden decreciente de importancia por la estación, el tipo de pradera, la condición reproductiva, la suplementación mineral, la suplementación urea-melaza-azufre y el tipo de destete. Para todos los doce parámetros estudiados, se evidenció el hecho de que los patrones estacionales eran claros, definitivos incluyendo los parámetros de producción peso y aumento de peso. Los mayores valores promedio correspondieron a las épocas de lluvia y los menores, a la época seca.

Fue evidente la relación directa del contenido de fósforo de la pradera y el contenido de fósforo de la sangre. Los animales en *M. minutiflora* presentaron las mayores concentraciones sanguíneas, seguidos por los que pastoreaban especies nativas + *M. minutiflora* y gramíneas nativas solamente. Esto puede explicar en parte el mayor número de fracturas óseas que se presentó en los animales que pastoreaban gramínea nativa solamente (Hatos 1 a 4), de 1974 a 1977. También sugiere la ventaja de establecer una gramínea mejorada, eficiente en cuanto a absorción de fósforo, en suelos ácidos.

El bajo contenido de fósforo de estos suelos tropicales y de las gramíneas nativas, también conduce a la condición denominada "pica" o apetito desmedido, la cual predispone a los animales al botulismo, una condición tóxica que, sin lugar a duda, produjo la muerte a varios animales en este año, en las inmediaciones de la Estación experimental de Carimagua.

La quema de la gramínea nativa aumentó el contenido de fósforo, como lo observó Lebdosoekojo en 1976. Sin embargo, los análisis químicos demostraron que *M. minutiflora* invariablemente pre-

Cuadro 54. **Datos químicos prbmedio de los suelos de las praderas de los Hatos Experimentales 1 a 9. Junio 1976 a mayo 1977.**

Hato	Tipo de pradera	pH	Materia orgánica (%)	P disponible Bray II (ppm)	Cationes intercambiables Al 100g	Ca 100g	Mg 100g	K 100g	Na 100g	CIC (meq/100g	Satur. Al %	Cationes disponibles Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
1	Nativa	4,9	3,6	1,7	2,3	0,10	0,07	0,06	0,09	9,1	88	0,58	1,9	0,75	34
2	Nativa	4,8	4,2	2,7	2,3	0,09	0,07	0,06	0,06	9,1	89	0,69	1,8	0,38	45
3	Nativa	4,6	4,4	1,8	2,8	0,14	0,10	0,07	0,06	9,4	88	0,61	5,4	0,55	59
4	Nativa	4,7	4,1	0,9	3,2	0,18	0,12	0,09	0,06	11,0	88	0,67	6,8	0,56	45
5	Nativa	4,8	4,2	1,9	2,7	0,10	0,08	0,07	0,06	9,2	90	0,63	3,7	0,46	45
6	Nativa	4,7	4,1	1,5	3,2	0,17	0,09	0,09	0,06	11,2	89	0,54	4,6	0,54	42
7	Nativa	4,8	3,8	0,9	3,1	0,16	0,12	0,10	0,07	10,7	87	0,53	4,1	0,55	44
6	*M. minutiflora*	4,7	4,2	1,8	3,1	0,44	0,17	0,14	0,07	11,8	79	0,61	5,7	0,62	37
7	*M. minutiflora*	4,9	3,1	1,3	2,2	0,28	0,10	0,08	0,05	7,8	81	0,55	4,2	0,50	49
8	*M. minutiflora*	4,8	3,8	2,0	2,9	0,51	0,16	0,11	0,05	11,0	78	0,68	7,0	0,64	65
9	*M. minutiflora*	4,9	3,4	1,4	2,4	0,36	0,13	0,11	0,04	8,8	79	0,54	4,5	0,54	61

Cuadro 55. **Variaciones estacionales de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio en pradera nativa y en *M. minutiflora*[1].**

Tipo de pradera	Periodo de toma de muestra	Año	Mes	No. observaciones	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)
Sabana nativa								
	Final época de lluvia	1976	Diciembre	5	0,53	0,04	0,14	0,12
	Comienzo época seca	1977	Febrero	7	0,40	0,02	0,12	0,10
	Final época seca	1977	Marzo	7	0,60	0,04	0,10	0,09
	Comienzo época de lluvia	1977	Mayo	7	0,82	0,06	0,13	0,10
M. minutiflora								
	Final época de lluvia	1976	Diciembre	4	0,58	0,08	0,15	0,12
	Comienzo época seca	1977	Febrero	4	0,50	0,05	0,13	0,10
	Final época seca	1977	Marzo	2	0,48	0,05	0,14	0,09
	Comienzo época lluvia	1977	Mayo	4	0,74	0,07	0,16	0,10

[1] Los valores para todos los nutrimentos se expresan con base en la materia seca.

sentó un contenido mayor de fósforo, a través de las estaciones del año.

Otros parámetros importantes, como calcio serológico, magnesio, sodio, urea, proteína total, albúmina, globulina, hemoglobina, hematocrito y peso, fueron consistentemente mayores en los animales que pastoreaban gramíneas nativas durante la época seca, que en los que pastoreaban especies nativas + *M. minutiflora*, y *M. minutiflora* solamente, durante la estación seca. Este hecho refleja, posiblemente, las mejores prácticas de manejo de los animales y de las sabanas nativas, durante esta época crítica, así como la baja resistencia a la sequía de *M. minutiflora*.

La condición física de los bovinos conocida como "secadera" se presentó más frecuentemente en vacas de la condición lactante-vacía que pastoreaban *M. minutiflora*, durante la estación seca (Informe Anual del CIAT, 1976). Los animales en esta condición presentaron consistentemente menos valores promedio de las concentraciones de proteína total, albúmina, globulina, hematocrito, hemoglobina, urea, glucosa, magnesio, potasio y peso que los animales, en la misma condición reproductiva, que pastoreaban otras especies. Estos resultados confirman la hipótesis de que el estrés de la lactancia, sin nutrición

Cuadro 56. **Valores de los parámetros sanguíneos, peso y aumentos de peso de 282 vacas de cría Cebú de las cuales se tomaron muestras cada dos meses en siete ocasiones. Junio 1976 a mayo 1977.**

Parámetros	Promedio	Rango	
Hematocrito (%)	39,0	23,0	55,0
Glucosa (mg/ 100 ml)	102,0	13,9	190,0
Urea (mg/ 100 ml)	32,2	0,2	64,2
Fosfato inorgánico (mg/ 100 ml)	9,6	0,9	18,3
Ca (mg/ 100 ml)	10,5	3,8	17,2
Mg (mg 100 ml)	2,9	1,1	4,7
Na (meq litro)	141,4	50,1	232,6
K (meq litro	8,8	2,1	15,4
Proteína total (g/ 100 ml)	7,3	4,0	10,5
Albúmina (g/ 100 ml)	2,6	1,5	3,7
Globulina (g/ 100 ml)	4,7	1,4	7,9
Hemoglobina (g/ 100 ml)	14,0	8,4	19,5
Peso (kg)	361,0	180,0	542,0
Ganancia de peso (kg)	- 13,5	-141,0	114,0

adecuada, juega el papel más importante en la aparición de este síndrome, junto con las infecciones secundarias y las enfermedades parasitarias.

La condición denominada hydrallantois (vaca inflada), solamente se presentó en los Hatos 1 a 3, los cuales pastoreaban gramínea nativa sin suplementación mineral. Las concentraciones de valores promedio de fosfato inorgánico serológico y potasio fueron bajas, en los nueve casos observados. Otros parámetros sanguíneos estudiados estaban dentro de los límites normales.

Se establecieron los valores promedio de los parámetros sanguíneos, peso y aumentos de peso, para 282 vacas Cebú de cría, en los Llanos (Cuadro 55). Aunque el experimento sobre sistema de hatos fue específico en cuanto a la localidad en la cual se llevó a cabo, estos parámetros podrían servir de base para el desarrollo de futuros trabajos a realizarse.

ECONOMIA

La Sección de Economía del Programa de Ganando de Carne es responsable tanto del análisis microeconómico de los resultados experimentales como del macroanálisis de la industria de ganado de carne en América tropical. Los resultados presentados este año se concentran en: 1) la simulación de sistemas alternativos de producción de ganando en los Llanos colombianos; y 2) los aspectos económicos del control de la fiebre aftosa.

SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCION DE GANANDO EN LOS LLANOS

Sistemas de cría

Mediante el uso de los resultados preliminares obtenidos en el experimento de sistema de hatos se evaluó, a nivel de finca, la adopción de sistemas alternativos de producción de cría por medio de simulación, para la cual se utilizo el modelo computadorizado de presupuesto-actividades (HATSIM), desarrollado en CIAT. Los tratamientos experimentales, considerados como sistemas alternativos, fueron:

Sistemas 1 y 2: Sistemas tradicionales, con todos los animales pastoreando las especies nativas de la sabana y suplementación de sal *ad libitum*, con un consumo promedio de 12 kg/año U.A. de sal (como en los Hatos 2 y 3 del experimento descrito en el Cuadro 35).

Sistemas 3 y 4: Igual que los sistemas 1 y 2 más suplementación *ad libitum* de una mezcla mineral completa, con un consumo promedio de 16 kg/año U.A. (como en los Hatos 4 y 5).

Sistemas 5 y 6: Igual que los anteriores con destete de los terneros a los 86 días de edad. Durante un mes se proporciona a los terneros recién destetados 0,75 kg/día de un suplemento calórico-proteínico (20 por ciento de proteína) y pasto imperial (*Axonopus scoparius*) fresco, recién cortado. Durante otros dos meses, se les proporciona 0,5 kg/día del mismo suplemento, pastoreo rotacional en *Paspalum plicatulum* (pasto negro) y una mezcla de *Melinis minutiflora* o *Hyparrhenia rufa*. Después de cumplir los seis meses de edad, los terneros pastorean en especies nativas de la sabana y reciben solamente suplementación mineral. Debido a la localización y condiciones de las praderas utilizadas en los tratamientos de destete precoz del experimento y con el objeto de extrapolar los resultados obtenidos en los experimentos a un nivel de finca, se supuso que tales praderas necesitan riego durante la estación seca. Por

tanto, el costo del equipo de riego a baja escala y los costos asociados de operación y mano de obra se cargan a este tratamiento.

Sistemas 7 y 8: Vacas, toros y terneros no destetados que pastorean en *M. minutiflora* durante la estación lluviosa y en especies nativas de la sabana durante la estación seca; todos los animales reciben un suplemento *ad libitum* de una mezcla mineral, con un consumo promedio de 22 kg año U.A. (como en los Hatos 6 y 7).

Sistemas 9 y 10: Igual que los anteriores pero con destete a los 86 días y con el mismo tratamiento de destete precoz que se aplicó en los Sistemas 5 y 6.

Sistema 11: Igual que en el Sistema 7, pero con pastoreo en *Brachiaria decumbens*, durante la época lluviosa, a una capacidad de carga, de 1,7 U.A. ha y en especies nativas de la sabana, durante la estación seca. Se asume que el comportamiento reproductivo y el productivo son los mismos del Sistema 7.

Los sistemas asignados con números impares representan resultados experimentales (promedios de cuatro años, directamente extrapolados a un nivel de finca, con la excepción de los Sistema 1 y 11. En el Sistema 1 se asumió que la mortalidad de terneros es de 15 por ciento, a diferencia del resultado experimental de 26 por ciento, ya que este valor parece sobreestimar las pérdidas reales a nivel de finca. De hecho, aún un 15 por ciento de mortalidad de terneros implica un hato que disminuye con el tiempo.

En los Sistemas asignados con números pares, las tasas de parición y de mortalidad de terneros son valores hipotéticos considerados válidos para el nivel de finca, lo cual se basa en la experiencia de evaluación realizada en los Llanos colombianos y en estimativos preliminares de la varianza experimental obtenidos para el tratamiento correspondiente en el experimento de sistema de hatos.

Los principales parámetros biológicos usados para simular el desarrollo de hatos, en cada sistema, se presentan en el Cuadro 57. Con base en estos parámetros, el mismo hato inicial se desarrolló durante un período de 25 años y se utilizó el flujo de ingreso neto para calcular la tasa interna de retorno de cada sistema, mediante el método de flujo efectivo descontado. Todos los precios correspondieron a los precios promedio, a nivel de finca, durante 1976, los cuales se suponen que fueron constantes durante el año y expresan cifras reales. Debido a que los precios de los insumos así como los precios de la producción (ganado vendido) varían según la distancia a los mercados, la evaluación económica se llevó a cabo para dos áreas: a) de Puerto López a Puerto Gaitán, y b) de Puerto Gaitán a Carimagua. Los precios de los insumos y del ganado vendido fueron corregidos con base en los costos de transporte.

En el Cuadro 58 se resume el comportamiento de todos los sistemas para fincas comerciales de 2500-3000 hectáreas. Los resultados se presentan más adelante, usando como criterio el retorno sobre el capital.

Minerales. Los Sistemas 3 y 4, basados en pastoreo de especies nativas de la sabana con suplementación mineral, son los más rentables entre las alternativas consideradas. Después, les siguen los Sistemas 5 y 6 (los cuales incluyen el destete precoz) y el Sistema 2 (sistema tradicional, con pastoreo en especies nativas suplementado sólo con sal). Una de las razones por las cuales esta práctica no se ha extendido todavía en los Llanos colombianos puede ser la reducción en el ingreso neto que se presenta durante los primeros años después de la implementación, hasta que se vende la cosecha adicional de terneros que se obtuvo.

Destete precoz. No resulta rentable a los costos actuales y bajo el manejo presente (Sistemas 3 y 4 *versus* 5 y 6). Llega a ser una alternativa económica al compararla con el

Cuadro 57. **Parámetros usados en sistemas alternativos de producción en el desarrollo de hatos[1].**

Tratamientos				Parámetros					
				Tasa de parición	Tasa de mortalidad (%)		Tasa de apareamiento (%)[3]		
							Años		
Sistema	Tipo de pasto	Suplementación mineral	Destete	(%)	Terneros[2]	Adultos	1-2	2-3	3-4
1	Nativo	Sal	normal	46	15	5	0	60	100
2	Nativo	Sal	normal	50	8	5	0	60	100
3	Nativo	Completa	normal	65	12	5	0	90	100
4	Nativo	Completa	normal	65	8	5	0	90	100
5	Nativo	Completa	precoz	87	13	4	0	80	100
6	Nativo	Completa	precoz	77	8	4	0	80	100
7	*M. minutiflora* + nativo	Completa	normal	64	10	5	10	90	100
8	*M. minutiflora* + nativo	Completa	normal	60	7	5	10	90	100
9	*M. minutiflora* + nativo	Completa	precoz	85	8	4	0	90	100
10	*M. minutiflora* + nativo	Completa	precoz	77	7	4	0	90	100
11	*Brachiaria decumbens* + nativo	Completa	normal	64	10	5	10	90	100

[1] Otros parámetros, tales como proporción de toros a vacas (1:20), tasa de descarte de vacas (15%) y toros (20%), y proporción de machos a hembras al nacimiento (50:50), se supone fueron iguales para todos los sistemas.

[2] Hasta un año de edad

[3] Peso ≥ 270 kg

destete normal, solamente en sistemas intensivos de pastoreo para vacas de cría (Sistemas 7 y 8 *versus* 9 y 10), al aumentar el comportamiento reproductivo y en consecuencia, reduciendo la inversión en establecimiento de praderas por unidad de producción comercial (ventas de novillos). Además de los problemas de manejo que acarrea esta práctica, el destete precoz implica una reducción considerable del ingreso neto, durante los primeros años después de la implementación.

El comportamiento relativamente pobre de los terneros destetados tempranamente (especialmente, el de aquellos destetados durante la época seca), el alto costo del suplemento calórico-proteínico y de la mano de obra, más el costo del establecimiento y mantenimiento de la pradera mejorada, contribuyen a este resultado, minimizando los beneficios económicos de una mayor cosecha de terneros. Sin embargo, si el apareamiento estacional en el hato de cría puede mejorar el comportamiento de los terneros y al mismo tiempo, reducir los costos de alimentación de los terneros disminuyendo

Cuadro 58. Comportamiento de simulación de sistemas alternativos de producción de ganado de carne en los Llanos de Colombia.

Sistema	Area de pradera mejorada (ha)		Tamaño del hato de cría (vacas)		Inversión inicial[1] miles de $US		Ingreso neto anual[1]/ miles de $US		Tasa de retorno (%)	
	Inicial	Total	Inicial	Final	Pradera	Total[2]	Año 4	Año 13	Región A	Región B
1	0	0	190	127	0	90	6,4	5,2	5,5	3,6
2	0	0	190	182	0	90	7,5	7,3	8,1	6,3
3	0	0	190	230	0	91	6,3	10,7	10,0	9,0
4	0	0	190	230	0	91	5,9	10,2	9,8	8,9
5	12	12	190	190	4	97	5,0	10,8	9,1	7,5
6	12	12	190	190	4	97	5,6	7,6	8,4	7,4
7	450	650	190	325	56 (81)[3]	147 (172)	6,7	9,6	5,0	3,7
8	450	650	190	325	56 (81)	147 (172)	6,7	9,0	4,6	3,3
9	450	516	190	250	61 (67)	154 (160)	4,2	18,2	6,3	4,8
10	450	516	190	250	61 (67)	154 (160)	4,7	160	5,2	4,6
11	100	190	190	325	13 (24)	103 (114)	6,7	9,6	8,5	n.a

[1] Valores correspondientes a la region A.
[2] Incluye el valor del ganado y las mejoras, no incluye el valor de la tierra.
[3] Las cifras entre parentesis representan valores de inversion que incluyen el área total de las praderas mejoradas.

la necesidad de mantener praderas de buena calidad durante la estación seca, el destete precoz es una práctica que podría convertirse en una alternativa económica para los Llanos colombianos, especialmente en el caso de la adopción extensiva de praderas mejoradas para los hatos de cría.

Utilización de praderas. Los sistemas basados en pastoreo de praderas de *M. minutiflora* durante la época de lluvia (7 y 8), probaron producir solamente la mitad de la rentabilidad en comparación con los sistemas basados en la utilización de las especies nativas de la sabana (3 y 4), ambos con suplementación mineral. La inversión total casi se duplicó al seguir los sistemas mencionados debido a la baja densidad de carga que permite esta especie (0,5 U.A./ha).

Con una mayor capacidad de carga (1,7 U.A./ha) como es posible obtener en el Sistema 11 (un caso simulado con *B. decumbens*, en el cual se supone que esta especie tiene un comportamiento reproductivo y un potencial productivo

igual al de *M. minutiflora*), aumenta considerablemente el retorno sobre el capital invertido.

Persistencia de praderas y fallas en el establecimiento. En el Cuadro 59 se muestra el efecto de la duración de la pradera sobre el retorno al capital. En los sistemas que utilizan una superficie limitada de pradera mejorada para el destete precoz (como el Sistema 5) la baja persistencia de la pradera tiene un efecto que no es relevante. Sin embargo, cuando el área de pradera mejorada es considerable, los retornos sobre el capital responden sensitivamente a la duración de la pradera (Sistemas 7 y 9).

En el Cuadro 59 se presenta el resultado de un análisis de sensibilidad sobre la persistencia de la pradera y las pérdidas en el establecimiento de la misma. Se consideran dos casos: Sistema 7 y Sistema 7'. Para este último se asume un 50 por ciento de reducción en los costos de establecimiento de esta especie forrajera en particular (*M. minutiflora*). Se puede observar que, al reducir los costos de establecimiento sin afectar la capacidad de carga de la pradera, no sólo se aumentan los retornos a la inversión sino que ello también implica una menor sensibilidad de estos retornos a las fallas del establecimiento y al riesgo de persistencia. Esta es una de las razones por las cuales una filosofía de insumos mínimos y la adopción de prácticas, tales como labranza mínima, representan alternativas prometedoras cuando la pradera mejorada es pastoreada por el total del hato de cría. Estas alternativas pueden resultar de menor relevancia cuando se trata de áreas pequeñas, solamente utilizadas para uso estratégico.

Cuadro 59. Tasas porcentuales de retorno de los Sistemas 5, 7 y 9, análisis de sensibilidad con relación a la persistencia de la pradera.

	Persistencia de la pradera (años)			
Sistema	24	12	9	6
5	9,1	9,0	8,9	8,8
7	5,0	2,8	1,3	0
9	6,3	4,2	2,7	0,9

[illegible]

Financiación. En Colombia, como en otros países de América Latina, la tasa de interés nominal sobre préstamos es menor que la tasa de inflación. Esto implica financiación bajo condiciones de subsidio. El Cuadro 60 ilustra el efecto de este tipo de incentivo sobre el retorno al capital propio del ganadero. Se presumen las siguientes consideraciones: una tasa inflacionaria esperada del 30 por ciento anual; un 18 por ciento de tasa de interés nominal y cuatro años de gracia, en un préstamo a 12 años. Actualmente, en los Llanos Orientales de Colombia, existen estas condiciones aunque es posible que no prevalezcan a largo plazo. A medida que la proporción de la inversión inicial financiada bajo estas condiciones aumente, también aumenta la rentabilidad de todos los sistemas. Pero, aún con una financiación del 60 por ciento, el Sistema 7 (el cual incluye *M. minutiflora*), no es tan rentable como los Sistemas 2 y 3 (praderas nativas, más suplementación de sal y minerales, respectivamente) sin ninguna financiación. Sin embargo, este no es el caso con el Sistema 11 basado en *B. decumbens*. Con una financiación superior al 30-40 por ciento, bajo condiciones subsidiarias, puede ser más rentable que los Sistemas 2 y 3. Esto podría explicar el por qué tantos ganaderos de los Llanos están adoptando esta gramínea.

Valor de la tierra. Cuando se analiza la rentabilidad de varios sistemas alternativos de producción, cuando ellos son relativamente iguales en cuanto a intensidad del uso de la tierra, el valor de la tierra no se incluye en la cifra de la inversión inicial. La pregunta relevante entonces es: Cuál de los sistemas de

Cuadro 60. **Tasas porcentuales de retorno del Sistema 7; análisis de sensibilidad con relación a la persistencia de la pradera y al fracaso del establecimiento de la misma.**

Fallas en el establecimiento de la pradera (% de área)[1]	Persistencia de la pradera (años)					
	24		12		9	
	7[2]	7'[2]	7	7'	7	7'
0	5,7	7,1	2,8	5,9	1,3	5,0
20	4,4	6,7	2,4	5,5	0,9	4,6
40	4,0	6,3	2,0	5,2	0,6	4,3
60	3,5	6,0	1,7	4,9	0,3	4,0
80	3,2	5,7	1,3	4,6	0,0	3,8

[1] Fallas durante el primer año.
[2] = costo real; 7' = se asume un 50% de reducción en costos de establecimiento.

producción es más rentable, si se considera que el productor ya ha invertido en tierra?

Sin embargo, al comparar los retornos sobre el capital de una tecnología dada, en dos regiones ecológicamente homogéneas pero en las cuales existe enfrentamiento en cuanto a precios de insumos y producción (debido a la distancia a los mercados), el valor de la tierra se debe incorporar en el análisis, a fin de explicar las diferencias de rentabilidad entre las dos regiones. Si se adopta la misma tecnología en las dos regiones, se espera que los precios de la tierra compensen la diferencia en rentabilidad, debida a los diferentes precios de insumos-producción. Las regiones que están más alejadas del mercado y por tanto, con precios menos favorables, tendrán un menor retorno sobre el capital, cuando no se incluye el valor de la tierra en la cantidad inicial de inversión. Esto explica las diferencias en retornos entre la Región A y la Región B, como se observa en el Cuadro 58. Cuando se comparan los sistemas normales de destete (3 y 7) con los sistemas de destete precoz (5 y 9), las diferencias regionales en el retorno son mayores en el caso de los sistemas que incorporan destete precoz. Esto indica lo

Cuadro 61. **Tasas porcentuales de retorno sobre el capital propio del productor en sistemas alternativos que reciben crédito bajo condiciones subsidiadas.**

Sistema	Financiamiento porcentual de la inversión inicial				
	0	20	40	60	80
2	8,1	(n.d.)[1]	(n.d.)	(n.d.)	(n.d.)
3	10,0	10,8	(12,8)	(15,1)	(18,8)
7	5,0	5,6	6,3	7,2	(8,8)
7'[2]	7,1	7,9	8,9	10,2	(12,0)
11	8,5	9,6	11,0	13,1	(16,8)

[1] Las cifras entre paréntesis representan casos improbables incluidos solo como ilustración; n.d. = no disponible.
[2] 7' = se asume un 50% de reducción en costos de establecimiento.

obvio: una tecnología que utiliza mayor cantidad de insumos tiene menores probabilidades de adopción, en regiones más alejadas del mercado que en regiones más próximas al mercado. A fin de lograr una adopción amplia, es preferible que una tecnología dada minimice el uso de insumos no sólo en términos de valor, sino también en términos de volumen.

En el Cuadro 62 se muestra la forma como una tecnología que economiza el uso de la tierra, afecta el retorno total al propio capital del productor (incluyendo el valor de la tierra). Se asumió que el precio real de la tierra aumentó a una tasa anual del 2 por ciento. El área bajo la línea en dicho cuadro representa las situaciones en las cuales el Sistema 11 (*B. decumbens* más minerales) es preferible al Sistema 3 (pradera nativa más minerales) para lo cual se usan como criterio los retornos totales sobre el capital. Esto explica en parte el por qué una tecnología que economiza en cuanto al uso de la tierra (praderas con una alta capacidad de carga) aún bajo condiciones ecológicas similares, es adoptada preferentemente en áreas más próximas al mercado, las cuales poseen un valor más alto de la tierra.

Sistemas de engorde

Con base en resultados experimentales obtenidos en cuatro años de investigación registrados por la Sección de Utilización de Pastos, se simuló una finca de engorde, con una extensión de 1000 hectáreas y situada en la Región A de los Llanos Orientales de Colombia. Como en los casos anteriores, el análisis económico se hizo con datos correspondientes a un período de 25 años. Se utilizaron los precios de 1976, los cuales se consideraron constantes durante ese año y representaban valores reales. Se utilizó el flujo de ingreso neto para calcular la tasa interna de retorno mediante el método de flujo efectivo descontado.

Se evaluaron cuatro sistemas de engorde: a) pastoreo de *M. minutiflora* durante 270 días, con una capacidad de carga de 0,44 U.A./ha; b) igual que el anterior, pero con una capacidad de carga de 0,88 U.A./ha; c) pastoreo en *B. decumbens* durante un período similar, fertilización con 200 kilogramos de escoria Thomas cada dos años, a una capacidad de carga de 1,3 U.A./ha; y d) igual que el anterior, pero con una capacidad de carga de 1,7 U.A./ha. Los resultados se presentan en el Cuadro 63.

Usando como criterio el retorno sobre el capital (excluyendo el valor de la tierra) aunque el Sistema B rinde mayor producción por hectárea, es menos rentable que el

Cuadro 62. **Tasas porcentuales de retorno[1] del Sistema 11: análisis de sensibilidad con respecto al valor de la tierra y financiamiento porcentual de la inversión inicial[2] bajo condiciones subsidiadas.**

Valor de la tierra		Financiamiento porcentual de la inversión inicial				
$Col/ha	$US/ha	0	20	40	60	80
0	0	8,5	9,6	11,0	13,1	16,8
500	14	6,5	7,0	7,0	8,5	9,5
000	28	5,4	5,8	6,2	6,7	7,2
1500	42	4,8	5,1	5,3	5,7	6,0
2000	56	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2

[1] Tasas de retorno sobre el capital propio del productor y sobre la inversión total incluyendo el valor de la tierra.
[2] Financiamiento de la inversión inicial excluyendo el valor de la tierra.

Cuadro 63. **Tasas de retorno de acabado del ganado en praderas mejoradas.**

Sistema	Pradera	Capacidad de carga (U.A./ha)	Producción (kg/270 días)		Tasa de retorno (%)
			Por cabeza	Por ha	
A	*M. minutiflora*	0,44	114	50	7,2
B	*M. minutiflora*	0,88	76	67	4,8
C	*B. decumbens*	1,30	103	134	12,1
D	*B. decumbens*	1,70	80	136	8,0

Sistema A el cual tiene una capacidad de carga menor. Sólo en áreas con precios altos para la tierra, el Sistema B resultaría más rentable que el Sistema A.

El Sistema C es significativamente más rentable que los otros sistemas. Este resultado tiende a confirmar los resultados obtenidos en la simulación del Sistema H con el hato de cría pastando en *Brachiaria*.

Se incluye el Cuadro 64 para ilustrar el tipo de resultados económicos que se podría esperar de diferentes praderas que necesiten diferentes niveles de insumos con distintas frecuencias.

Cada valor en el cuadro representa una especie forrajera diferente la cual requiere la aplicación de una cantidad dada de fertilizante (el cual vale la suma indicada en la columna vertical respectiva), con una frecuencia dada (como se indica en la columna horizontal), a fin de rendir el mismo nivel de producción por hectárea, con la misma capacidad de carga del Sistema C (Cuadro 63). En la región de Carimagua y a los precios de 1976, las cantidades indicadas en el Cuadro 63 comprarían los volúmenes de nitrógeno o de P_2O_5 que se indican a continuación:

Kg de	En forma de	US $28	US $42	US $56
N	Urea	50	75	100
P_2O_5	Escorias Thomas	67	101	135
P_2O_5	Superfosfato triple	39	58	78

Cuadro 64. **Tasas porcentuales del retorno sobre inversión[1] de sistemas de engorde simulados con capacidad de carga y comportamiento animal idénticos, con distintas frecuencias de aplicación de insumos.**

Aplicación de insumos cada:	Valor de los insumos			
	0	28	42	56
año	12,1	4,6	1,0	[2]
2 años	12,1	8,5	6,7	5,0
3 años	12,1	10,2	8,7	7,6
4 años	12,1	10,4	9,7	8,9

[1] Sin incluir el valor de la tierra.
[2] Retorno negativo

Siendo otros factores iguales, las praderas que necesitan fertilización frecuente (aún con bajos niveles), son notablemente menos rentables que las que necesitan sólo tasas bajas durante el establecimiento. Las praderas que necesitan la misma fertilización, con una frecuencia mayor, son apreciablemente menos rentables. A fin de compensar tales diferencias en los retornos, se requiere una respuesta animal alta a la fertilización de la pradera.

En consecuencia, parece lógico que, en el caso de la región de Carimagua, las praderas que necesitan fertilización frecuente se transformen en alternativas económicas únicamente en el caso de

pastoreo estratégico solamente con aquellos animales que poseen una capacidad de respuesta bastante grande.

Alternativamente, para los sistemas de pastoreo de la totalidad del hato, en especies forrajeras mejoradas (fincas de engorde o pastoreo del hato de cría completo), los resultados antes mencionados indican claramente la conveniencia de seleccionar especies y variedades basadas en criterios de insumos mínimos y máxima capacidad de carga, lo cual reafirma la necesidad de buscar praderas basadas en el establecimiento de leguminosas.

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FIEBRE AFTOSA

Durante 1977, el estudio sobre el control de la fiebre aftosa se completó con el análisis de sensibilidad de la vacunación y el estudio de la estrategia de erradicación.

Los análisis de sensibilidad se efectuaron, tanto en la estrategia de vacunación óptima privada como en la social, con relación a los principales parámetros del modelo; los resultados se observaron en el Cuadro 65. Los primeros 12 casos correspondieron a cambios en una de las variables en cada ocasión. El nivel óptimo privado fluctúa entre 60 y 80 por ciento de cubrimiento de la vacunación y el óptimo social varía entre 70 y 90 por ciento.

La brecha entre los óptimos privado y el social se presenta en todos los casos y aumenta con una menor eficiencia de la vacuna, como se observa en el Cuadro 65.

Cuadro 65. **Resumen de los resultados del análisis de sensibilidad de las estrategias de vacunación para la fiebre aftosa, en un área endémica.**

Caso No.	Variables modificadas	Cambio asumido	Estrategia óptima	
			Privada	Social
1	Probabilidades de brote	20% menor	60	80
2	Igual a 1	20% mayor	80	90
3	Tasas de mortalidad	20% mayor	70	90
4	Igual a 3	20% menor	70	90
5	Tasas de ataque	20% menor	60	80
6	Igual a 5	20% mayor	80	90
7	Eficacia de la vacuna	De 85% hasta 60%	60	90
8	Pérdidas de peso por fiebre aftosa	20% mayor	70	90
9	Igual a 8	20% menor	70	80
10	Pérdida de leche por fiebre aftosa	20% mayor	70	90
11	Igual a 10	20% menor	70	90
12	Costos de vacunación	100% mayor	60	70
13	Combinación de los Nos. 1, 5 y 7		60	70
14	Igual a 13 más costos de vacunación	20% mayor	50	80
15	Igual a 13 más costos de vacunación	50% mayor	0	70

En el caso 13, se consideraron probabilidades de incidencia y de tasas de ataque 20 por ciento menores, además de una eficiencia menor de la vacuna. Los resultados indican que, aún en el caso de una posible sobreestimación de estos parámetros, los niveles óptimos privado y social de vacunación serían sólo 10 por ciento menores, lo cual indica una estabilidad en los resultados. Por otra parte, si además se subestimaron los costos de vacunación, la solución óptima privada cambia drásticamente (Casos 14 y 15).

La estrategia de erradicación se definió como una secuencia de vacunación masiva, durante un período de cuatro años, seguida por dos años de vacunación combinada con sacrificio. También, a fin de asegurar un estado continuo de ausencia de enfermedad en la región, se consideró una supervisión epidemiológica permanente como componente esencial de esta estrategia.

El raciocinio para esta secuencia es el de que, después de cuatro años de vacunación, se podrá determinar el efecto total de esta actividad; posteriormente, todos los animales que se enfermen y también aquellos con los que estén en contacto serán sacrificados; al mismo tiempo, la vacunación preventiva continuará. Se espera que, después de dos años de sacrificar los animales enfermos, terminarán los brotes de esta enfermedad así como las actividades de vacunación y sacrificio. Sin embargo, la eficiente vigilancia epidemiológica continuará indefinidamente para evitar nuevos y extensos episodios de la enfermedad.

Los beneficios de la erradicación son dos:

1) Eliminación de las pérdidas económicas causadas por la enfermedad y
2) Aumento en captación de divisas extranjeras adicionales, debido a las diferencias de precios que favorecen a las áreas (o países) sin fiebre aftosa, si se gana acceso a los mercados en los países libres de la enfermedad.

Se estimó un aumento del 30 por ciento en los precios de exportación de ganado de carne para Colombia, basado en el precio FOB , a largo plazo, pagado por EE.UU. a Costa Rica, país centroamericano que exporta una calidad similar de ganado de carne. Este segundo beneficio constituye un nuevo tipo de percepción externa que sólo podrá ser capturado por un productor (o exportador) si todas las fincas llevan a cabo la estrategia en forma simultánea. Por lo tanto, se consideraron dos casos diferentes: el uno con y el otro sin acceso al mercado de los países sin fiebre aftosa. Se consideraron cubrimientos alternativos de vacunación de 60, 70, 80 y 90 por ciento, como parte del programa de erradicación. Como se observa en el Cuadro 66, el nivel óptimo de vacunación, para un programa de erradicación es del 90 por ciento.

Los beneficios netos del cambio hacia la erradicación se compararon con los beneficios de la continuación de la vacunación con un cubrimiento del 90 por ciento, en forma indefinida (lo cual fue

Cuadro 66. **Beneficios sociales netos actuales representados por el cambio hacia la erradicación *versus* la continuación de la vacunación, con relación al nivel de vacunación inicial[1] (expresados en millones de pesos colombianos, a precios de 1975).**

	Nivel de vacunación (% de cobertura)			
Estrategia	60	70	80	90
Vacunación continua	2.545	3.063	3.124	3.126
Erradicación[2]	-11.425	582	3.857	6.368

[1] Los beneficios netos se descuentan hasta el 5o , cuando surge la alternativa del cambio hacia la erradicación, con una tasa de descuento del 10 por ciento

[2] Este es el caso A de acceso al mercado "sin fiebre aftosa". Los valores indican el valor neto actual de los beneficios a partir del año 5o , si la primera fase consiste en la cobertura de vacunación que se observa en la columna correspondiente, parte superior

considerado en el Informe Anual del CIAT, 1976, como la estrategia óptima de vacunación social). Al examinar el Cuadro 66 se observa que, si se concede a la región una condición de "libre-de-enfermedad" por parte de las naciones importadoras, resulta preferible la erradicación de la fiebre aftosa. Cuando no hay garantías de lograr acceso al mercado de países libres de la enfermedad -una vez terminado el ciclo de sacrificio y lograda la erradicación al actual costo de oportunidad de capital del 10 por ciento- la óptima estrategia social de control es todavía del 90 por ciento de cubrimiento de vacunación en la región. Este resultado tendría aún mayor significado para mayores costos de oportunidad de capital. En este último caso, sólo en una situación de abundancia de capital y de costos de oportunidad menores del 5 por ciento, sería la erradicación la estrategia óptima.

En 1977, se llevó a cabo un proyecto cooperativo con ICA para obtener información de campo directa, en la región de Urabá, Antioquia (Costa Norte de Colombia), a fin de validar los resultados de simulación descritos anteriormente. Este proyecto cooperativo tuvo financiación parcial de la Fundación Ford. Se hizo, durante un año, una encuesta en todas las fincas que presentaron brotes de fiebre aftosa. El grupo comprendió 49 fincas de ganado, lo cual equivale al 1,24 por ciento de todas las fincas del área, durante una época en la cual se logró un cubrimiento de vacunación del 90 por ciento en la región. Se obtuvieron datos para parámetros epidemiológicos, pérdidas físicas y costos de vacunación. La información obtenida de la encuesta, más la información proveniente del programa ICA-USDA encargado de la campaña de vacunación contra fiebre aftosa en el área, proporcionó los siguientes resultados:

1) La probabilidad de un brote anual, con cubrimiento del 90 por ciento, fue considerablemente menor que lo esperado. Sin embargo, los datos obtenidos corresponden sólo a los brotes registrados. Se sospecha que, a altos niveles de vacunación, muchos brotes de la enfermedad son tan leves que pasan desapercibidos. Se utilizo esta información para recalcular la incidencia de la enfermedad para todos los niveles de cubrimiento de la vacunación.

2) Las tasas de ataque que se observaron fueron mayores que las esperadas a altos niveles de vacunación, pero estas tasas pueden ser explicadas por el hecho de que el cubrimiento del 90 por ciento en el área había estado en efecto solamente por un año. Por lo tanto, los parámetros correspondientes en el modelo semi-Markov no fueron alterados en los nuevos cálculos.

3) Los agricultores informaron sobre pérdidas de peso de sólo 15 kg/animal para novillos mayores de dos años, en comparación con las pérdidas promedio de 35 kg animal, observadas en las areas con bajos niveles de vacunación. Por lo tanto, se han obtenido nuevos estimados con pérdidas físicas expresadas como una función continuamente decreciente del cubrimiento de vacunación regional.

4) Finalmente, aunque el costo

Cuadro 67. **Valor neto actual de los beneficios sociales esperados del cambio hacia la erradicación *versus* la continuación de la vacunación[1] (expresado en millones de pesos colombianos, a precios de 1975).**

	Tasa de descuento social (%)		
Estrategia de control	5	10	15
Vacunacion (90% de cubrimiento)	6.252	3.126	2.084
Erradicacion			
Caso A[2]	16.206	6.368	3.289
Caso B[3]	6.316	2.241	966

[1] Los beneficios netos se descuentan hasta el año 5o. cuando surge la alternativa del cambio hacia la erradicación o la continuación de la vacunación.

[2] Este caso supone acceso a mercados donde no hay fiebre aftosa. Los resultados se basan en cálculos estimados, asumiendo una elasticidad de precios de oferta igual a cero.

[3] Este caso supone acceso a mercados donde no hay fiebre aftosa.

Cuadro 68. **Costos y beneficios sociales anuales de la vacunación contra la fiebre aftosa en la región de Urabá, Colombia[1] (expresado en millones de pesos colombianos, a precios de 1976).**

Cubrimiento regional de la vacunación (%)	Pérdidas económicas	Beneficios brutos	Costos de vacunación[2]	Beneficios netos
0	44,2	0	0	0
10	36,8	7,5	1,8	5,7
20	30,4	13,9	3,6	10,3
30	25,5	18,7	5,3	13,4
40	19,9	24,3	7,1	17,2
50	13,7	30,5	8,9	21,6
60	7,3	36,9	10,6	26,2
70	3,9	40,3	12,4	27,9
80	1,6	42,6	14,2	28,4
90	0,7	43,5	16,0	27,5
100	0,6	43,6	17,7	25,9

[1] Cálculos basados en un hato regional estabilizado de 295,800 cabezas.

[2] Costo unitario anual de $60 por cabeza vacunada

privado de vacunación por cabeza fue muy similar a los estimados previos, el costo público en el área resultó mucho mayor. Durante el año, el costo público anual promedio por cabeza vacunada fue de $40,50 (pesos colombianos), lo cual dio un costo unitario total por cabeza de $60,00 a los precios de 1976.

En el Cuadro 68 se presentan los costos y beneficios bajo todas las intensidades de vacunación estimadas para la región de Urabá. A pesar de los mayores costos de vacunación y menores posibilidades de aparición de brotes el cubrimiento óptimo de vacunación, desde el punto de vista social, es de 80 por ciento en comparación con el 90 por ciento proyectado previamente. Esta cifra queda dentro del rango de resultados previstos por el análisis de sensibilidad descrito anteriormente.

Se está completando una comparación entre la categoría de vacunación que se lleva a cabo actualmente en Urabá y otros programas alternativos de control. Esta aparecerá en un informe adicional.

En 1977 se dio por terminado el estudio de los aspectos económicos de Salud Animal, a través del caso de la fiebre aftosa en el norte de Colombia. La metodología desarrollada en el CIAT se transfirió al ICA, la institución nacional a cargo del control de enfermedades en el campo agropecuario.

ADIESTRAMIENTO Y ENSAYOS REGIONALES

A mediados de 1977, llegó un científico para coordinar las actividades de transferencia de tecnología del Programa, las cuales incluyen adiestramiento, ensayos regionales y conferencias. El establecimiento de esta unidad implementó la política de integración del desarrollo y la transferencia de tecnología dentro del

Programa de Ganado de Carne. Como sucedió con otras secciones, se dedicó gran parte del tiempo disponible al desarrollo de una estrategia para programar las actividades de acción.

ESTRATEGIA

Los objetivos de la sección son: 1) Desarrollar y fortalecer una red de científicos que trabajen en investigación y producción de forrajes para validar, adoptar y transferir la nueva tecnología desarrollada por el Programa de Ganado de Carne y otras instituciones al área de impacto. 2) Establecer vínculos de cooperación con las instituciones nacionales para todas las actividades del Programa, especialmente en lo que respecta a los ensayos regionales. De esta manera, las funciones principales de adiestramiento y ensayos regionales adquieren solución de continuidad. A las actividades de adiestramiento seguirán los ensayos regionales, en cooperación con el personal científico del CIAT a fin de asegurar la interacción y garantizar la "retrocomunicación" con el programa de investigación. En la Figura 65 se ilustra esta estrategia.

ADIESTRAMIENTO

En 1977, un grupo de 31 posgraduados

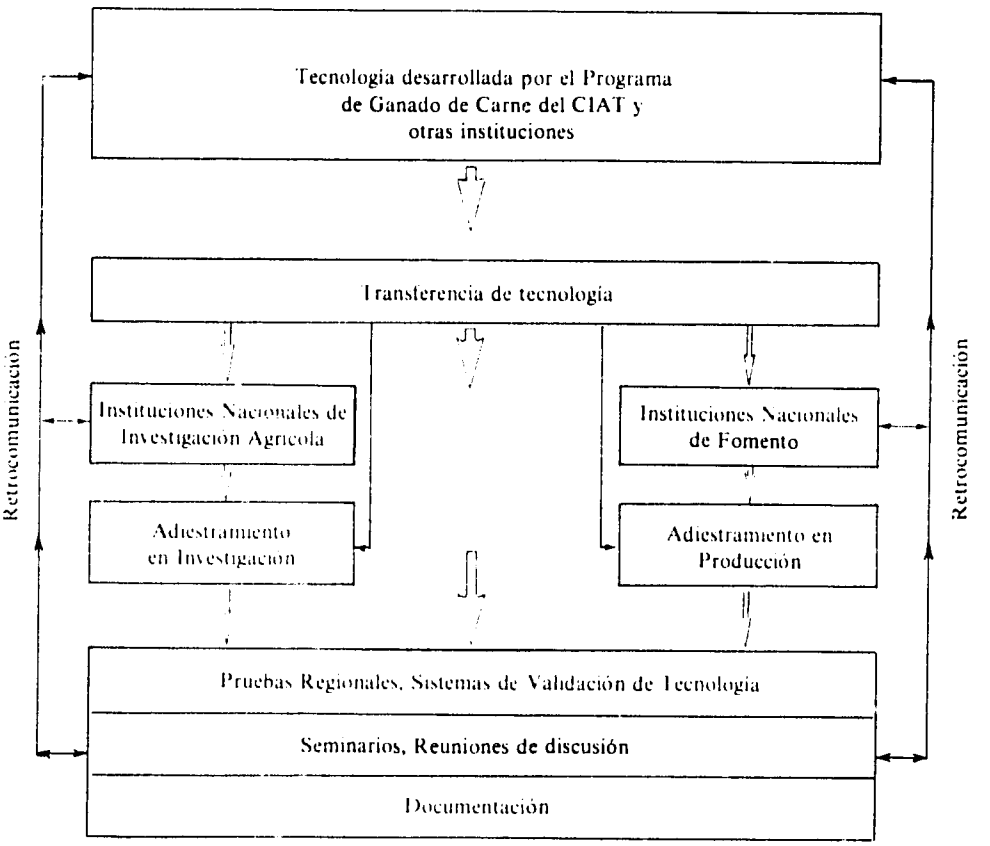


Figura 65. **Integración de la investigación, la transferencia de tecnología y el adiestramiento en el Programa de Ganado de Carne del CIAT.**

internos recibió adiestramiento individual en pastos y forrajes, manejo animal y salud animal. Estos posgraduados fueron seleccionados de instituciones nacionales en América Latina para brindarles un adiestramiento avanzado y prepararles para asumir responsabilidades de investigación en sus países de origen.

Seis asociados visitantes de investigación están llevando a cabo sus proyectos de estudio dentro de las diferentes disciplinas del Programa de Ganado de Carne, en colaboración con las universidades en las cuales han completado sus requisitos académicos. Estos asociados están haciendo en CIAT sus investigaciones para preparar sus tesis de grado y luego presentarlas en sus respectivas universidades.

El Quinto Programa de Entrenamiento de Especialistas en Producción de Ganado, comenzó en enero de 1977 para un grupo de 19 participantes, 13 de Guatemala, 1 de Honduras, 1 de Panamá, 1 de Colombia y 2 de Bolivia. Los participantes permanecieron tres meses en el CIAT (fase teórica) después de los cuales viajaron a Guatemala (16 de ellos) para recibir adiestramiento en varias fincas, durante siete meses, bajo la supervisión de dos asistentes de adiestramiento del CIAT. El Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA) financió el programa de adiestramiento en Guatemala.

Durante la fase de adiestramiento en la finca ganadera, se puso énfasis en el establecimiento y manejo de especies forrajeras mejoradas, ya que los problemas más críticos relacionados con el desarrollo de la industria del ganado local estaban asociados con la falta de nutrición adecuada durante la época seca. Esta nutrición deficiente se debió a: falta de forraje de buena calidad; poca persistencia de las especies forrajeras mejoradas bajo condiciones de pastoreo y fuerte competencia de las malezas durante el establecimiento de las praderas. Entre las alternativas consideradas figuran: el establecimiento de especies de gramíneas con capacidad para competir adecuadamente con las malezas; manejo más efectivo del pastoreo; control de las malezas y utilización de la caña de azúcar y de las gramíneas de corte para suplementar forraje verde durante la época seca.

ENSAYOS REGIONALES

Se han identificado ocho países prioritarios —Brasil, Colombia, Venezuela, Perú Panamá, Bolivia, Nicaragua y Ecuador— dentro del área de impacto del Programa, con la posibilidad de incluir a Honduras, Paraguay, Trinidad, Guyana, Guayana Francesa y Surinam, y algunas islas del Caribe. Esta selección se basó en la extensión relativa de territorio cubierto con suelos ácidos, de baja fertilidad (Oxisoles y Ultisoles) y en la importancia relativa de la industria de ganado de carne, en relación con los proyectos nacionales de desarrollo agrícola.

En 1977, se visitaron los ocho países anteriormente mencionados con los objetivos siguientes: 1) Conocer las condiciones de producción de forrajes con relación al desarrollo de la industria ganadera; 2) Establecer contactos, para una colaboración futura, con instituciones nacionales que trabajen en investigación y en desarrollo de la industria de ganado de carne, especialmente, para establecer ensayos regionales a fin de evaluar la adaptación y la productividad del germoplasma de especies forrajeras que ha desarrollado por Programa; 3) Evaluar las necesidades de adiestramiento de las instituciones nacionales y las posibilidades de participación en adiestramiento en el CIAT.

Los primeros ensayos regionales, establecidos, en cooperación con instituciones nacionales, se han diseñado para evaluar la adaptación y productividad del germoplasma promisorio. En el Cuadro

Cuadro 69. Localidades en América del Sur seleccionadas para el establecimiento de ensayos regionales sobre forrajes del Programa de Ganado de Carne del CIAT.

País	Institución	Localidad
Brasil	1 Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC)	Brasilia, D.F.
	2 Empresa Goiania de Pesquisa Agropecuaria (EMGOPA)	Goiânia, Goiás
	3 Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC)	Campo Grande, Mato Grosso do Sul
	4 Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Umido (CPATU)	Belém, Pará
	5 CPATU-UEPAE[1]	Manaus, Amazonas
Perú	6 Centro Regional de Investigación III Ministerio de Alimentación. Proyecto Cooperhoita	Tarapoto
	7 Universidad Estatal Carolina del Norte. Ministerio de Alimentación	Yurimaguas
Bolivia	8 Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical. Misión Británica	San Ignacio
Ecuador	9 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)	Santo Domingo
	10 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)	Coca

[1] UEPAE = Unidad Especial de Pesquisa de Ambito Estadual

69 se incluyen listas de los lugares en donde se iniciarán estos ensayos, durante la actual época lluviosa en el hemisferio sur.

Se están desarrollando planes para incluir otros países del área de impacto, comenzando con la próxima estación lluviosa en el hemisferio norte, en mayo de 1978.

CONFERENCIAS

Se planeó y organizó una Reunión de Trabajo sobre "Colección, preservación y evaluación de recursos de germoplasma de leguminosas tropicales", en colaboración con la Universidad de Florida (EE.UU.) y patrocinado por la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los Estados Unidos (USAID); esta reunión se llevará a cabo en el CIAT en abril de 1978, con los siguientes objetivos: 1) Desarrollar procedimientos para la recolección, preservación y evaluación de leguminosas tropicales que puedan tener un potential agrícola; 2) Preparar un manual que proporcione guías para establecer un

sistema coordinado de recolección, clasificación, preservación, distribución y evaluación de germoplasma de leguminosas forrajeras tropicales.

El CIAT organizó también un Seminario sobre "Producción y utilización de forrajes en suelos ácidos e infértiles de los trópicos; a efectuarse en 1978, después de la mencionada Reunión de Trabajo. El Seminario tendrá como objetivos: 1) Revisar el estado del conocimiento sobre la producción, manejo y utilización de forrajes bajo condiciones de suelos ácidos y de baja fertilidad (Oxisoles y Ultisoles), en los trópicos de América Latina y en otras áreas afines del mundo; 2) Discutir las posibilidades de intercambio de información y tecnología entre el CIAT y las instituciones nacionales; 3) Establecer mecanismos cooperativos para transferir esta tecnología a los productores de ganado de carne.

PUBLICACIONES

Adegbola, A.A. y Paladines, O. 1977. Prediction of the digestibility of the D.M. of tropical pastures from their solubility in fungal cellulosa solutions. J. of Sci. Food Ag. 28:775-785.

Aycardi, F. y Morales, G. 1977. Un modelo epidemiológico para fiebre aftosa endémica en áreas tropicales. ACOVEZ 1(2):6-9.

Baldión, R., Lozano, J.C. y Grof, B. 1977. Evaluación de la resistencia de *Stylosanthes* spp. a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Fitopatología. 10. 104-108.

Ellis, M.A., Ferguson, J.E., Grof, B. y Sinclair, J.B. 1976. Transmission of *Colletotrichum gloeosporioides* and effect of sulfuric acid scarification on internally-borne fungi in seeds of *Stylosanthes* spp. Plant Disease Reporter. 60(10):844-846.

Faber, F. 1976. Supplementation and reproductive performance of beef heifers under various grazing management systems in the Eastern Plains of Colombia. M.S. Thesis. Agricultural University. Wageningen, Netherlands.

Hammond, L.L. 1977. Effectiveness of phosphate rocks in Colombian soils as measured by crop response and soil phosphorus levels. Ph.D. Thesis. Michigan State University, East Lansing.

Lebdosoekojo, S. 1977. Mineral supplementation of grazing beef cattle in Eastern Plains of Colombia. PhD. Thesis. University of Florida, Gainesville.

Morales, G. y Guzman, V.H. 1977. Mastocitomas cutaneos congenitos en una ternera Cebú: informe de un caso y revision de literatura. Patologia 15.23-32.

Paladines, O. 1977. Sistemas de alimentacion en América Latina. Documentos y Acuerdo Final de la Reunión de Trabajo sobre Composición de Alimentos y Sistemas de Alimentación Animal. IICA. Serie de Publicaciones Miscelaneas No. 174. San José, Costa Rica.

Raun, N.S. 1976. Beef cattle production practices in the lowland American tropics. World Animal Review 19: 18-23.

Rubinstein, E.M. 1977. The economics of foot-and-mouth disease control and its associated externalities. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, St. Paul.

Sanchez, P.A. 1977. Advances in the management of Oxisols and Ultisols in tropical South America. **In:** Proceedings. International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture. Society of the Science of Soil and Manure, Tokyo. pp.535-566.

Sánchez, P.A. 1977. Manejo de suelos tropicales en la Amazonia sudamericana. Suelos Ecuatoriales 8:1-11.

Schultze-Kraft, R. 1976. Suitability of *stylosanthes* species and ecotypes for pasture improvement in tropical savannas of South America with reference to the Colombian Llanos Orientales (In German). Dr. Agr. Thesis. Justus Liebig Universitat, Giessen, W. Germany.

Spain, J.M. 1977. Sistemas de manejo para los Ultisoles y Oxisoles de las sabanas tropicales. Memorias IV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Maturin, Venezuela. pp. 163-170.

Spain, J.M. 1977. Field studies on tolerance of plant species and cultivars to acid soil conditions in Colombia. **In:** M.J. Wright (ed.). Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Cornell University. Ithaca. N.Y. pp. 213-222.

Tergas, L.E. 1977. Importancia del azufre en la nutrición mineral de leguminosas forrajeras. Turrialba 27:63-69.

Programa de Fríjol

Con el ingreso al personal científico del Programa de Fríjol de un segundo fitomejorador, se dio mayor énfasis al desarrollo de variedades. En 1977 se inició la labor de realizar un gran número de cruzamientos nuevos y también, en este año, entraron al programa internacional de evaluación de rendimiento los primeros híbridos producidos por el CIAT, los cuales competirán con las accesiones e introducciones de germoplasma procedentes de varios programas nacionales.

Los resultados del primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol (IBYAN) señalaron una diferencia en rendimiento del 35 por ciento entre las cinco mejores accesiones suministradas por el CIAT y los cinco mejores materiales locales, en favor del primer grupo.

Las diferencias en rendimiento observadas en el primer IBYAN fueron iguales en el trópico como también en las zonas templadas. Estos viveros mostraron que en el germoplasma de *Phaseolus vulgaris* existe una amplia adaptación a diferentes condiciones ambientales. Este sistema de prueba de materiales genéticos dio mayor amplitud a la red cubierta por el programa en América Latina. En 1977, el IBYAN estuvo formado por dos juegos diferentes de materiales, según las preferencias locales por el color de la testa del grano, es decir, se formó un vivero de semilla negra y otro de semilla no negra, cada uno con 25 accesiones.

En los experimentos sobre fisiología de la planta de fríjol se estableció que las estructuras vegetativas grandes conducen a mayores rendimientos siempre y cuando haya resistencia al volcamiento. También, se considera que la resistencia al volcamiento es un mecanismo importante para evitar enfermedades.

En 1977, se incorporó también al programa un segundo fitopatólogo lo cual significó dar mayor énfasis a la inclusión de poblaciones segregantes en un juego de viveros de resistencia a enfermedades, como también a la selección de tales poblaciones a una amplia adaptación. Los estrechos lazos colaborativos establecidos con virólogos de programas nacionales en El Salvador, Guatemala, República Dominicana y Brasil permitieron identificar fuentes de germoplasma resistentes al virus del Mosaico Dorado del Fríjol. La primera evaluación hecha a nivel internacional de híbridos obtenidos entre progenitores tolerantes al mosaico dorado (híbridos que se produjeron en los programas nacionales de fitomejoramiento) presentó una segregación transgresiva y dio resultados promisorios en lo que respecta a una futura disminución de esta importante enfermedad viral en América Central y en Brasil.

Las fuentes de resistencia al añublo bacterial evaluadas en pruebas realizadas en Estados Unidos, fueron calificadas como susceptibles en ensayos realizados en

el CIAT, debido a falta de adaptación de estos materiales. A la vez, se identificó germoplasma adaptado, con tolerancia moderada al añublo bacterial.

Los aceites vegetales, aplicados en una dosis de sólo 5 mililitros por kilogramo de semilla de fríjol, fueron efectivos en el control de insectos que atacan el grano almacenado. Este método es seguro, barato y de fácil adaptación para su utilización en bodegas de almacenamiento.

Al igual que en años anteriores, el adiestramiento de científicos jóvenes interesados en el cultivo de fríjol fue parte importante de las actividades del Programa. Se llevó a cabo el segundo curso intensivo para científicos investigadores de fríjol; participaron en este curso 30 profesionales de América Latina. El programa también proporcionó adiestramiento a varios internos posgraduados y algunos profesionales cumplieron con sus requisitos de investigación para obtener sus títulos de maestría y de doctorado con proyectos de tesis realizados dentro del Programa. El total de profesionales que recibió adiestramiento en 1976 fue de 71.

FITOMEJORAMIENTO

En 1977, durante los períodos de lluvia, se sembraron en la sede del CIAT viveros básicos en relación con el desarrollo del Programa de Fríjol. En la estación seca intermedia, se sembró un vivero destinado a encontrar material con resistencia a *Empoasca,* para multiplicación de semilla. En cuatro localidades, fuera de la sede del CIAT en Palmira, se sembraron viveros en colaboración con otras disciplinas del programa y con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Se evaluaron familias seleccionadas en ensayos de rendimiento replicados y se sembraron viveros de observación, en varias localidades, para seleccionar progenies para su evaluación a nivel internacional, en 1978. Con el ingreso de un segundo fitomejorador al programa, a mediados de 1977, se dio mayor énfasis al mejoramiento por arquitectura de la planta, rendimiento y adaptación. Igualmente, la ampliación de las facilidades de invernadero permitió al programa alcanzar una capacidad de 1500 cruzamientos/año.

PROYECTOS BASICOS DE MEJORAMIENTO

Selección de progenitores e hibridación

En la planeación de cruzamientos se había hecho un cuidadoso estudio de los progenitores que consistentemente dieron una alta frecuencia de buenas progenies, la mayoría de las cuales fue evaluada por la Sección de Agronomía en ensayos de rendimiento. Para la hibridación, se dio prioridad a la identificación de mejores progenitores no negros (Cuadro 1). Con la mecanización de las operaciones de campo aumentó la oportunidad de obtener un mayor volumen de progenies híbridas y un mayor número de plantas segregantes por población y obtener segregantes no negros,

Cuadro 1. Frecuencias de cruzamientos entre y dentro de progenitores negros y no negros, para los períodos 1974-1976 y 1976-1977.

Período	Progenitores[1] Negros	Negros x No negros	No negros
1974-Nov. 1976	1111 (36%)	1712 (56%)	259 (8%)
Nov. 1976-Nov. 1977	152 (22%)	216 (31%)	336 (48%)

[1] No incluye los 402 cruzamientos de progenies

con factores de resistencia múltiple. Se ha descartado un gran número de progenitores y de progenies (especialmente, de materiales susceptibles al Problema X), con base en información más completa proporcionada por las disciplinas del Programa de Fríjol al sistema de información (SIFRI).

Manejo de progenies: selección en generaciones tempranas

El Programa de Mejoramiento Genético de Fríjol ha modificado el sistema anteriormente establecido de manejo de progenies (Informe Anual del CIAT, 1976). La modificación básica es la de que las disciplinas del Programa de Fríjol contribuyen al mejoramiento genético a través de la selección de progenies arbustivas seleccionadas (Figura 1).

Se inocularon campos establecidos con el virus del mosaico común del fríjol (BCMV) y con *Uromyces phaseoli* (agente causal de la roya), y se infestaron con *Empoasca* (Ver Figura 1, en la Sección de Fitopatología de Fríjol). También, se ha dado alta prioridad a la tolerancia a la mancha angular y al añublo bacterial. Se hicieron selecciones por resistencia múltiple a enfermedades e insectos, en un rango amplio de tipos agronómicos y de combinaciones del color de semilla. Se está dando más énfasis a la obtención de homogeneidad en tolerancia de campo a la roya y a la antracnosis y menos a la obtención de materiales homocigotos con resistencia específica. Al final de 1977 se iniciaron evaluaciones de progenie por resistencia a la antracnosis, la mancha angular y la pudrición radical.

Una combinación de progenitores bastante diferentes genéticamente produjo progenies de semilla roja, con un hábito de crecimiento razonablemente erecto e indeterminado, con resistencia al BCMV y a la roya, lo cual demostró el valor que tiene el cruzamiento masivo. La Sección de Fríjol Trepador del Programa recibió para su evaluación una serie de poblaciones y de selecciones provenientes de cruzamientos entre progenitores arbustivos promisorios x donadores trepadores.

Pruebas de progenie (Colombia)

Las familias relativamente homogéneas seleccionadas en la sede del CIAT o en Popayán, procedentes de los proyectos básicos de mejoramiento, de los cruces que buscan resistencia a enfermedades y a insectos, y de los que tratan de mejorar la arquitectura de la planta y el rendimiento, así como aquellos materiales procedentes de programas nacionales, entran a pruebas preliminares.

Estas pruebas incluyen ensayos replicados de rendimiento establecidos por la Sección de Agronomía del Programa; viveros de observación en varias localidades y diferentes ambientes; y selección de materiales hecha por las disciplinas del Programa buscando soluciones a los principales factores patológicos, entomológicos y edáficos que limitan la producción (Figura 1). Los datos sintetizados que suministra SIFRI se utilizan para seleccionar accesiones que luego entran a la evaluación internacional de progenies y para planificar futuros cruzamientos.

En 1977, se hicieron en cada estación lluviosa, ensayos de rendimiento con las selecciones de cruzamientos más tempranos realizados por el Programa, pero los resultados no fueron confiables debido a la persistencia, durante varios semestres, de la condición conocida como el Problema X.

Pruebas internacionales de progenie

Durante 1977, se distribuyó para su evaluación, a los programas nacionales, un total de 646 poblaciones F_2 y F_3 y 526 selecciones de generaciones tempranas y avanzadas. Todas las selecciones y la semilla de las poblaciones F_2 / F_3 que se

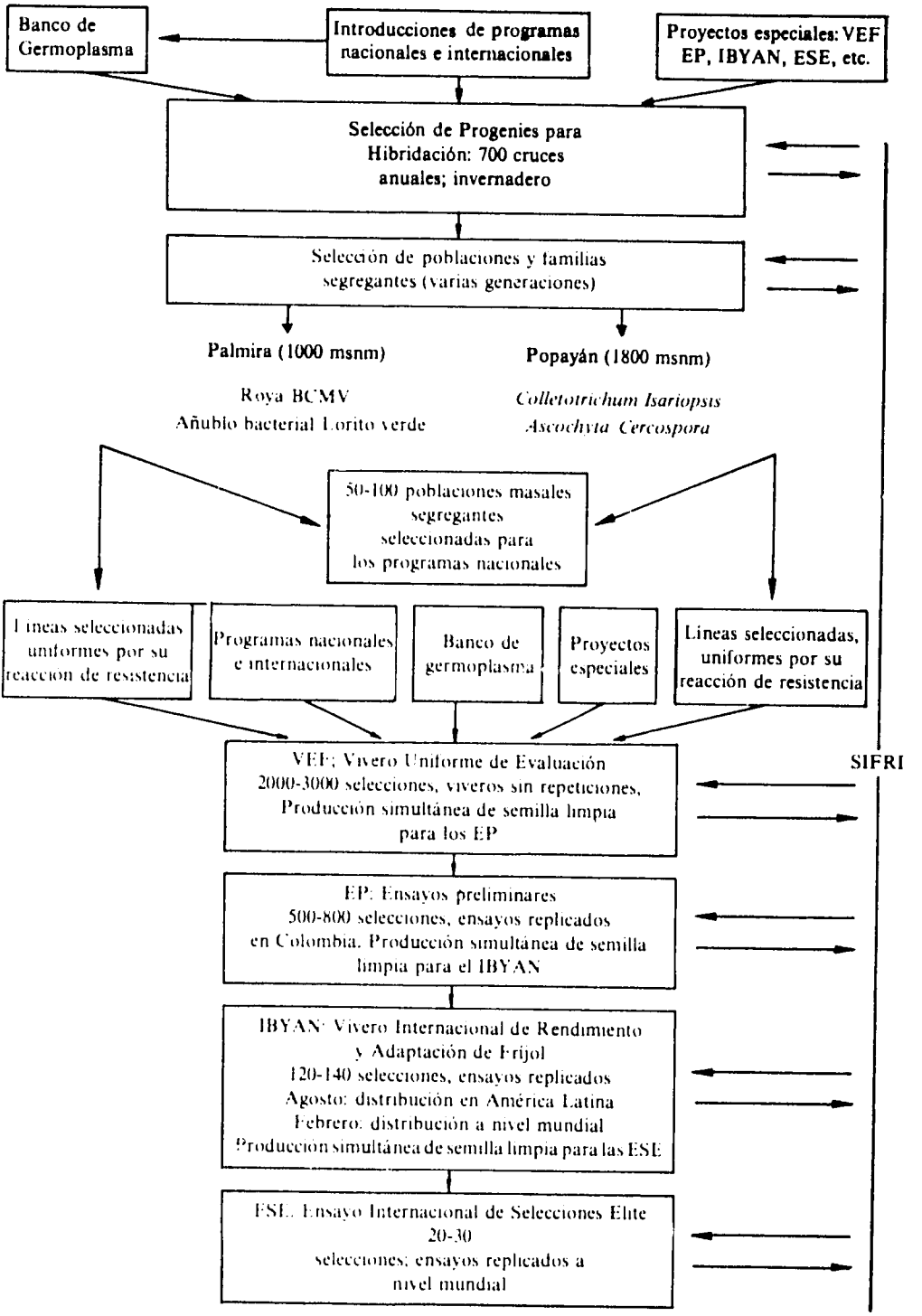


Figura 1. **Programa para el desarrollo y la evaluación simultánea y secuencial de germoplasma de fríjol.**

originan en el programa de mejoramiento genético, se acompañan con información del SIFRI relacionada con los progenitores y sus características claves.

PROYECTOS ESPECIALES

Tolerancia al Añublo Bacterial

Se evaluaron poblaciones segregantes y familias seleccionadas por su tolerancia al añublo bacterial, a fin de seleccionar progenitores para el primer ciclo del cruzamiento. En estudios de invernadero, los estimativos de heredabilidad, en el sentido estrecho de 0,68 y 0,27, se obtuvieron de la inoculación por corte de la hoja en progenies de los cruzamientos P566 x P698 y P712 x P684, respectivamente. Estos datos indicaron que la selección para los niveles de tolerancia, existentes en progenies de cruzamientos tolerantes x susceptibles adaptados al trópico, será más fácil que la selección para aumentar los niveles actuales de tolerancia.

Tolerancia al Virus del Mosaico Dorado del Fríjol

Las progenies de semilla negra obtenida de cruzamientos entre progenitores identificados por el vivero IBGMV de 1976, presentaron un buen comportamiento en América Central. Por consiguiente, se hicieron cruzamientos entre las mejores accesiones no negras en el vivero IBGMV de 1977 y se inició la selección recurrente y cruzamientos, con la colaboración de científicos en Guatemala, El Salvador, República Dominicana y Brasil.

Mejoramiento por Arquitectura, rendimiento y adaptación del fríjol (BAYAB)

La Sección de Fitomejoramiento de Fríjol del CIAT concentró inicialmente sus esfuerzos de mejoramiento del rendimiento del fríjol, a través del mejoramiento por resistencia a las principales enfermedades e insectos del fríjol en América Latina. También, se hicieron selecciones por caracteres morfoagronómicos, en las poblaciones segregantes, para mantener o mejorar los niveles actuales del rendimiento potencial.

Con el ingreso al personal científico de un segundo fitomejorador, se podrá dar mayor énfasis al mejoramiento de la arquitectura de la planta, a la resistencia al volcamiento, a la maximización de la adaptación a factores climáticos y edáficos y al aumento de la capacidad de rendimiento. Em las poblaciones F_2 (o equivalentes) se dio énfasis a la seleccion por caracteres de la arquitectura de la planta. Los criterios de selección que se tendrán en cuenta en las generaciones F_3 y F_4 serán el rendimiento de grano y la adaptación. Actualmente, se están buscando progenitores en las colecciones de germoplasma, introducciones, viveros de mejoramiento, etc.

También, se está determinando la importancia de otras características. Se estudió la filotaxia del sistema radical de 36 progenitores seleccionados con hábitos de crecimiento I, II y III a fin de entender la variación de características importantes en y entre hábitos de crecimiento y para determinar si existen caracteres del sistema radical asociados con la resistencia al volcamiento, a la sequía, al vigor temprano y a la estabilidad.

Se tomaron 10 semillas de cada una de las 36 líneas y se cultivaron en germinadores, durante siete días. Solo se constataron diferencias en y entre hábitos de crecimiento para el número total de raíces laterales de primer orden y longitud de la raíz primaria (Cuadro 2). Se están adelantando estudios cuantitativos de estos caracteres.

Se seleccionaron 14 líneas para su evaluación más detallada en arena. Los factores considerados incluyeron: número

Cuadro 2. **Valores promedio para cinco características de la raíz, en plántulas de líneas de fríjol arbustivo, de siete días de edad, cultivadas en un germinador.**

Hábito de crecimiento	No. de accesiones evaluadas	Días hasta la emergencia de la radícula	Días hasta la aparición de las raíces laterales de primer orden	No. de posiciones de las raíces laterales de primer orden	No. de raíces laterales de primer orden	Longitud de la raíz primaria (cm)
I	21	2	3	4	11,1	160,3
II	12	2	3	4	9,2	150,1
III	3	2	3	4	9,4	181,5
Promedio		2	3	4	9,9	164,0

de raíces laterales de primer orden; longitud de la raíz primaria; peso de las raíces y retoños; y relación retoños/raíces. Se cosecharon cinco plantas de cada genotipo, a los diez y 24 días después de la siembra. Las mayores diferencias se observaron en el número de raíces laterales de primer orden y en los pesos totales de las raíces y retoños del hábito de crecimiento I, en comparación con las líneas de los hábitos de crecimiento II y III; estas dos últimas presentaron patrones de crecimiento similares.

ESTUDIOS DE FITOMEJORAMIENTO

Precocidad

Se llevó a cabo un proyecto especial en el cual se hizo una serie de cruzamientos para producir material de madurez temprana a fin de obtener estimativos de heredabilidad/herencia para precocidad, en tres poblaciones F_3 adaptadas a las condiciones del trópico. Se seleccionaron 18 líneas F_4 de semilla negra, las cuales presentaban una combinación de precocidad y buena capacidad de rendimiento. Se determinó que el tiempo hasta la floración y el tiempo hasta la madurez fisiológica, son características altamente heredables (Cuadro 3). Los cruzamientos entre dos de los tres donadores demostraron que, para la precocidad, existe un solo gen dominante, sin efectos maternos (Figura 2), en tanto que la precocidad, en el tercer progenitor, fue controlada por dos o más genes, con evidencias de una dominancia parcial para la precocidad y efectos maternos. Los

Cuadro 3. **Herencia y heredabilidad de la precocidad, en tres fuentes de poblaciones F_3 adaptadas al trópico[1]**

Cruce	Pedigrí	Días hasta la Floración	Días hasta la Madurez	H_b Floración	H_b Madurez	H_b Floración	Aditividad[2] a una relación 3:1	Efectos maternos
18, 19	P569 x P721	30	60	0,80	0,87	0,77	No	Sí
16, 17	P739 x P721	32	70	0,73	0,70	0,72	Sí	No
20, 21	P780 x P721	30	55	0,72	0,80	0,60	Sí	No

[1] Los valores representan los promedios de los cruces recíprocos.
[2] Aditividad: [illegible] determinada en base a [illegible]
Heredabilidad en sentido estricto determinada en base a [illegible]
[3] [illegible] aditividad es dominante.

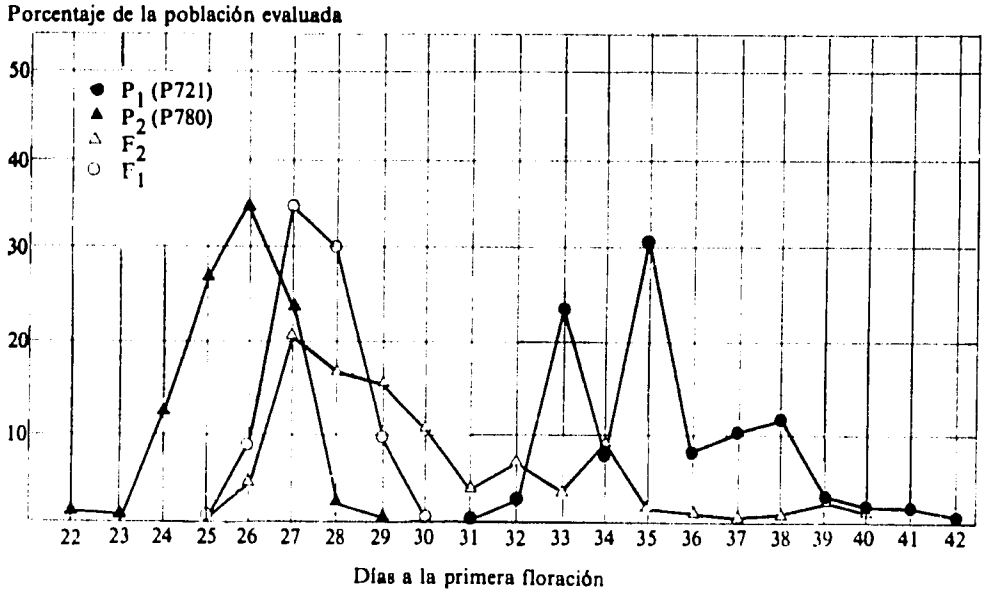


Figura 2. Distribución porcentual de la población de progenitores y las F_1 y F_2 del cruzamiento entre las líneas P721 y P780, según el tiempo hasta la apertura de la primera flor.

datos indican la posible existencia de genes modificadores en algunos cruzamientos. El coeficiente de variación genética fue alto en todos los cruzamientos, y el tiempo hasta la primera flor y hasta la madurez fisiológica, siempre presentó una alta correlación. En consecuencia, la selección por precocidad se puede hacer en la generación F_2 utilizando un método combinado de pedigrí y de selección masal. Se observó segregación transgresiva para el tiempo, hasta la madurez fisiológica.

Evaluación del diseño de panal

Se diseñó un experimento para evaluar la factibilidad de utilizar el diseño de panal para la selección por rendimiento, en generaciones tempranas. Se compararon 47 líneas puras de fríjol en dos series de bloques completos al azar y en diseños en panal, con 1,15 y 0,70 metros de distancia entre plantas. Se utilizaron todas las variedades, una vez y al azar, en cada una de las ocho replicaciones. (El análisis estadístico correspondiente se presenta en la Sección de Biometría.)

Los resultados (Cuadro 4) mostraron que no existe ventaja en la utilización del diseño en panal (en el cual el rendimiento promedio se expresó como porcentaje del hexágono circundante o del triángulo testigo), en comparación con el diseño en bloques completos al azar.

Capacidad competitiva *versus* rendimiento

Se iniciaron estudios de competencia para optimizar la efectividad de las metodologías de mejoramiento genético del fríjol, que el CIAT ha utilizado. Si los materiales con mayor potencial de rendimiento en cultivos puros son también los mejores en mezclas, se puede utilizar la selección masal por rendimiento; de lo contrario, sería necesario utilizar otro método en el cual las plantas se encuentren espaciadas.

Se evaluaron seis variedades de crecimiento determinado y seis de crecimiento indeterminado por su habilidad competitiva en ensayos separados. La distancia entre plantas fue

Cuadro 4. **Correlaciones entre los rendimientos promedio de 47 variedades (en grupo y separadas por hábitos de crecimiento) establecidas en bloques completos al azar (BCA) y los rendimientos promedio, modificados y no modificados, de los mismos materiales, con un diseño de panal simulado, con distancias entre plantas de 1,15 m y 0,70 m, con 8 repeticiones.**

	Distancia entre plantas (m)	Rendimiento promedio no modificados en Panal[1]	Rendimientos promedio corregidos (Triangulo)	Rendimientos promedio corregidos (Hexagono)
Rendimiento de 47 variedades en BCA	1,15	0,36*	0,36*	0,40*
	0,70	0,48**	0,43*	0,47**
Rendimiento de 23 variedades de crecimiento determinado en BCA	1,15	0,48*	0,53*	0,51*
	0,70	0,49*	0,37	0,53**
Rendimiento de 24 variedades de crecimiento indeterminado, en BCA	1,15	0,29	0,24	0,36
	0,70	0,52**	0,49**	0,47*

[1] Rendimientos de planta individuales en el diseño en panal modificados en términos del porcentaje de [illegible] de testigos [illegible] Figura 1) o del porcentaje del hexágono circundante equidistante formado por 5 variedades al azar y testigo.

* ** Correlaciones significativas a los niveles 0,05 y 0,01, respectivamente.

de 6,7 centímetros y entre hileras, de 0,6 metros, en un diseño de parcelas divididas con todas las combinaciones posibles de ij ($i \neq j$) como parcelas principales y dos cultivos puros y tres proporciones de i y j, como subparcelas. En el Cuadro 5 se presentan los valores promedio de los rendimientos en cultivos puros y en mezclas, en dos replicaciones y tres proporciones.

Las correlaciones entre el rendimiento de una variedad en cultivo puro y su rendimiento promedio en mezcla fueron de 0,94** para el material de crecimiento indeterminado y 0,83* para las variedades de crecimiento determinado si los valores del rendimiento del cultivo puro (la mezcla de una variedad con ella misma) no se incluyeron entre los valores utilizados para calcular los promedios de las mezclas. El ordenamiento de las cifras correspondientes a rendimiento, para las mezclas y para las líneas puras, fue idéntico para las variedades con crecimiento indeterminado (si no se toma en cuenta a P246, la cual fue severamente infectada con BCMV). Aunque el ordenamiento para datos de rendimiento no fue igual para las mezclas y para los cultivos puros, entre las variedades con crecimiento determinado, las tres variedades superiores y las tres inferiores conservaron el mismo orden.

Las correlaciones entre los rendimientos en mezclas y los rendimientos promedio de los materiales asociados cultivados con cada competidor fueron de -0,675 (n.s.) para las variedades indeterminadas y de -0,420 (n.s.) para las variedades determinadas. Sin embargo, al excluir del análisis de los materiales indeterminados a la variedad P246, como también a la variedad aberrante (la cual creció normalmente pero casi no produjo semilla, debido al Problema X) del análisis de las variedades determinadas, las correlaciones entre los rendimientos en mezcla y los rendimientos de los materiales asociados fueron de -0,884* y -0,973** para los tipos indeterminados y determinados, respectivamente.

Cuadro 5. **Matrices de rendimientos de 6 variedades determinadas y 6 indeterminadas, en mezclas, con base en los promedios de 2 repeticiones y 3 proporciones (1:3, 1:1 y 3:1), en las parcelas con mezclas de semilla y en los promedios de más de 10 parcelas individuales para las líneas puras[1].**

Variedades determinadas	Variedades asociadas						Promedio varietal
	P89	P560	P623	P635	P637	P788	
P 89	562,1	265,7	461,8	546,2	342,8	632,7	468,5
P560	482,1[2]	623,4	515,5	862,0	625,3	955,7	677,3
P623	**255,1**	110,4	205,9	297,4	107,8	232,6	201,5
P635	730,7	501,7	542,0	628,0	421,2	577,6	566,8
P637	958,4	650,9	721,1	731,5	649,6	1000,7	785,[illegible]
P788	567,0	268,3	480,4	475,8	360,2	588,5	456,7
Promedio de las asociaciones	592,6	403,4	487,8	590,1	417,8	664,6	

Variedades indeterminadas	Variedades asociadas						Promedio varietal
	P246	P498	P524	P566	**P643**	P698	
P246	201,6	225,8	149,9	160,6	194,9	147,0	180,0
P498	198,4	442,2	279,8	382,3	243,3	515,8	343,6
P524	599,3	683,0	613,1	597,0	6[illegible]9,3	1099,2	701,8
P566	780,9	722,2	619,5	665,5	681,0	1018,5	747,9
P643	493,4	476,3	508,5	545,9	479,0	865,6	563,3
P698	175,6	138,5	58,4	76,2	128,1	306,2	147,2
Promedio de las asociaciones	408,2	448,0	371,5	404,6	389,4	662,1	

[1] Todos los valores están ajustados a tamaños 50 plantas. Para las líneas puras, los promedios se obtuvieron en todo 500 plantas; para las mezclas de 750 plantas.
[2] Este valor (482,1) es el rendimiento promedio de P560 al cultivarlo en mezcla con P89.

Este experimento indica claramente que los tipos arbustivos, con mejor capacidad de rendimiento en cultivos puros, son los mejores competidores en mezcla, bajo condiciones de alta densidad de población. Estos resultados sugieren que la selección masal puede ser el método más efectivo para el mejoramiento del rendimiento. Los resultados se están reevaluando en poblaciones híbridas segregantes, obtenidas de cruzamientos entre progenitores con arquitecturas de las plantas que sean contrastantes.

ENFERMEDADES VIRALES

Virus del Mosaico Común del Fríjol (BCMV)

Evaluación de cepas. En la variedad susceptible Bountiful, se multiplicaron varios aislamientos de BCMV obtenidos de semillas infectadas procedentes de diversas variedades existentes en el banco de germoplasma del CIAT, originarias de países latinoamericanos y de Estados Unidos. A los 15 - 21 días después de la inoculación, el virus aislado de Bountiful se inoculó en una serie de variedades diferenciales, desarrolladas por Drijthout en Holanda y Silbernagel en Estados Unidos.

La cepa encontrada con mayor frecuencia fue BCMV-1 (NL-1, Westlandia o cepa tipo) (60%), seguida por BCMV-3 (NL-6, Florida, Western, Idaho, B, o Colana); BCMV-4 (NL-8); BCMV-2 (NL-7); BCMV-5 (NL-2, New York 15, o Imuna). Las cepas BCMV-6 y 7 no fueron encontradas.

Epifitotia de BCMV. En Junio, Julio y Agosto se presentó en terrenos de la sede del CIAT una epifitotia de raíz negra (necrosis sistémica), durante la cual las condiciones anormales de sequía aumentaron la temperatura a niveles superiores a los 24°C. Esta epifitotia, coincidió con una alta población de áfidos los cuales son vectores naturales del BCMV. Durante la epifitotia, muchos materiales segregantes presentaron una reacción de hipersensibilidad al BCMV, mostrando necrosis vascular de raíces, tallos, hojas, y vainas, lo cual produjo la muerte rápida de las plantas, demostrando así la presencia del gen dominante I.

Para determinar cuales cepas del BCMV eran responsables por la epifitotia, se hicieron pruebas de campo y de invernadero con savia infectada obtenida de plantas portadoras del gen dominante I las cuales presentaban la necrosis sistémica. El virus se inoculó mecánicamente en las siguientes variedades: P458, P459, P566, P675 y P714 las cuales presentaban el gen dominante I de tolerancia; en Great Northern 123, la cual presenta el gen recesivo i y en las variedades susceptibles P634, P645 y Stringless Green Refugee.

El Cuadro 6 muestra los resultados de la inoculación con el virus obtenido de plantas infectadas en el campo, los cuales presentaban necrosis sistémica. El Cuadro 7 presenta los resultados de la inoculación sistémica con savia de plantas previamente infectadas en el campo con BCMV (ver Cuadro 6). La comparación de los resultados de los Cuadros 6 y 7 muestra que las variedades susceptibles presentaron síntomas de mosaico, en tanto que Great Northern 123, con el gen recesivo i, fue inmune a la cepa del virus. Por otra parte, las variedades con el gen dominante I, sensible a la temperatura, presentaron necrosis venal de las hojas y muchas plantas murieron de necrosis sistémica. El bajo número de plantas con síntomas locales o sistémicos (Cuadro 6) se debió a la baja concentración del virus, en las plantas con raíz negra, utilizadas como fuente de inóculo. Se concluyó que la raíz negra fue ocasionada por BCMV, probablemente, por la cepa BCMV-1, NL-1 o cepa Tipo.

Purificación y estabilidad del virus. Con el fin de obtener la máxima infectividad del BCMV, para su posterior uso en inoculaciones en el campo y para producir un antisuero específico al virus con un título alto, se hicieron ensayos en el invernadero con diferentes soluciones amortiguadoras, a diferentes niveles de pH, molaridades, y en combinación con reductores, oxidantes y quelatos.

Cuadro 6. **Reacción de variedades susceptibles y tolerantes, después de su inoculación con plantas infectadas naturalmente con BCMV en el invernadero, a 28-30°C.**

Variedad	Tipo de resistencia	No. de plantas inoculadas	No. de plantas con necrosis venal[1]	No. de plantas muertas	No. de plantas con síntomas típicos de BCMV
P458 (Tui)	II	145	24[1]	28	0
P459 (Jamapa)	II	155	35	39	0
P566 (Porrillo Sintético)	II	30	0	1	0
P675 (ICA-Pijao)	II	149	30	25	0
P714 (Topcrop)	II	43	19	11	0
Great Northern 123	ii	44	0	0	0
Stringless Green Refugee	Susceptible	60	0	0	14
P634 (Duva)	Susceptible	43	0	0	14
P645 (Nima)	Susceptible	28	0	0	3

[1] Necrosis de las venas, en forma de red, en las hojas inoculadas

La infectividad fue del 95-100 por ciento, cuando la savia se extrajo con agua de plantas mecánicamente infectadas. La infectividad, se redujo en un 25 por ciento cuando la molaridad de la solución amortiguadora fue superior a 0.5. El virus fue más estable en citrato de sodio 0.05 M, pH 7.5

Métodos de Inoculación Mecánica. Se evaluaron varios sistemas de inoculación mecánica. Los métodos evaluados incluyeron la inoculación con un pistillo de mortero, el dedo índice y pulgar, un trozo de esponja, un cepillo manual o un aerógrafo a 40 kg cm^{-2}. Todos los métodos fueron igualmente efectivos pero la

Cuadro 7. **Reacción de variedades susceptibles y tolerantes, inoculadas con savia de plantas sistémicamente infectadas con BCMV, las cuales se habían inoculado con el virus de plantas naturalmente infectadas**

Variedad	Tipo de resistencia	No. de plantas inoculadas	No. de plantas con necrosis venal[1]	No. de típicos de muertas	No. de plantas con síntomas de BCMV
P458 (ICA-Tui)	II	20	20[1]	5	0
P459 (Jamapa)	II	21	21	17	0
P566 (Porrillo Sintético)	II	21	21	4	0
Great Northern 123	ii	30	0	0	0
P634 (Duva)	Susceptible	13	0	0	12
P645 (Nima)	Susceptible	15	0	0	15
Stringless Green Refugee	Susceptible	24	0	0	24

[1] Necrosis de las venas, en forma de red, en las hojas inoculadas

inoculación con el dedo índice o pulgar fue más práctica para efectos de selección (tamizados) masales. Sin embargo, el método del aerógrado requirió menos inóculo y redujo la posibilidad de contaminación con otros virus mecánicamente transmisibles.

Selección por Resistencia. Se evaluaron aproximadamente 789 materiales promisorios naturalmente infectados con BCMV, de los cuales 234 fueron resistentes y 555, susceptibles.

En Popayán, a 1800 mts sobre el nivel del mar, se inoculó mecánicamente BCMV-1 en 724 materiales promisorios; 296 mostraron resistencia y 428 fueron susceptibles. Se consideró que los síntomas se desarrollarían mejor a baja temperatura y que se evitaría la contaminación del material con el virus del mosaico rugoso del frijol (BRMV) pero la aparición de los síntomas se retardó y no fueron tan claros como los observados en la sede del CIAT.

Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV)

Presencia del BGMV en América y Africa. Se confirmó la presencia del BGMV en Brasil, Cuba, República Dominicana, México, Venezuela y Nigeria. Se encontraron diferentes niveles de concentración de los diferentes aislamientos pero no se constató la presencia de diferentes cepas del virus. Sin embargo, se harán estudios más detallados al respecto.

Caracterización del virus. Para mejorar la eficiencia y confiabilidad de la selección de progenies por tolerancia al BGMV, bajo condiciones controladas, se inició un proyecto especial para la caracterización del BGMV, su concentración en la planta y estabilidad en los tejidos.

Se encontró que la efectividad del virus se conserva hasta 30 días en savia u hojas secas almacenadas a 4°C. Sin embargo, al congelar las hojas o la savia, la infectividad se perdió a los cinco días.

Al tomar muestras a los 10, 15, 20, 25, 30 y 40 días después de la inoculación, se encontró que la máxima concentración e infectividad del virus se obtiene a los 20 días después de la inoculación en variedades susceptibles y tolerantes. Sin embargo, la concentración fue mucho más alta en las plantas susceptibles y en las hojas, por encima de la tercera hoja trifoliada, al inocular las hojas primordiales. Las primeras dos hojas trifoliadas sólo presentaron ligeros síntomas, lo cual indica una correlación entre la concentración del virus y la severidad de los síntomas. Mediante centrifugación analítica en gradientes de densidad se demostró que las variedades tolerantes, las cuales no presentaron síntomas tan severos como las susceptibles, presentaban una menor concentración de virus. El orden de tolerancia descendente, para las accesiones evaluadas, fue el siguiente: P709, P458, P704, P675, P635 y P714.

Selección por resistencia. En El Salvador y Guatemala se hicieron evaluaciones preliminares de resistencia al BGMV en 1150 accesiones del germoplasma. Se identificaron accesiones rojas, crema, marrón y blancas tolerantes al virus, incluyendo a los materiales G651, G716, G729, G738, G765, G843, G1069, G1080 y G1157. Las variedades negras (G951, G1018 y G1257) presentaron los mayores índices de tolerancia. En Brasil, los materiales locales Río Tibagi y Giolanio Precoce y un mutante, EMD-1, presentaron bajos niveles de tolerancia.

Selección por resistencia en diversas leguminosas. Se inocularon mecánicamente 141 accesiones de leguminosas del CIAT para su evaluación por resistencia al BGMV, bajo condiciones de invernadero. Se incluyeron siete especies de *Phaseolus*, 6 de *Vigna*, *Macroptilium lathyroides*, *Glycine max*, *Lens culinaris* y *Cajanus cajan*. Todas las

accesiones de *P. lunatus*, *P. coccineus*, *M. lathyroides* y *V. sesquipedalis* fueron susceptibles. Los materiales resistentes de *P. acutifolius* (PI 310, 800, PI 313, 205, PI 319, 443 y PI 307,805) se incluirán en un programa de cruzamientos interespecíficos (ver la sección sobre Fitomejoramiento) puesto que, hasta el momento, no se ha encontrado tolerancia al BGMV en accesiones de *P. vulgaris*.

Vivero Internacional del Virus del Mosaico Dorado del Fríjol (IBGMN)

Las 190 introducciones del IBGMN de 1977 se enviaron a tres localidades en Brasil, dos en México y una en la República Dominicana, Guatemala, El Salvador y Nigeria. Las accesiones anteriormente clasificadas como tolerantes en América Central (Puebla 441, Guatemala 388, P488, P545, P704 y P709) también fueron tolerantes en Brasil y Africa. La tolerancia se definió con base en la intensidad de los síntomas, en comparación con los testigos locales susceptibles y tolerantes.

Virus transmitidos por Crisomélidos

Los crisomélidos son los vectores más importantes de las enfermedades virales del fríjol y sus síntomas característicos son los mosaicos, asociados con malformaciones foliares y rugosidades o moteados amarillos o verdes. Frecuentemente, estos síntomas se confunden con los ocasionados por el virus del mosaico común del fríjol (BCMV). Todavía se desconoce su distribución en América Latina y el Caribe.

En ensayos de patogenicidad y con antisueros específicos se analizaron cultivos del virus del mosaico rugoso del fríjol (BFMV), obtenidos en Costa Rica, Colombia, Guatemala y El Salvador. Se confirmó la existencia de cepas del virus, como lo había informado Gámez, en Costa Rica.

Virus del Mosaico Sureño del Fríjol (BSMV)

Los síntomas de la infección sistémica del virus del mosaico sureño del fríjol (BSMV), en algunas variedades y bajo ciertas condiciones ambientales, son similares a los ocasionados por el virus del mosaico rugoso del fríjol o por el virus del mosaico común, dependiendo de la cepa del virus y de la variedad del fríjol. Frecuentemente, este virus no presenta síntomas en fríjol. Debido a que el BSMV se transmite por semilla, interfiere en el proceso de selección de materiales resistentes a otros virus. Se hicieron pruebas serológicas con los cotiledones, testas, embriones y semillas enteras; se obtuvo una tasa de transmisión por semilla del 25 por ciento (Cuadro 8).

Virus del Punteado Amarillo del Fríjol (BYSV)

Este virus se aisló del fríjol en Turipaná, Colombia, y sus síntomas son similares a los ocasionados por el BGMV, pero no son tan intensos. El virus se aisló y se purificó con facilidad de las plantas de fríjol y también de cowpea *(Vigna unguiculata)* y *Macroptilium lathyroides;* esta última especie parece ser su hospedante natural y su principal fuente de inóculo. Los síntomas de esta condición se identifican con facilidad. Todavía no se han obtenido variedades de fríjol resistentes a la enfermedad, pero el BYSV no parece ocasionar una gran disminución del rendimiento en *P. vulgaris*.

Patología de la semilla

Producción de semilla limpia. En 1977, continuó la producción en el invernadero de semilla libre de patógenos de 351 accesiones y la multiplicación en el campo de 400 accesiones promisorias.

Serología del virus en la semilla. Dependiendo de la variedad y de las condiciones

Cuadro 8. **Transmisión del virus del mosaico sureño del fríjol (BSMV), determinado mediante serología en gel agar.**

Variedades[1]	Semilla				Plantas	
	Entera	Cotiledón	Testa	Embrión	No.	%
Bountiful (CIAT)	+	+	—			
Bountiful (Burpee's)	—	—	+	—	1300	25
P714 (Toperop, CIAT)	—	+	—			
P714 (Toperop, Burpee's)	+	+	+	—	100	0
Improved Tendergreen (Burpee's)	—	+	—	—		
Stringless Green Pod (Burpee's)	—	—	—	—		
P704 (Porrillo 1)	+	+	—	—	1000	0
P634 (ICA-Duva)	—	—	—	—		

[1] Los nombres de las seis primeras variedades se indican con su correspondiente nombre en inglés

ambientales, hay varias enfermedades virales que no presentan síntomas, permaneciendo latentes en sus hospedantes. Una de ellas es el virus del mosaico sureño del fríjol (BSMV). Este es un factor limitante en los programas de limpieza y certificación de semilla de fríjol. Sin embargo, la presencia del BSMV en la semilla se logró determinar mediante serología de inmunodifusión, dejando en remojo la semilla durante la noche. El mismo método permite encontrar patógenos bacteriales presentes en la semilla.

ENFERMEDADES FUNGOSAS

Roya (*Uromyces phaseoli*)

Durante los últimos dos años, ninguna línea o cultivar fue inmune o resistente a *Uromyces phaseoli* en todas las localidades en las cuales se ensayó el Vivero Internacional de Roya de Fríjol (IBRN). Sin embargo, algunas accesiones fueron resistentes o tolerantes en muchas localidades y se incorporaron al IBRN en 1977, junto con algunas accesiones recientes del CIAT (Cuadro 9). La mayor proporción de accesiones susceptibles en el IBRN se observaron en localidades de la República Dominicana, Costa Rica, México y en el CIAT. En consecuencia, estas localidades deben ser útiles para seleccionar materiales híbridos por resistencia a diversas poblaciones de razas de roya.

Se sembraron viveros en los campos del CIAT para seleccionar simultáneamente progenies híbridas por resistencia al virus del mosaico común del fríjol (BCMV) y roya. Las progenies en estado de plántula se inocularon manualmente con BCMV (Informe Anual del CIAT, 1976) y posteriormente, se indujo un ataque de roya sobre las plantas resistentes al BCMV, antes de la floración y formación de vainas. Dos a tres semanas antes de la siembra de las accesiones del vivero, se sembró una mezcla de 10-15 cultivares diseminadores de roya los cuales eran susceptibles, intermedios o resistentes a la roya, en cuatro hileras consecutivas y paralelas, a cada 20 hileras de accesiones del vivero (Figura 3).

Tres o cuatro semanas antes de la germinación, las plantas diseminadoras se inocularon (Figura 4) con una mezcla compuesta de razas de roya colectada durante epifitotias ocurridas

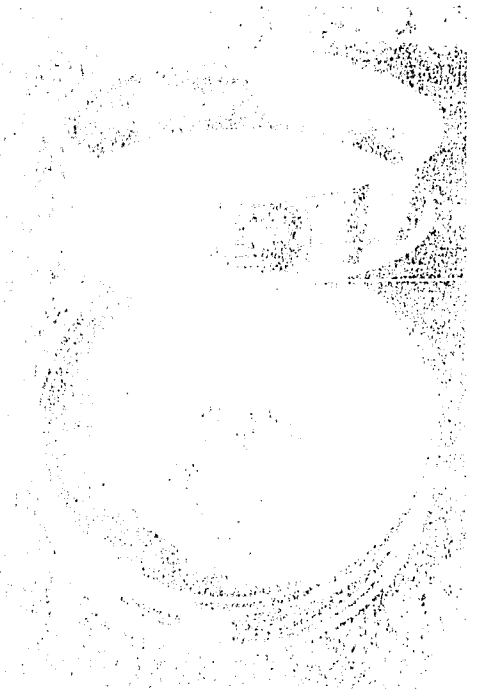
Cuadro 9. **Número de localidades en las cuales las accesiones más resistentes a la roya (*Uromyces phaseoli*), recibieron evaluaciones con base en sus reacciones[1] a la enfermedad, en los Viveros Internacionales de Roya de Fríjol, de 1975 a 1976.**

		Numero de localidades									
		1975					1976				
Linea promisoria	Identificación	I	R	Int	S	SD	I	R	Int	S	SD
P793	Compuesto Chimaltenango 3	4	3	2	1	5	5	9	2	1	0
P709	Turrialba 1	4	3	2	3	3	3	7	6	1	0
P675	ICA-Pijao	3	1	4	3	4	3	6	7	1	0
P699	México 309	6	5	1	0	3	6	3	3	2	0
	México 235	2	1	2	0	10	6	4	4	2	1
P509	San Pedro Pinula 72	4	3	3	2	3	4	6	5	2	0
P693	Ecuador 299	5	7	1	0	2	3	6	6	2	0
P685	Cornell 49-242	3	5	4	1	2	2	4	9	2	0
P239	P.I. 226-895	4	6	2	0	3	1	5	7	2	2

[1] I = immune, R = resistente, Int = intermedia, S = susceptible, SD = sin datos

anteriormente. (Figura 5); la mezcla de variedades maximizó la supervivencia de toda la variabilidad patogénica inherente dentro de la población local de roya de fríjol.

Figura 3. **Diseño de las parcelas del Vivero de BCMV y de Roya, con 4 surcos de cultivares portadores sembrados paralelamente a cada 20 surcos de accesiones del vivero.**



cipalmente de las razas beta y gama, a razón de 1,2 x 10^6 ml (Figura 6), se atomizó sobre las hojas y se inyectó en los tallos de plantulas, las cuales se incubaron en una cámara de humedad a 19-24°C y una humedad relativa 90-100 por ciento. Los materiales se evaluaron de la siguiente manera: resistentes = sin infección en las hojas o tallos; intermedios = lesiones pequeñas, limitadas en hojas con poco desarrollo sobre los tallos, o susceptibles, lesiones grandes en las hojas y tallos, frecuentemente ocasionando la muerte de la planta. Aproximadamente, 100 líneas resistentes a las razas de antracnosis en los viveros de campo en Popayán tambien se evaluaron en otras localidades de Colombia para identificar líneas promisorias para un Vivero Internacional de Antracnosis de Fríjol.

Pudriciones radicales

Este año, se iniciaron experimentos para desarrollar técnicas de campo para seleccionar por resistencia/tolerancia a varios patógenos de las pudriciones radicales, principalmente a *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* y también a *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Pythium* sp. Se desarrollaron viveros individuales inoculando semilla y surcos con una mezcla de aislamientos cultivados en medios esteriles, tales como la cascarilla de arroz. Aún se está tratando de determinar la optima concentración de inóculo, la densidad de población de plantas y escalas de resistencia adecuadas para la evaluación de progenies segregantes. Sin embargo, la información preliminar indica que varias accesiones presentan reacciones de resistencia tolerancia a muchos o todos los patógenos evaluados (Cuadro 10).

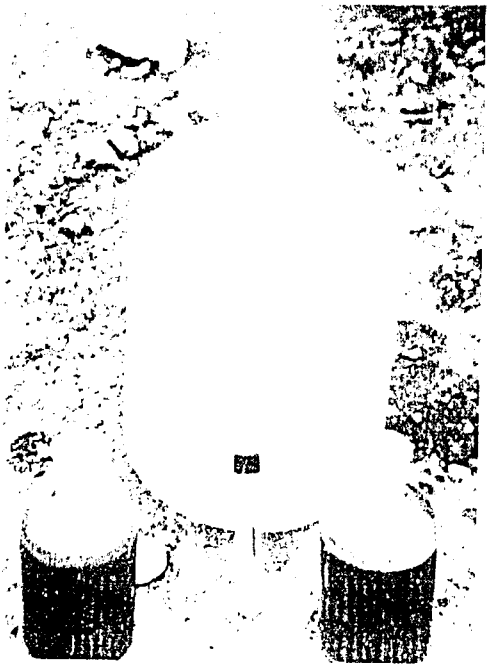


Figura 6. El inóculo (2-3 ml) se mezcla con 20 gotas de Tween 20 en 4 litros de agua destilada para aplicarlo en aspersión a las plantas.

También, se sembraron aproximadamente 240 accesiones para su evaluación en el campo en Popayán, bajo condiciones naturales de infección con *Fusarium* y *Rhizoctonia*; el 32 por ciento presentó resistencia tolerancia pero el 10 por ciento de estas accesiones presentaron una mezcla de plantas susceptibles. Se reevaluaron las selecciones promisorias en viveros de campo artificialmente inoculados en el CIAT para determinar su rango de reacciones a los patógenos causales de las pudriciones radicales.

Mancha angular (*Isariopsis griseola*)

Se desarrollaron técnicas de invernadero para seleccionar germoplasma por resistencia tolerancia a la mancha angular de las hojas. Las hojas de plántulas de fríjol se inocularon por aspersión en el invernadero con una suspensión de esporas, a una concentración de 2 x 10^6 ml y se incubaron en una cámara húmeda (humedad relativa de 90-100 por ciento) durante 24-48 horas a 19-24°C. Los síntomas aparecieron 12-14 días después de la inoculación. Se hicieron inoculaciones de campo (2 x 10^6 esporas/ml) en Popayán y se está desarrollando una escala para su evaluación.

Cuadro 10. **Reación[1] de once selecciones promisorias del germoplasma de fríjol a los patógenos de la pudrición radical, en la sede del CIAT, en 1977.**

Línea promisoria	*Fusarium*	*Rhizoctonia*	*Sclerotium*	*Pythium*
P009	Int	Int-R	S	Int
P168	S	Int	Int	Int
P432	S	R	R	R
P458	R	S	R	R
P461	Int-R	S	R	Int
P566	R	R[2]	R	R
P622	R	S	Int	R
P646	Int-R	Int	S	R
P718	R	S	R	R
P746	R	R	R	R
P775	Int-R	Int-R	R	Int

R = resistente, Int = intermedia, S = susceptible.
[2] P566 ha sido moderadamente susceptible, en otros ensayos realizados en el CIAT.

Mustia hilachosa *(Thanatephorus cucumeris)*

Este año se desarrollaron técnicas para seleccionar germoplasma por resistencia tolerancia a mustia hilachosa, en el invernadero, a temperaturas por encima de 28°C, con una humedad relativa de 95 por ciento. El hongo se cultivó en papa dextrosa agar (PDA) y después de cuatro días, se transfirió a papa levadura dextrosa agar (PYDA). Después de otros cinco días, el hongo se mezcló con suelo estéril para producir cantidades abundantes de basidiosporas. Ocho a quince días después de la germinación, las plantas se inocularon por aspersión y se incubaron. Cinco días después se hizo la evaluación, según la siguiente escala: 1=sin síntomas; 2=poco crecimiento, clorosis alrededor del punto de inoculación; 3=necrosis de las venas, con un 33 por ciento de clorosis foliar; 4=clorosis venal, con un 50 por ciento de clorosis foliar; y 5=necrosis total de las hojas. Los cultivares P17, P358, P488 y P566 fueron altamente tolerantes a mustia hilachosa.

ENFERMEDADES BACTERIANAS

Añublo Bacterial Común *(Xanthomonas phaseoli)*

Se adelantaron experimentos de invernadero para determinar si la variación patogénica del añublo bacterial común en el CIAT se debe a distintas razas o a variaciones en la virulencia del aislamiento. Las hojas primordiales de seis cultivares, con diferentes grados de tolerancia o susceptibilidad, se inocularon mediante el método del corte con aislamientos obtenidos en América Latina y en Estados Unidos, a concentraciones de 5×10^7 ml. La virulencia entre aislamientos y la tolerancia de los cultivares varió, pero no se observó interacción a un nivel de P=0,5 entre aislamientos y cultivares como para implicar la presencia de razas (Figura 7). Estos aislamientos y otros de diferentes localidades en América se inocularon posteriormente en la variedad susceptible ICA-Pijao, a fin de recuperar y estimar la frecuencia de aislamientos altamente

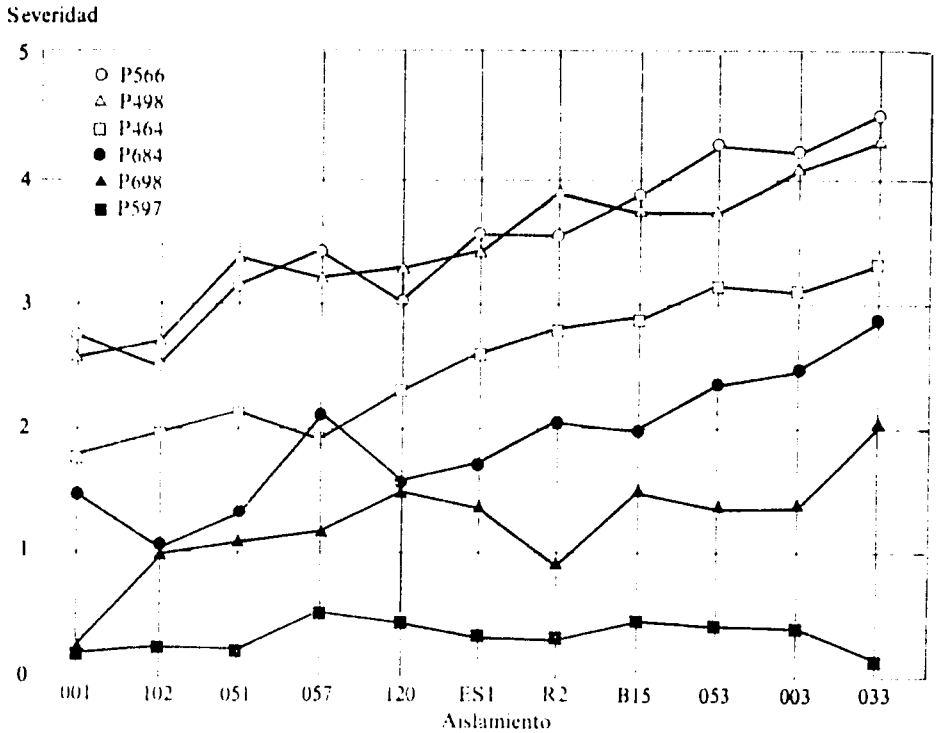


Figura 7 Interacción entre aislamientos de *Xanthomonas phaseoli* con diferentes niveles de virulencia y cultivares de frijol con diferentes niveles de tolerancia.

virulentos en poblaciones naturales (Cuadro 11). Los aislamientos de casi toda localidad fueron tan virulentos como XP 123 de Colombia. En consecuencia, en la selección por el añublo bacterial se utilizará el aislamiento más virulento en las

Cuadro 11. Frecuencia de aislamientos virulentos de *Xanthomonas phaseoli* colectados en diferentes localidades de América Latina y América del Norte, inoculados mediante el método del corte foliar, en las hojas primordiales de la variedad susceptible ICA-Pijao.

Origen del aislamiento	No. de aislamientos evaluados	No. de aislamientos con igual virulencia a XP 123	Rango en la Virulencia
Colombia	13	1	1,4-9,4
Colombia	9	6	7,4-10,9
Colombia	5	0	5,0- 7,5
Puerto Rico	12	5	1,8-13,3
México	8	3	4,6- 9,6
El Salvador	7	2	6,7- 8,9
Brasil	10	6	7,1-10,2
Michigan, (EE.UU.)	2	0	5,7- 7,6

[1] Los datos se ajustaron sobre la base de que el aislamiento XP 123 tiene un nivel de virulencia de 10 (LSD $_{05}$ = 1,5)

poblaciones locales del patógeno al evaluar germoplasma por resistencia tolerancia al patógeno.

Algunas variedades tolerantes al añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli* y *X. phaseoli* var. *fuscans*) en zonas templadas, son susceptibles bajo las condiciones del trópico existente en el CIAT. Esto dificulta la selección de progenitores y de progenies. En consecuencia, en 1977 se iniciaron estudios para investigar la influencia de la adaptación de la planta y de los factores ambientales sobre la reacción de la enfermedad para desarrollar técnicas confiables de invernadero y de campo para evaluar por tolerancia al añublo bacterial, bajo condición del CIAT.

Se seleccionaron cinco cultivares con susceptibilidad y tolerancia y con diferencias en su sensibilidad al fotoperiodo (Cuadro 12). Los cultivares P684 y P698, con mala adaptación, se trataron con luz adicional para simular la duración del día en las zonas templadas y para ampliar el tiempo de floración. A los 20 días después de la germinación, las plantas se inocularon a intervalos semanales remojándolas en suspensiones de células bacteriales de un aislamiento colombiano virulento (CIAT XP 123), a razón de 5x10⁷/ml. A los 22 y 33 días, después de la inoculación inicial, el tratamiento con luz retardó significativamente la floración y la senescencia foliar, aumentó el desarrollo del follaje y produjo una respuesta de tolerancia en el material P698 no adaptado. Estas diferencias también se confirmaron con datos de rendimiento, lo cual demuestra el efecto de la mala adaptación de las plantas sobre la tolerancia al añublo bacterial común. La Sección de Fitomejoramiento seleccionará progenitores con tolerancia al añublo bacterial y/o incorporará tolerancia de progenitores con poca adaptación dentro de un marco de referencia agronómico bien adaptado a las condiciones tropicales.

ENSAYOS DE OBSERVACION DE ENFERMEDADES

Las Secciones de Fitomejoramiento y de Fitopatología de Fríjol del CIAT en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), sembraron viveros en varias áreas de Colombia para evaluar simultáneamente el germoplasma por su adaptación y resistencia a enfermedades.

Cuadro 12 **Efecto del fotoperiodo, en zonas templadas y tropicales, sobre la reacción de cinco líneas promisorias de fríjol al añublo bacterial** (*Xanthomonas phaseoli*)

Reacción al añublo bacterial[1]

Líneas promisorias	Adaptación en el CIAT	Zona templada	Zona tropical	
		Fotoperiodo normal	Fotoperiodo normal	Fotoperiodo prolongado[2]
P684	Mala	S	S	S
P698	Mala	T	S	T
P498	Buena	S	S	S
P566	Buena	S	S	S
P597	Buena	T	T	T

[1] S = susceptible, T = tolerante.

[2] Fotoperiodos prolongados **se logran con luz incandescente en el campo**

Cuadro 13. **Líneas promisorias de fríjol con resistencia múltiple o tolerancia a agentes patógenos fungosos o bacteriales, en varios viveros evaluados en Colombia en el campo.**

Líneas promisorias	Reacción a la enfermedad[1]					
	Roya	Antracnosis	Mustia hilachosa	Mildeo polvoso	Mancha gris	Añublo común
P167	Int	R	S	S	Int-R	S
P168	Int	R	S	S	Int-R	T
P179	R	R	T	N	N	T
P189	R	R	S	S	Int-R	S
P203	Int	R	S	S	S	T
P204	R	Int	S	S	Int-R	T
P256	Int	Int	S	Int-R	S	S
P334	Int	R	T	S	Int-R	S
P349	Int	S	S	Int-R	S	S
P507	Int	R	T	S	T	T
P631	R	R	S	S	Int-R	S
P670	R	R	T	S	S	S
P782	Int	R	T	S	Int-R	T

R = resistente; T = tolerante; Int = intermedia; S = susceptible; Int-R = resistente durante la epifitoria natural, pero es necesario hacer más ensayos para confirmar la resistencia; N = no se evaluó la reacción.

Varias accesiones promisorias presentaron resistencia o tolerancia múltiple a diversas enfermedades tales como la roya, antracnosis, mustia hilachosa, mildeo polvoso, mancha gris, añublo causado por *Ascochyta* y añublo bacterial (Cuadro 13).

ENTOMOLOGIA

En el banco de germoplasma se identificaron niveles moderados y bajos de resistencia a *Empoasca;* se inició un proceso de selección recurrente para aumentar los niveles de resistencia. El control cultural del lorito verde también parece promisorio. Se estudió la biología y el daño que causan los diferentes estadios del crisomélido *Diabrotica balteata* a las diferentes etapas de crecimiento del fríjol. Se encontró que el tratamiento del grano de fríjol almacenado con aceites vegetales, es un método barato y efectivo de protección contra *Zabrotes subfasciatus.*

LORITOS VERDES

Selección por resistencia a Empoasca

En las nuevas accesiones del germoplasma que está bajo evaluación se encontraron fuentes adicionales de resistencia al lorito verde, *Empoasca kraemeri.* El Vivero Internacional de Roya de Fríjol (IBRN) contiene varias introducciones con resistencia a *Empoasca,* tales como G05942 y Turrialba 1.

Para seleccionar poblaciones

segregantes por su resistencia al lorito verde, se utilizaron 38 líneas promisorias y se estableció una categoría de los daños observados en plantas individuales ya determinadas. La intensidad de los daños sirvió para establecer una puntuación que sirviera como guía en el proceso de selección de materiales resistentes. Las observaciones de campo se hicieron cada dos semanas y los niveles de resistencia ya determinados sirvieron para simular, en ocho repeticiones, el comportamiento de cruces de materiales resistentes x materiales susceptibles, de una supuesta generación F_2.

La evaluación visual de los daños hecha dos veces por semana, en plantas individuales y de rendimiento por planta en una de las repeticiones fue correlacionada con la evaluación hecha en las otras siete replicaciones. Los coeficientes de correlación entre las evaluaciones (plantas individuales y las correspondientes a las replicaciones) resultaron altamente significativas (Cuadro 14), lo cual indica que la selección de plantas individuales en la F_2 puede ser un método de selección aceptable.

La evaluación del daño ocasionado por el lorito verde hecha una vez por semana, fue una medida tan precisa como la evaluación efectuada dos veces por semana; los datos de rendimiento complementan la evaluación visual de daño. La regresión del rendimiento entre las plantas protegidas y las no protegidas fue significativa. El rendimiento promedio/planta disminuyó de 10,42 a 2,63 g, respectivamente, pero las líneas individuales se desviaron significativamente lo cual indica interacciones variedad x tratamiento; es decir hubo diferencias genéticas en la resistencia. Se hizo un cruce dialélico 15 x 15 y las plantas F_2 y sus progenies F_3 fueron evaluadas, de la misma manera que la población F_2 simulada (calculada para el 50% de las 925 selecciones F_2).Los estimativos de la heredabilidad (regresión del promedio de la F_3 sobre el valor de la F_2), de seis cruzamientos con progenitores negros y no negros, fueron bajos (Cuadro

Cuadro 14. **Coeficientes de correlación entre el promedio de daño[1] causado por *Empoasca* en plantas individuales en una replicación y el promedio de daño en las 7 replicaciones restantes, para la F_2 simulada, de 38 líneas promisorias de *Phaseolus vulgaris*. Las correlaciones del daño se hicieron dos veces por semana.**

Método de evaluación	No. de observaciones	Coeficiente de correlación de Spearman
Promedio de daño visual	13	0,592
Promedio de daño visual	7	0,574
Promedio de daño visual	5	0,549
Promedio de daño visual	3	0,533
Promedio de daño visual	1	0,441
Promedio de daño visual (se dio mayor significación a las observaciones finales)		0,653
Rendimiento de semilla		0,585
Combinación del promedio de daño visual y del rendimiento		0,639

[1] El promedio de daño por observación visual se determinó con base en una escala de 0-5.

Cuadro 15. **Correlaciones entre el promedio de daño, en plantas individuales[1] F_2 y el promedio de daño de la F_3, en 6 cruzamientos entre progenitores resistentes y susceptibles.**

Cruzamiento	Coeficiente de correlación de Spearman	Heredabilidad expresada en términos mínimos	Nivel de significancia de la heredabilidad estimada (%)
P512 x P478	0,127	0,28	5
P682 x P692	0,155	0,14	31
P720 x P681	0,221	0,40	0,4
P560 x P458	0,257	0,18	20
P420 x P692	0,274	0,21	14
P682 x P681	0,422	0,22	13

[1] Promedio de 50 plantas por cruzamiento.

15). Esto pudo ser ocasionado por una limitada variabilidad genética y una variación genética no aditiva relativamente grande. Unas pocas familias F_3 provenientes de plantas superiores en generación F_2 presentaron un nivel de tolerancia a *Empoasca* uniformemente alto, la mayoría de las cuales mostraron segregación.

La captura de ninfas de lorito verde hecha en pelos epidermales (que tienen forma de gancho) es un mecanismo de resistencia importante contra *Empoasca fabae*. Con base en esto, se estudió la efectividad de la pubescencia como mecanismo de resistencia a *E. kraemeri*. El índice máximo de captura del 24 por ciento se observó sólo una vez en Redcloud; el mejor índice promedio de captura de ninfas fue del 5 por ciento en la variedad de frijol Calima, seguido por un 4 por ciento de Redcloud. Las variedades negras no tienen pubescencia comprobada pero a pesar de ello, presentan resistencia a *E. kraemeri;* de ahí que la incorporación de pubescencia a estas variedades puede aumentar aún más la resistencia, puesto

Cuadro 16. **Rendimiento, valor de la producción y costo de la producción de Diacol-Calima, con varios niveles de población de ninfas de *Empoasca*, con tratamientos de monocrotofós, a razón de 0,25 litros i.a./ha/aplicación. (Promedio de 4 replicaciones).**

No. de ninfas/hoja		No. de aspersiones	Rendimiento (kg/ha)	Valor de la Producción (Col.$)[2]	Costo de producción[3] (Col.$)
Teórico	Observado				
0	0,63	5	1294a[4]	20.704	10.572
1	1,22	4	1118b	17.888	10.257
3	3,55	2	670c	10.720	9.629
5	5,07	1	641cd	10.096	9.314
7	7,45	1	503d	8.048	9.314
Testigo	8,67[1]	0	38e	608	9.000

[1] Máximo nivel de población, a los 44 días después de la siembra; los tratamientos hechos entre 45 y 49 días después de la siembra generalmente tuvieron más de 5 ninfas/hoja.
[2] 1 kg de frijol = $16.00 (moneda colombiana).
[4] Los promedios dentro de la misma columna seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes a un nivel de $P \leq 0.05$.

que la captura de ninfas osciló entre 0,8 y 1,4 por ciento.

Daño económico

Se hicieron estudios para determinar el impacto económico del lorito verde en la variedad Diacol-Calima que es susceptible. El Cuadro 16 presenta la población de ninfas permitida por hoja, antes de iniciar el control químico, así como también rendimientos de grano obtenidos, los costos de producción y el valor de venta. A medida que las poblaciones de ninfas por hoja se redujeron a casi cero, se estimó que los costos de producción aumentarían exponencialmente con el número de aplicaciones químicas. Se asumió que existe una relación lineal entre la producción (beneficio total) y el número de ninfas por hoja y una relación asintótica entre el número de ninfas y los costos de producción.

El mayor beneficio se logró cuando el nivel de ninfas por hoja fue de 0,81. En consecuencia, la población de *Empoasca* de importancia económica se definió como el nivel que permite el máximo beneficio y no como el nivel en el cual el costo del control es igual al valor esperado de pérdida en rendimiento (Figura 8).

Se realizaron dos experimentos para determinar la etapa del crecimiento en la cual la planta de fríjol es más susceptible al daño ocasionado por el lorito verde. El ciclo de crecimiento de la variedad susceptible Diacol-Calima se dividió en cuatro periodos de 18 días y en cada uno de estos periodos las plantas se protegieron con monocrotofós o no se protegieron, como en el caso del testigo (Cuadro 17).

En ambos ensayos, el rendimiento fue más alto cuando el fríjol se protegió durante la floración y la formación de

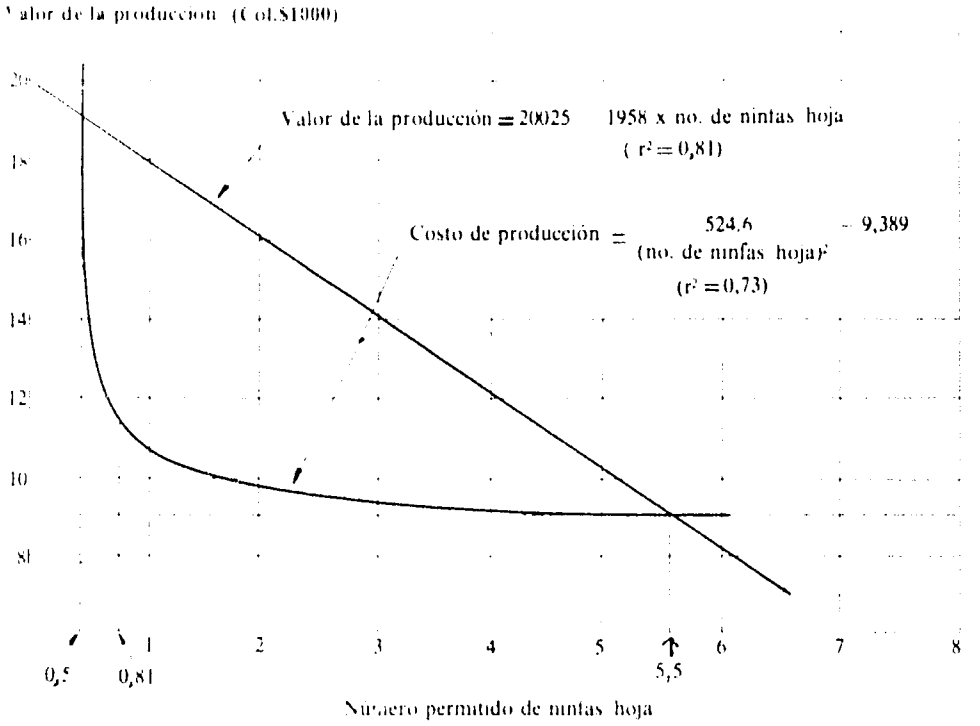


Figura 8. **Relación entre la población de ninfas de *Empoasca*, el valor de la producción y el costo de producción de fríjol (en moneda colombiana).**

Cuadro 17. **Rendimiento en grano cosechado[1] de la variedad Diacol-Calima, tratada con monocrotofós, en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento.**

Período de protección química (días después de siembra)	No. de aspersiones	Rendimiento de frijol (kg/ha)	
		Primer experimento	Segundo experimento
8-80	4	1359bc[2]	1411a
8-62	3	1385bc	1550a
8-44	2	1327bc	1241a
8-26	1	1073d	553b
No tratado	0	1002d	475b
27-80	3	1655a	1467a
45-80	2	1549ab	847b
63-80	1	1012d	583b
27-62	2	1480ab	1276a
8-27 y 62-80	2	1181cd	532b

[1] Promedio de cuatro replicaciones
[2] Los promedios dentro de la misma columna, seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes a tamaño de P<0.05

vainas a los 26-44 días, pero en el primer experimento, en el cual el ataque del lorito verde se presentó más tarde que en el segundo experimento, el período entre 44 y 62 días fue más crítico. La presencia del lorito verde en plantas de 8-27 días o de más de 62 días, no influyó sobre el rendimiento.

Los resultados de estos experimentos tienen implicaciones importantes. En primer lugar, el tratamiento químico en las primeras etapas del desarrollo del fríjol (por ejemplo, la aplicación de carbofuran al suelo) es menos efectivo y la protección con cobertura del suelo no ejerce su máximo efecto, puesto que las plantas se encuentran lo suficientemente grandes cuando se inicia la etapa de crecimiento en la cual las plantas son más susceptibles. Por esta época, las plantas han casi tapado la cobertura.

Cobertura del suelo

Se continuaron los estudios sobre la influencia de coberturas del suelo con tamo de arroz y hojas de aluminio sobre las poblaciones de lorito verde y sobre el rendimiento del fríjol. El tratamiento químico y la utilización de hojas de aluminio como cobertura del suelo aumentó el rendimiento en un 32 por ciento, probablemente, debido a una mayor intensidad de luz (Cuadro 18). Las hojas de aluminio reflejaron el 20 por ciento de la luz incidente, en comparación con el 5 por ciento reflejado por parcelas sin cobertura y parcelas con plástico negro. Los rendimientos en las parcelas sin cobertura y en las parcelas con plástico negro fueron muy bajos debido a la presión que ejercieron las plagas pero, en las parcelas con cobertura de tamo de arroz, el rendimiento fue el doble. En la parcela con hojas de aluminio el rendimiento fue el triple del obtenido en las parcelas testigo. Aparentemente, los principales factores involucrados en la reducción de las poblaciones de lorito verde, en estos experimentos, son la reflexión de la luz y/o el contraste de colores.

Cuadro 18. **Rendimiento de Diacol-Calima con diferentes coberturas de suelo, con y sin aplicación de insecticida, para el control de *Empoasca*. (Promedio de 4 replicaciones).**

Tipo de cobertura	Reflexión de luz (%)	Rendimiento de frijol (kg/ha)	
		Con insecticida	Sin insecticida
Tamo de arroz	8,0	1671d	864b
Hojas de aluminio	20,3	2312c	1296c
Plástico negro	5,2	1725d	395a
Testigo	5,4	1753d	436a

Los promedios dentro de la misma columna, seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes a un nivel de $P \leq 0,05$

En otro experimento con Diacol-Calima (susceptible) y P-14, una variedad resistente, las poblaciones de ninfas en parcelas con cobertura de tamo de arroz y en parcelas con cobertura de hojas de aluminio fueron de aumentos del 30 y 17 por ciento del testigo, respectivamente, durante la primera mitad del ciclo de crecimiento (Cuadro 19). Sin embargo, después de esta época, las poblaciones fueron mayores en las parcelas con cobertura debido a un mayor vigor de las plantas y a un menor daño por lorito verde durante las primeras etapas. El peso seco de las plantas, al momento de la floración en las parcelas con cobertura, fue igual o mayor que el peso de las plantas en las parcelas protegidas con insecticida y sin cobertura. En general, los rendimientos fueron muy bajos a causa de una alta temperatura poco usual durante la floración pero, el rendimiento de frijol seco de la variedad resistente en las parcelas no protegidas, fue nueve veces mayor al obtenido con la variedad susceptible, lo cual confirma el valor que tiene la resistencia de la planta al lorito verde.

CRISOMELIDOS

En condiciones de la sede del CIAT, en tanto que *Neobrotica variabilis* se presenta

Cuadro 19. **Efecto de diferentes coberturas del suelo y de un tratamiento con insecticida sobre el peso seco de las plantas, y el nivel de infestación de ninfas de *Empoasca* en Diacol-Calima (variedad susceptible) y P-14 (variedad resistente).**

Tratamiento	Peso seco de las plantas (g/planta)		Ninfas/hoja			
			Diacol-Calima		P-14	
	Diacol-Calima	P-14	Hasta 41 días	Después de 41 días	Hasta 41 días	Después de 41 días
Testigo	4,26	11,07	3,39	2,85	2,20	5,41
Insecticida aplicado	6,78	15,25	0,06	0,01	0,11	0,01
Tamo de arroz	7,65	15,97	1,01	3,64	0,75	4,87
Hojas de aluminio	9,95	15,50	0,59	2,46	0,59	4,76

Las determinaciones se hicieron en la floración

más comúnmente cuando el fríjol se encuentra en floración, el crisomélido *Diabrotica balteata* generalmente es más frecuente en los campos. La biología de esta plaga se estudió en el laboratorio. Los huevos de *D. balteata* eclosionaron en siete días en el laboratorio y los tres estados larvales requirieron 12-14 días. El estado de pupa duró 12-14 días. Aunque el daño ocasionado por larvas de crisomélidos a las raíces de fríjol es común en el campo, no se logró criar larvas en raíces o nódulos de fríjol en el laboratorio. Sin embargo, se logró criar larvas con éxito en raíces de maíz. Al suministrar raíces de maíz a las larvas durante tres días para posteriormente pasarlas al fríjol, la supervivencia aumentó considerablemente (Cuadro 20). Frecuentemente, se encontraron larvas más viejas muertas en los tricomas, en forma de gancho, de los hipocotilos.

También, se evaluó el efecto de las larvas sobre el desarrollo de plántulas de fríjol. Cuando las larvas jóvenes atacan al fríjol antes de la emergencia de la planta, alimentándose de las hojas primordiales y de los cotiledones, las hojas primordiales emergen con perforaciones que se asemejan a los síntomas ocasionados por los adultos. Al infestar semillas con larvas más viejas, un día después de la siembra, ocurrió un daño severo en los cotiledones y tallos, el cual frecuentemente impidió la emergencia de plántulas o redujo el crecimiento de la planta. El primer estado larval fue más perjudicial para las semillas, al infestarlas un día después de la siembra. Sin embargo, los estados larvales segundo y tercero ocasionaron más daño, especialmente cuando las semillas se infestaron al momento de la siembra (Cuadro 21).

Cuadro 20. Supervivencia de larvas de *Diabrotica balteata* en tres diferentes medios de cría.

Edad de las larvas (días)	No. de larvas en el medio de cría		
	Raíces de maíz	Raíces de fríjol	Nódulos de fríjol
0[1]	200	200	200
3	189	87	0
6	178	14	-
9	170	1	-
12	162	0	-
Adultos obtenidos	95	0	0

[1] Día en el cual los medios de cría fueron infestados con larvas recién emergidas.

Cuadro 21. **Efecto de dos niveles de infestación con larvas de *Diabrotica balteata* a los 0, 1 y 4 días después de la siembra, sobre el área foliar de Diacol-Calima, medida a los 10 días después de la siembra, como porcentaje del área foliar de plantas testigo[1].**

Estado larval	Niveles de infestación (Número de larvas/planta)	Area foliar (%) Infestación a los días: 0	1	4
I	5	93,3	89,3	96,8
	10	95,3	53,4	84,2
II	5	22,3	37,3	76,0
	10	12,1	9,1	31,7
III	5	0	10,8	2,0
	10	0	0,5	0,8

[1] Las plantas se cultivaron en el invernadero (18-35°C, promedio de 23,3°C; 65-100% de HR, promedio de 98,5%). Los datos corresponden al promedio de 20 repeticiones para el estado larval I y de 10 repeticiones para los estados larvales II y III.

También, se estudió el efecto de los adultos sobre el rendimiento del fríjol. Los resultados preliminares mostraron que, hasta los 22 días después de la siembra, se puede tolerar un 19 por ciento de defoliación o hasta 1,4 adultos por planta sin que presenten pérdidas significativas en rendimiento (Cuadro 22). Entre los 22 y 29 días después de la siembra, un adulto por planta redujo significativamente los rendimientos.

Cuadro 22. **Relación entre nivel de infestación de *Diabrotica balteata*, área foliar y rendimiento de la variedad de fríjol Diacol-Calima (Promedio de 3 repeticiones).**

Periodo de infestación (días después de siembra)	Nivel estimado de infestación (adultos plantas)	Area foliar (%)[1]	Rendimiento (%)[2]
8 -15	0,9	82,9	96,1
	1,4	67,0	79,8
	3,0	52,5	72,4
15-22	1,2	83,7	113,8
	1,4	71,2	111,4
	3,7	58,3	70,1
22-29	1,1	89,0	89,8
	1,0	77,4	75,7
	3,7	53,1	48,8

[1] Expresada en porcentaje del área foliar del testigo.
[2] Expresado en porcentaje del rendimiento del testigo.

ACAROS

El ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Tarsonemidae), causa pérdidas en rendimiento hasta el 56 por ciento. (Informe Anual del CIAT de 1975). Se evaluaron 15 pesticidas para el control de *P. latus;* se aplicó dimetoato en aspersión para

Cuadro 23. **Intensidad del daño, población de ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus desertorum*) y rendimiento de la variedad de fríjol ICA-Pijao, después del tratamiento con diferentes insecticidas[1].**

Insecticida	Dosis (i.a. ha)	Intensidad promedio del daño (escala 0-3) por *P. latus*[2]	No. de adultos de *P. latus* 5 días después de la primera aplicación	No. de adultos de *T. desertorum* 10 días después de la segunda aplicación	Rendimiento (kg ha)
endosulfán	1,23 litros	0,1g[3]	95e	178bc	2015a
dicofol	0,84 litros	0,8efg	124de	30c	1783ab
triazofós	0,40 litros	0,5fg	115de	127c	1765ab
ometoato	0,50 litros	1,5cde	35b	119bc	1711b
carbaril	1,60 kg	1,0ef	223bcde	894a	1664b
Amitraz	0,06 litros	1,5cde	104e	42c	1648b
monocrotofós	0,28 litros	1,8cd	264bc	286bc	1578b
carbofurán	0,12 kg	2,1bc	318bc	617a	1540b
Testigo		3,0a	349b	237bc	1155c

[1] Promedio de 3 repeticiones
[2] Las mediciones se hicieron 7 días después de la primera aplicación de insecticida
[3] Los promedios dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de $P<0,05$

proteger plantas de fríjol contra el ataque del lorito verde, el cual a su vez favorece el ataque de *P. latus*, según la literatura y las observaciones previas hechas en el CIAT. En el Cuadro 23 se presentan los resultados de los ocho mejores productos químicos. El rendimiento de fríjol fue mayor al tratarlo con endosulfan, pero dicofol y triagofos fueron también efectivos. Amitraz fue muy efectivo contra *Tetranychus* sp., pero no contra *P. latus*. En contraste, carbaril fue efectivo para el control de *P. latus* pero ocasionó un brote de *Tetranychus*. Elosal puede ser más efectivo aumentando la dosis.

INSECTOS QUE ATACAN EL GRANO ALMACENADO

Se evaluaron aproximadamente 2000 accesiones del banco de germoplasma por su resistencia al brúchido *Zabrotes subfasciatus*. En tres ensayos establecidos, se observaron variaciones en la resistencia de cada accesión, pero las selecciones P364 y P507 mantuvieron un bajo nivel de resistencia. Esta resistencia se expresó en una menor oviposición y emergencia o en un mayor período de desarrollo para el gorgojo.

Se ensayó la aplicación de aceites vegetales para el control de infestaciones de frúchidos en fríjol almacenado. El fríjol se trató con tres aceites de cocina en tanques y posteriormente, se infestó con *Z. subfasciatus* (Cuadro 24). Los aceites, a razón de 5 ml/kg, ocasionaron un 100 por ciento de mortalidad de adultos. Adicionalmente, cuando el fríjol altamente infestado con larvas se trató con 5 ml de aceite de algodón/kg de fríjol, la emergencia de adultos también se redujo significativamente, lo cual indica que los aceites también afectaron a los brúchidos después de su penetración en la semilla. La aplicación de los aceites en los tambores fue más efectiva que la aplicación manual; sólo 1-2 ml de aceite en el tambor dio un control total en tanto que se requirieron hasta 5 ml para la aplicación manual. Las aplicaciones de aceite no afectaron la germinación de la semilla o la absorción de agua (Cuadro 25).

Cuadro 24. **Efecto del tratamiento del fríjol almacenado, con diferentes aceites vegetales aplicados con tambor, sobre la biología de los brúchidos[1].**

Aceite	Dosis (ml aceite/kg de semilla)	Mortalidad de adultos (%) Días después de aplicación 2	7	No. de huevos/repetición	Adultos emergidos/repetición
Soya	1	15	52,9	107,8	6,4
	5	100	100	0	0
	10	100	100	0	0
Mixto	1	9	84,3	121,6	13,0
	5	100	100	0	0
	10	100	100	0	0
Maíz	1	22,5	88,6	89,0	13,2
	5	100	100	0	0
	10	100	100	0	0
Testigo		0	1,4	318,8	208,0

[1] Promedios de 5 repeticiones, con 100 gramos cada una. El nivel inicial de infestación fue de 7 pares de adultos.
[2] Número de adultos emergidos por progenie.

Cuadro 25. **Germinación de semilla de frijol y absorción de agua después de aplicar tratamiento con aceite de maíz y almacenamiento, durante 1 o 180 días[1].**

Dosis ml aceite/kg semilla	Porcentaje de germinación		Porcentaje de aumento de peso	
	1 día	180 días	1 día	180 días
1	88,7	85,9	107,8a	103,8b
5	87,1	82,4	102,2b	107,2b
10	88,7	77,6	100,3b	103,5b
Testigo	90,0	79,6	107,7a	107,7a
Nivel de significancia	n.s.	n.s.		

Promedio de 5 y 3 repeticiones, con muestras de 50 semillas y 100 gramos de semilla respectivamente.
Semilla remojada en agua durante 24 horas.
Los promedios dentro de la misma columna, seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de $P \leq 0,05$.

FISIOLOGÍA

Durante 1976-77 continuaron los estudios fisiológicos sobre los factores que limitan el rendimiento y los componentes de la adaptación del germoplasma de *Phaseolus vulgaris* en la sede del CIAT, en Dagua (altura de 830 m) y en Popayán (altura de 1900 m).

CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PORRILLO SINTÉTICO

En 1975, se seleccionó la variedad Porrillo Sintético como representativa para estudiar los factores que limitan el rendimiento del frijol, bajo las condiciones del trópico. Se tienen los resultados de 12 experimentos de análisis del crecimiento realizados en el CIAT entre 1974 y 1977, bajo condiciones de riego y de protección química. En el Cuadro 26 se presenta el rendimiento y otros parámetros estudiados. Se incluyen los resultados correspondientes al experimento 7616, en el cual Porrillo Sintético se sembró a cuatro distancias diferentes de una línea de luces incandescentes, con una longitud del día de 16 horas 30 minutos, causando el aumento progresivo del ciclo de crecimiento debido a la sensibilidad de la variedad al fotoperíodo. El rendimiento más alto (4,1 ton/ha) en la serie se registró en las parcelas adyacentes a la fuente de luz (Informe Anual del CIAT, 1976).

La variabilidad del rendimiento para los 12 ciclos se asoció con los factores que se presentan en el Cuadro 27. El volcamiento, el añublo bacterial (su control químico no fue efectivo) y los factores edáficos (tales como una alta saturación de sodio en un campo), probablemente fueron los factores más importantes aunque aún no se puede indicar con certeza su importancia relativa. La suma de los componentes de la escala para evaluar la severidad para los seis factores, en el Cuadro 27, se correlacionó altamente con el rendimiento ($r = -0,94$).

Cuadro 26. Rendimiento y componentes del rendimiento de Porrillo Sintetico en experimentos de análisis de crecimiento realizados en la sede del CIAT, en 1975-76.

Experimento	Rendimiento[1] (g m⁻²)	Días[2] hasta la floración	Días[2] hasta la madurez	Rendimiento[3] por día (g m⁻²)	Vainas[4] m⁻² (1 m²)	Granos vaina (1 vaina)	Tamaño del frijol (mg grano)	Materia seca total[5] (g m⁻²)	Indice de cosecha[6] (%)	Máximo número de nudos m⁻²
7616	412 (37)	51	95	4.12	314	5.71	197	698	52	1010
7630	355 (25)	33	69	4.79	276	5.49	200	503	61	732
7616	347 (39)	43	84	3.99	255	5.79	201	562	53	806
7707	312 (28)	33	75	3.90	256	5.72	182	475	56	572
7616	298 (37)	36	71	3.92	215	5.69	208	474	54	560
7609	295 (26)	32	72	3.83	220	5.65	204	410	62	545
7616	277 (39)	36	69	3.74	202	5.59	210	409	58	549
7541	277 (4)	34	72	3.59	208	5.93	191	384	62	576
7612	265 (20)	33	76	3.27	204	5.97	186	381	59	607
7629	232 (26)	34	81	2.69	180	5.29	214	349	57	492
7503	227 (20)	32	74	2.87	210	4.87	191	343	57	598
7622	219 (30)	33	67	3.04	192	5.52	176	337	56	612
Promedio	293	36	75	3.64	227	5.60	197	444	57	638
Desviación estándar	(57)	(5.6)	(7.6)	(0.59)	(39.3)	(0.30)	(12)	(106)	(3.3)	(145)
r (vs rendimiento)		0.74	0.85	0.85	094	0.41	0.17	0.96	-0.28	0.81

[1] Rendimiento (con base a una humedad del grano de 14%) se midió en áreas de 7-10 m² por repetición, con 4 replicaciones por ensayo.
[2] Días después de la emergencia.
[3] Rendimiento/día desde la siembra hasta la madurez fisiológica.
[4] Datos corregidos con base en una relación establecida con el rendimiento de la parcela principal [illegible] en una submuestra de 1 m².
[5] Relación de rendimiento/materia seca total en la cosecha [illegible] tallos y pecíolos en la madurez expresada en porcentajes.
[6] Desviación estándar.

Cuadro 27. **Valores de evaluación establecidos con base en una escala de severidad para posibles factores limitantes del rendimiento de Porrillo Sintético, en cada uno de los experimentos de análisis del crecimiento realizados en la sede del CIAT, en 1975-77.**

Experimento	Volcamiento	Añublo bacterial[2]	*Heliothis* sp.	Acaros[3]	Salinidad del suelo[4]	Drenaje deficiente	Suma de valores parciales
7630	1	1	1	1	1	1	6
7707	1	1	1	1	1	1	6
7609	1	1	1	1	2	1	7
7541	2	3	1	1	1	1	9
7616	2	1	3	1	1	1	9
7612	3	1	1	3	1	1	10
7629	4	1	1	1	1	3	11
7503	5	2	3	1	1	1	13
7622	4	1	1	1	4	1	12

Escala de severidad: 1 = el factor no está presente; 5 = factor en alto grado de severidad; los estimativos se basan en la experiencia global que se ha tenido en los experimentos fisiológicos realizados en el CIAT.
El control del añublo bacterial no fue efectivo con el uso de los productos químicos disponibles.
Se encontró resistencia de los ácaros a varios productos químicos aplicados.
Salinidad máxima: 2-3% de saturación de Na en complejo de intercambio.

Los datos promedio de radiación y temperatura, registrados durante los experimentos (Cuadro 28), presentan una variabilidad climática extremadamente baja.

La variación del rendimiento para una variedad en una localidad, en varias épocas de siembra, proporciona información útil para evaluar la importancia de varios parámetros fisiológicos en la determinación del rendimiento. La alta correlación significativa del número de vainas/m², materia seca total en la madurez y máximo número de nudos, presentada al final del Cuadro 26, apoya las conclusiones preliminares (Informe Anual del CIAT, 1976), las cuales indican que los cultivos con una estructura vegetativa más grande presentan mayores rendimientos. Una mayor producción de materia seca ($r = 0,96$ con el rendimiento) y un índice de cosecha relativamente constante ($r = -0,28$) se asociaron con esta tendencia del rendimiento. Un aumento en la estructura de nudos aumentó el índice de área foliar, lo cual resulta en mayores

Cuadro 28. **Datos sobre radiación solar media y temperatura media, para los experimentos de análisis del crecimiento (en el período entre la emergencia de la plántula a la madurez fisiológica), con Porrillo Sintético, en la sede del CIAT, en 1975-77.**

Experimento	Radiación (cal/cm²/día)	Temperatura °C
7616 (a)	497	23,1
7630	496	23,3
7616 (b)	506	24,1
7707	472	23,4
7616 (c)	504	24,3
7609	496	23,3
7616 (d)	503	24,3
7541	426	22,0
7612	460	23,2
7629	483	23,1
7503	444	22,9
7622	473	23,0
Media	480	23,4

Fuente: Estación Meteorológica del ICA, Palmira, Valle.

niveles de productos fotosintéticos disponibles, hasta un máximo de área foliar, el cual osciló entre 4,1 y 4,2 m^2/m^2, en esta variedad, bajo condiciones sin volcamiento. Mayores aumentos del área foliar, en los nudos superiores, después de la floración, se equilibraron por la pérdida de área foliar ocasionada por la senescencia en los nudos inferiores.

El Cuadro 26 presenta la duración del área foliar (DAF) o área foliar integrada, disponible durante un período dado del ciclo de crecimiento, es una medida de la disponibilidad total de área foliar verde con el tiempo. La Figura 9 muestra la relación lineal del máximo número de nudos con la DAF para la totalidad del período de crecimiento (emergencia hasta

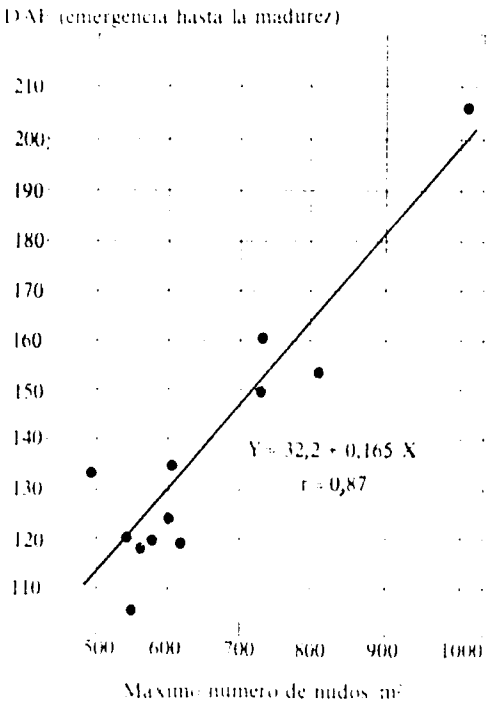


Figura 9. Regresión de la DAF (m^2 de área foliar días/m^2 de terreno), desde la emergencia hasta la madurez fisiológica, sobre el máximo número de nudos vegetativos, determinada después de la floración en los 14 ciclos de análisis del crecimiento para Porrillo Sintético realizados en la sede del CIAT, entre 1976-77.

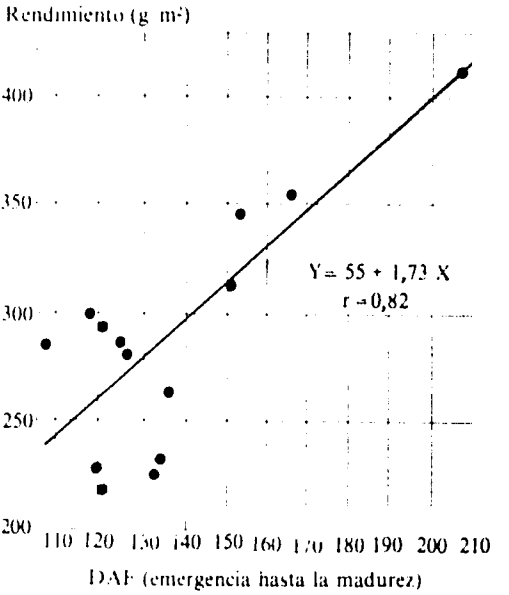


Figura 10. Regresión del rendimiento de grano (con un contenido de humedad del 14%) sobre la DAF (m^2 de área foliar días/m de terreno) desde la emergencia hasta la madurez fisiológica, para 14 ciclos de análisis de crecimiento con Porrillo Sintético, realizados en la sede del CIAT, entre 1975-77.

la madurez fisiológica) para los 14 ciclos. Los cultivos con una estructura total de nudos más grande mantuvieron una área foliar a un mayor nivel, a través de todo el ciclo de crecimiento. A su vez, una mayor DAF se correlaciona con el rendimiento final (Figura 10). Sin embargo, el volcamiento influyó en alguna forma sobre esta relación. Los tres cultivos en la parte izquierda inferior de la Figura 10 sufrieron un volcamiento severo (experimento 7629, 7503 y 7622), lo cual resultó en una disminución aparente en la eficiencia del área foliar disponible. Esto indica que un aumento en la DAF sin un mejoramiento en la resistencia al volcamiento, no producirá niveles de rendimiento mayores a causa de la utilización ineficiente de la radiación solar por las coberturas foliares volcadas.

En la Figura 11 se presenta la influencia del volcamiento sobre la altura de la

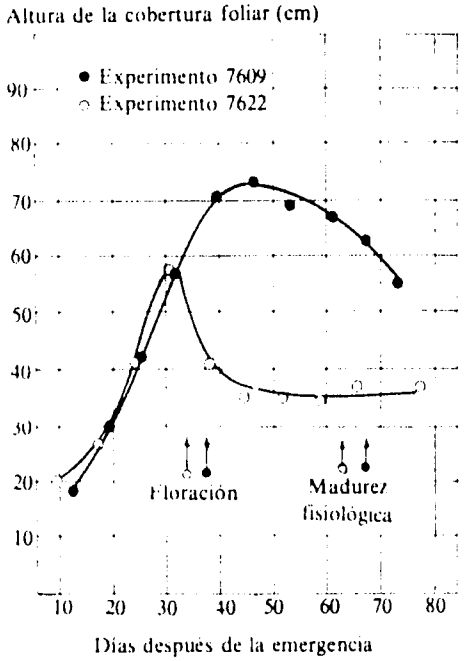


Figura 11. Efecto del volcamiento sobre la altura de la cobertura foliar, en dos experimentos de análisis del crecimiento con Porrillo Sintético.

cobertura foliar en dos experimentos típicos. El experimento 7622 sufrió un volcamiento inmediatamente antes de la floración durante una tormenta fuerte, en tanto que el 7609 sufrió una disminución gradual en la altura de la cobertura, a medida que el cultivo se aproximó a la madurez. El tipo más común del volcamiento no es el del doblamiento del tallo en sí mismo sino el volcamiento de la raíz, lo cual ocasiona la caída de toda la planta.

A continuación, se presenta la regresión del rendimiento sobre la DAF para varios períodos del crecimiento:

Rendimiento (Y) *vs* DAF (emergencia hasta la madurez): $Y = 55 + 1{,}73X, r = 0{,}82$
Rendimiento (Y) *vs* DAF (emergencia hasta la floración): $Y = 155 + 3{,}49X, r = 0{,}80$
Rendimiento (Y) *vs* DAF (floración hasta la madurez): $Y = 45 + 2{,}49X, r = 0{,}78$.

Con base en estos datos es obvio que puede ser necesario un aumento general en el área foliar, en todas las etapas de crecimiento, en vez de hacer énfasis particular en el período después de la floración. También es obvio, a partir de estos datos globales, que un alto DAF antes de la floración normalmente significa un alto DAF después de la floración. Esto también implica que un aumento en el DAF y presumiblemente, en la disponibilidad de productos de la fotosíntesis, conduce a una mayor disponibilidad de sitios de acumulación y también, una mayor disponibilidad de sitios de producción, después de la floración para llenar los sitios de acumulación disponibles.

La relación existente entre la tasa de crecimiento del cultivo (TCC): g m^2 día de Porrillo Sintético, para la parte aérea del cultivo y el índice de área foliar (IAF), es una consideración importante con relación a las conclusiones anteriores. La TCC se calculó con base en muestras de materia seca total, tomada semanalmente, hasta los 56 días después de la emergencia (una alta pérdida foliar, después de los 56 días, no permite evaluar la TCC para todo el cultivo durante la fase de maduración). Los datos de la Figura 12 presentan una relación curvilínea con el IAF promedio con una máxima tasa de crecimiento promedio aproximadamente de 12 $g/m^2/$día a un IAF entre 3,0 y 4,0. Hasta un IAF semanal promedio de 4,0 m^2/m^2 no hay evidencia real de una respuesta óptima en estos datos. La variabilidad de la TCC, dentro de un rango dado de IAF, probablemente se asoció con el volcamiento, la radiación solar recibida y otros factores. Se está adelantando investigación sobre los factores asociados con esta variabilidad. Cualquier mejoramiento en el máximo IAF, por encima de estos niveles promedio, es posible que no esté asociado con aumentos en la TCC a estos valores más altos de IAF. Sin embargo, si se puede mejorar la resistencia al volcamiento, una mayor área foliar máxima debería resultar en una mayor DAF.

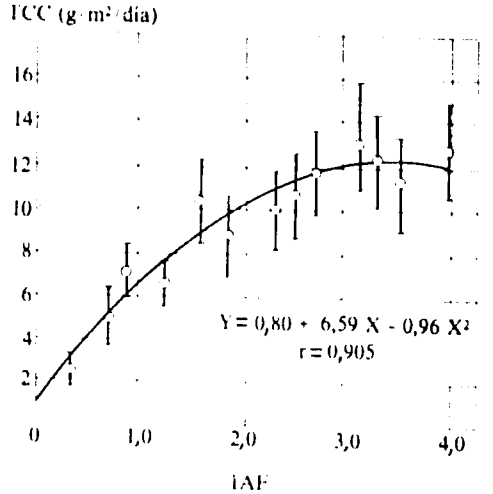


Figura 12. Relación entre la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) y el Indice de Area Foliar (IAF) promedio, con base en el promedio de muestreos semanales, en 12 ciclos de análisis del crecimiento con Porrillo Sintético realizados en la sede del CIAT, entre 1975 y 1977.

Los altos rendimientos obtenidos en los experimentos 7616, 7630 y 7707 se relacionaron con: a) un aumento en la duración del ciclo de cultivo mediante la manipulación de la fecha de floración, utilizando la respuesta al fotoperíodo (7616), o b) con las condiciones dentro del ciclo normal de crecimiento para esta variedad (7630 y 7707). En este último caso, ambos cultivos no sufrieron debido al volcamiento o bien, los problemas relacionados con enfermedades, insectos y suelo fueron mínimos (Cuadro 27).

CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO CON RELACION AL HABITO DE CRECIMIENTO

En el Cuadro 29 se presenta un resumen de los datos del análisis de crecimiento para cinco variedades representativas de

Cuadro 29. Rendimiento promedio y otros parámetros medidos en cinco cultivares, de los cuatro tipos de hábito de crecimiento, en experimentos de análisis del crecimiento, realizados en la sede del CIAT en 1975-77.

Parámetros	Cultivar y Hábito de crecimiento					
	P635 I	P788 I	P566 II	P498 III	P589 IV	
Rendimiento promedio (humedad del 14%) (g·m²)	230	242	273	322	365	
No. de experimentos	3	2	9	3	3	
No. de vainas/m²	142	246	216	265	294	-
No. de semillas/vaina	2,55	3,20	5,56	4,36	5,69	-
Tamaño de la semilla (mg/semilla)	544	272	195	240	185	-
Máximo número de nudos/m²	363	413	587	923	864	0,94
Máximo IAF	3,03	3,43	3,57	4,14	5,99	0,94
DAF[2] (E-F)[1]	23	18	36	41	81	0,93
DAF (F-M)	95	96	94	123	180	0,91
DAF (E-M)	118	114	130	164	261	0,93
Días hasta la floración (E-F)	25	25	33	33	41	0,95
Días hasta la madurez (E-M)	64	67	73	81	89	0,99
Rendimiento/día (S-M)	3,31	3,36	3,51	3,73	3,88	0,83
Rendimiento/DAF (E-M)[3]	1,95	2,12	2,10	1,96	1,40	

[1] Correlación con el rendimiento (r)
[2] Duración Area Foliar (m² días/m²)
[3] E = emergencia, F = floración, M = madurez fisiológica, S = siembra
[3] Eficiencia del área foliar en g/m²·días/m²

los cuatro hábitos de crecimiento que se han definido en el CIAT. El rango promedio de rendimiento es típico para las variedades en el CIAT, bajo condiciones de monocultivo. Para los efectos de comparar información, se incluyen los datos promedios para Porrillo Sintético presentados en el Cuadro 26. Se excluyeron los tratamiento en el experimento 7616, los cuales fueron afectados por el aumento artificial de la duración del día.

A pesar de que se dispone de menos información para estos hábitos de crecimiento, las conclusiones que se pueden sacar son similares a las de Porrillo Sintético. Una mayor estructura de nudos y de área foliar son factores que se relacionan significativamente con el rendimiento. La precocidad comparativa de las variedades determinadas (P635 y P788), aparentemente, limita la máxima área foliar y a su vez, la DAF. El rendimiento promedio por día es ligeramente inferior, en comparación con Porrillo Sintético

La eficiencia del área foliar (rendimiento de frijol en grano DAF) para las cuatro variedades no trepadoras es muy similar, oscilando entre 1,95 y 2,12 g m² días m². Esto indica que en estas líneas las diferencias en el tipo de cobertura foliar no influye significativamente sobre la capacidad de rendimiento del sistema fotosintético. Sin embargo, la eficiencia del área foliar, para la variedad trepadora utilizada, fue mucho más baja aun teniendo como soporte una espaldera, posiblemente a causa del desarrollo excesivo del área foliar (máximo IAF de 5,99), lo cual ocasionó autosombrío de las hojas más bajas. Esta conclusión encuentra apoyo en los perfiles de rendimiento por nudo observados para la variedad P589 (Informe Anual del CIAT, 1976).

Los datos sobre la TCC para el escaso número de ciclos de crecimiento con P589, indican que existe una menor tasa de crecimiento, a mayores valores de IAF, en comparación con P566. Es necesario obtener más información acerca de este campo de la investigación para llegar a conclusiones más precisas.

MANIPULACION DEL CULTIVO

Fertilización con bióxido de carbono

En el primer experimento, se aplicó bióxido de carbono (1200 ppm) a Porrillo Sintético, en cámaras de 1 m² ventiladas y de extremo superior abierto, durante dos períodos de crecimiento: a) Período 1 (-5 a +15 días de la floración); b) Período 2 (-5 a +35 días de la floración). El experimento tuvo como objetivo evaluar la importancia relativa de una mayor disponibilidad de productos de la fotosíntesis, durante el período después de la primera floración, al determinar el número final de vainas (Período 1), en comparación con el período total de floración, formación de vainas y llenado, hasta la madurez fisiológica (Período 2). En el Perido 1 se obtuvo un 40 por ciento de aumento en el rendimiento, en comparación con un 43 por ciento para el Período 2 (Cuadro 30). Los beneficios de una mayor disponibilidad de productos de la fotosíntesis parece ser de gran importancia, durante el período inmediatamente después de la floración, a causa principalmente de una mayor formación de vainas y un mayor número de granos maduros, vainas. La suplementación con CO_2 durante 20 días adicionales, en el Período 2, sólo produjo un 3 por ciento de aumento en el rendimiento, en comparación con el Período 1.

La mayor disponibilidad de productos de la fotosíntesis no alteró significativamente el número final de nudos, lo cual indica que la estructura global de la cobertura no cambió. La mayor producción de materia seca se dividió entre las partes vegetativas y las reproductivas, con un ligero aumento en el

Cuadro 30. **Efecto de la fertilización[1] con bióxido de carbono, aplicado en dos períodos, sobre el rendimiento y otros parámetros de Porrillo Sintético, en la sede del CIAT, en 1975-77.**

Período[2]	Tratamiento	Rendimiento[3] (g/m²)	No. de de vainas/m²	No. de granos vaina	Peso promedio grano (mg/grano)	No. de nudos en la madurez (l/m²)	Peso seco total (g/m²)	Indice de cosecha (%)
-5 to +15	CO_2	340 (140)	264	5,63	195	545	494	59,1
	Testigo	243 (100)	221	5,11	185	507	367	56,9
-5 to +35	CO_2	446 (143)	328	5,44	215	542	660	58,3
	Testigo	311 (100)	244	5,16	213	535	466	57,4
DMS 0,05		33	25	0,32	11	53	54	2,1
C.V. (%)		9,0	8,9	4,4	3,9	7,8	8,0	3,7

[1] CO_2 a razón de 1200 ppm (aproximadamente, 900 ppm por encima del nivel de CO_2 ambiental) aplicado en cámaras abiertas en la parte superior. Las cámaras testigo tienen ventilación abierta, con un nivel de CO_2 igual al del ambiente.
[2] Días de la floración.
[3] Con un contenido de humedad del 14%.

índice de cosecha, en las plantas tratadas con CO_2 en ambos períodos.

Los resultados indican consistentemente que la disponibilidad de productos de la fotosíntesis, en el período inmediatamente después de la floración, controla la formación de vainas y el rendimiento en esta variedad. Es posible lograr un mejoramiento en la disponibilidad de productos de la fotosíntesis, aumentando el área foliar y la DAF o bien, aumentando la eficiencia fotosintética del área foliar disponible. Ambos factores se pueden mejorar mediante la obtención de plantas con tallo erecto y con resistencia al volcamiento.

Fertilización con dióxido de carbono/elementos mayores

Se realizó un segundo experimento para probar la hipótesis de que la aplicación foliar de nutrimentos mayores (N, P, K y S) a la cobertura foliar, puede aumentar el rendimiento a pesar de que el cultivo se haya fertilizado con todos los elementos críticos al momento de la siembra. Las investigaciones en cultivos de soya, realizadas en Estados Unidos, habían indicado esta posibilidad. También, se evaluó la posibilidad de una interacción entre una mayor disponibilidad entre productos de la fotosíntesis y una mayor disponibilidad de nutrimentos. El Cuadro 31 presenta los resultados de un experimento factorial con las combinaciones apropiadas. El aumento global del rendimiento debido a la fertilización con CO_2 entre los -5 a los +35 días de la floración, sólo fue del 21 por ciento (Tratamiento 1), en comparación con el 43 por ciento en el primer experimento. El cultivo creció en buenas condiciones y el volcamiento no fue un problema: el área foliar de los cultivos testigo (adyacentes) alcanzó valores de 4,0 m²/m². Probablemente, la cobertura foliar testigo fue más eficiente en este experimento, lo cual indica que la disponibilidad de productos de la fotosíntesis no fue un factor tan limitante. Los efectos de la fertilización con NPKS fueron totalmente aditivos, sin evidencias de una interacción positiva. Se determinó un aumento en el rendimiento del 6 por ciento, para la aplicación de NPKS, con o sin CO_2. En este experimento, el aumento del rendimiento como consecuencia de la

Cuadro 31. **Efecto de la fertilización con bióxido de carbono (-5 a +35 días a partir de la floración) y aplicación foliar de NPKS sobre el rendimiento y otros parámetros de Porrillo Sintético, en la sede del CIAT.**

Tratamiento[1]	Rendimiento (g/m²)	No. de vainas/m²	No. de granos vainas	Peso del grano (mg/grano)	No. de nudos (1/m²)	Materia seca total (g/m²)	Indice de cosecha (%)
CO_2	471(121)	328	5,64	219	605	706	57,4
NPKS	412(106)	286	5,73	216	501	608	58,3
CO_2 + NPKS	493(126)	330	5,83	220	505	716	59,2
Testigo	390(100)	273	5,59	219	504	574	58,4
Parcela de campo	353(90)	248	5,78	212	527	510	59,5
DMS 0,05	45	36	0,52	13	62	63	3,8
C.V. (%)	6,6	6,5	4,8	3,1	6,2	5,4	3,4

[1] Tratamientos 1 a 4 en cámaras de 1m², los tratamientos con CO_2 a razón de 1200 ppm, NPKS a razón de 80:12:23:5 kg/ha, respectivamente, en 5 aplicaciones foliares, el tratamiento 5, sin cámaras.

suplementación de CO_2 se relacionó casi en su totalidad con un aumento en la formación de vainas, lo cual indica la importancia de la disponibilidad de productos de la fotosíntesis durante esta fase.

Fertilización foliar en diferentes etapas del crecimiento

Se hizo un experimento para evaluar los efectos de la aplicación de NPKS en diferentes etapas del crecimiento y con dosis crecientes, hasta un máximo de 80:12:23:5 kg/ha de NPKS, respectivamente. El Cuadro 32 presenta los rendimientos obtenidos. La mayoría de los tratamientos produjeron un ligero aumento en el rendimiento, el cual no fue significativo (promedio de 5,2 por ciento); este resultado apoya los datos del experimento anterior. A pesar de que es necesario adelantar otras investigaciones complementarias, los resultados obtenidos hasta el momento indican que, cuando un cultivo de fríjol presenta buena disponibilidad de nutrimentos aplicados al suelo en el momento de la siembra, no parece haber una respuesta real a la utilización de nutrimentos solubles aplicados foliarmente durante el ciclo de crecimiento. Por otra parte, las aplicaciones foliares pueden ser convenientes al hacerlas en etapas críticas del crecimiento, cuando existen deficiencias en el suelo.

COMPONENTES DE LA ADAPTACION

En 1977 continuaron las investigaciones sobre los componentes fisiológicos de la adaptación, considerados como importantes en la determinación del rango de adaptación del germoplasma. Se están desarrollando métodos de selección para obtener progenitores con las características deseables. Los componentes que se están evaluando incluyen: sensibilidad al fotoperíodo, tolerancia al exceso de agua en el suelo, resistencia a la deficiencia de agua, adaptación a la temperatura (altitud), respuesta a la densidad de siembra y estabilidad del hábito de crecimiento. Este último factor se está

Cuadro 32. **Rendimiento y componentes del rendimiento de Porrillo Sintético, con tratamiento de 10 aspersiones foliares de NPKS aplicadas en cinco etapas diferente del crecimiento, en la sede del CIAT.**

Tratamiento de NPKS[1] (kg/ha)	Etapas del crecimiento[2]	Rendimiento[3] (g/m²)	No. de vainas/m²	No. de granos/vaina	Peso del grano (mg/grano)	% de N en el grano
Testigo	-	312 (100)	239	5,71	228	4,21
80:12,0:33,0:5,0	1,2,3,4,5	323 (104)	252	5,51	232	4,02
16: 2,5: 6,6:1,0	1	339 (109)	253	5,70	235	4,10
16: 2,5: 6,6:1,0	2	313 (100)	231	5,72	236	4,14
16: 2,5: 6,6:1,0	3	333 (107)	257	5,59	239	4,08
16: 2,5: 6,6:1,0	4	332 (106)	249	5,33	234	4,10
16: 2,5: 6,6:1,0	5	320 (103)	244	5,26	237	4,22
32: 5,0:13,2:2,0	1,2	328 (105)	255	5,49	233	4,11
48: 7,5:19,8:3,0	1,2,3	339 (109)	280	5,13	223	4,18
64:10,0:26,4:4,0	1,2,3,4	324 (104)	250	5,39	237	4,18
DMS 0,05		39	36	0,59	16	0,20
C.V. %		8,2	9,5	7,5	4,8	3,3

[1] NPKS aplicados en forma de urea, sulfato de potasio y polifosfato de potasio, neutralizado y [illegible] aplicados en solución acuosa, a razón de 16,0:2,5:6,6:1,0 kg/ha de NPKS, respectivamente, por etapa de crecimiento.

[2] Etapas de crecimiento: 1 = [illegible] días de la floración, 2 = días de la floración, 3 = +7 días de la floración, 4 = +14 días de la floración, 5 = +21 días de la floración.

[3] Con un contenido de humedad del 14%.

estudiando en la Universidad de Cornell en un proyecto de investigación colaborativo con el CIAT; en 1978, se iniciará este trabajo en el CIAT.

Selección por respuesta al fotoperíodo

Se completó la selección de todas las líneas promisorias por su respuesta al fotoperíodo. Se estudió la fenología del material bajo luz artificial (18 horas día), en comparación con la de los testigos cultivados bajo condiciones normales a la luz del día, (aproximadamente, 12 horas 20 minutos). El sistema de iluminación en el campo se alteró antes de hacer las dos últimas selecciones, para incluir más materiales en el experimento. En el nuevo sistema se utiliza una batería de lámparas aéreas (83 bombillos incandescentes de 300 w a 2,5 m de altura, sobre una área de 25 m x 25 m). El sistema permite acomodar 500 materiales diferentes, cultivados en parcelas estacadas, con 4 semillas por sitio de siembra, (1 m x 50 cm), con dos replicaciones por tratamiento.

El Cuadro 33 presenta una comparación con 10 variedades entre el sistema utilizado anteriormente (de fuentes de luz en línea) con el nuevo método de iluminación aérea. La similitud de los resultados entre ambos métodos indica que éstos se pueden combinar para todas las cuatro selecciones. En el Cuadro 34 se presenta un resumen de los datos combinados para 808 materiales, la mayoría de los cuales son líneas promisorias. El 41 por ciento de las líneas evaluadas fue insensible al fotoperíodo (la floración se retardó menos de 4 días, en días de 18 horas). Los datos confirmaron también la tendencia observada anteriormente, la cual indica una menor proporción de materiales insensibles entre los de hábito de crecimiento III y IV. Un rasgo interesante en estos datos es

Cuadro 33. **Comparación de dos sistemas para seleccionar por respuesta al fotoperíodo en la sede del CIAT; los números indican el retraso de la floración (días) en 10 variedades, bajo un fotoperíodo de 18 horas comparado con el fotoperíodo normal de 12 horas, 20 minutos.**

	Retraso de la floración (días)			
	Fuente de luz[1] en la cabecera de la parcela		Fuente de luz aérea[2]	
Línea	Experimento 7501A	Experimento 7501B	Experimento 7617	Clasificación del fotoperíodo[3]
P005	17	10	15,5	3N
P006	0	1	1,5	1N
P008	15	15	15	3N
P012	-1	2	0,5	1N
P302	1	-2	0	1N
P306	23	21	23,5	4N
P459	7	3	0,5	1N
P566	14	10	13,5	3N
P514	29	18	16,5	3N
P540	16	16	17	3N

[1] Fuente de luz colocada a una altura de 2,5 m.
[2] Fuente de luz sobre el lote colocada a 2,5 m de altura
[3] 1N = 4 días de retraso, 2N = 4-10 días de retraso, 3N = 10-20 días de retraso, 4N = 20-30 días de retraso, 5N => [illegible] retraso. N = ausencia de abscisión anormal de flores en días largos

la alta proporción (39 por ciento) de materiales extremadamente sensibles (>30 días de retraso) en el material del tipo IV. La evaluación de las posibles razones de esta tendencia presenta algunos impedimentos puesto que, frecuentemente, se desconoce el origen del germoplasma original.

La importancia de la insensibilidad al fotoperíodo en fríjol, con respecto a la adaptación amplia, todavía no se ha evaluado totalmente pero, cuando se hayan analizado todos los resultados del primer IBYAN, seguramente se tendrá una idea más clara. Uno de los objetivos del mejoramiento por el Ideotipo B (Informe Anual del CIAT, 1976), es aumentar el período de prefloración. A pesar de que la búsqueda de materiales, de floración tardía, insensibles al fotoperíodo y agronómicamente aceptables, no ha tenido mucho éxito hasta la fecha, este factor para latitudes mayores (es decir >15°N o S), se puede mejorar utilizando progenitores con niveles intermedios de sensibilidad. En materiales insensibles, el período de prefloración al fotoperíodo se debería alargar siempre y cuando el sistema de cultivos predominante permita la producción durante días largos (>12 horas).

Selección por tolerancia al exceso de agua en el suelo

En algunas partes del mundo, la producción de fríjol está limitada por la alta precipitación, la cual produce volcamiento de las plantas a causa del agua acumulada en suelos mal drenados. En dos experimentos, se evaluó un método de selección por tolerancia al exceso de agua en el suelo, bajo las condiciones existentes en la sede del CIAT. El sitio de experimentación se niveló y se construyeron diques para mantener el agua en los surcos a una altura de 5 - 8 cm por debajo de la cresta de las dos hileras (1 m entre hileras). El agua se mantuvo a este nivel, a partir de los 12 días

Cuadro 34. **Número de genotipos, de los cuatro hábitos de crecimiento, seleccionados por su respuesta al fotoperíodo, en la sede del CIAT entre 1975 y 1977.**

Hábito de crecimiento	Clasificación de la respuesta al fotoperíodo					Total
	1 <4[1]	2 4-10	3 11-20	4 21-30	5 >30	
I	97 (43)[2]	22 (10)	59 (26)	30 (13)	18 (8)	226 (100)
II	163 (55)	40 (14)	67 (23)	17 (6)	7 (2)	294 (100)
III	61 (30)	26 (13)	41 (20)	38 (18)	40 (19)	206 (100)
IV	15 (18)	7 (9)	18 (22)	10 (12)	32 (39)	82 (100)
Total	336 (41)	95 (12)	185 (23)	95 (12)	97 (12)	808 (100)

[1] Días de retraso de la floración, en fotoperíodos de 18 horas, en comparación con la duración normal del día de 12 horas, 20 minutos.
[2] Los números entre paréntesis corresponden al porcentaje de genotipos de un mismo hábito de crecimiento, los cuales respondieron significativamente al tratamiento.

después de la emergencia hasta la madurez fisiológica. En el primer experimento, se evaluaron 25 líneas promisorias y en el segundo, 100 líneas. Los resultados indican la existencia de amplias diferencias genéticas por resistencia al exceso de agua entre el material evaluado. El Cuadro 35 muestra que los tipos Porrillo (P566, P757, P675) mostraron excelente tolerancia, en tanto que los materiales del tipo Jamapa (P302, P737, P459) presentaron una reducción del rendimiento relativamente uniforme de 46 -48 por ciento. La mayor reducción en el rendimiento en el primer experimento (60 por ciento) se observó para el material P512 de semilla negra. Aunque las variedades negras del Tipo II presentaron el mayor nivel de tolerancia, la respuesta no tiene relación con el color de la semilla per se. En el Cuadro 36 se presenta un resumen de los resultados de la selección en el segundo experimento.

Selección por resistencia a la deficiencia de agua

En selecciones por resistencia a la deficiencia de agua, realizadas anteriormente, una gran cantidad de materiales presentó mala adaptación a las condiciones de la Estación Experimental "La Molina" en un valle de la costa de Perú. Se realizó un experimento en el CIAT para evaluar un método de selección utilizando la termómetría infrarroja. Se utilizó un termometro manual, sensible a variaciones de temperatura de ± 0,2°C con un radio de acción de 10-15 cm, para evaluar la temperatura diferencial de la cobertura foliar (Δ T) entre parcelas con riego y parcelas con deficiencia de agua, durante un ciclo de secamiento después del riego. El cierre de los estomas, durante el inicio de la deficiencia de agua, normalmente resulta en mayores temperaturas

Cuadro 35. **Rendimiento[1] de variedades seleccionadas por su tolerancia al exceso de agua en el suelo, en un primer ensayo experimental realizado en el CIAT.**

Línea	Variedad	Hábito de crecimiento	Rendimiento (g/m²) Testigo	Con exceso de agua	Reducción del rendimiento (%)
P566	Porrillo Sintético	II (N)[2]	240	207	14
P757	Porrillo 1.	II (N)	228	175	23
P675	ICA-Pijao	II (N)	260	190	27
P458	ICA-Tui	II (N)	243	175	28
P511	S-182N	II (N)	241	141	41
P302	PI 309 804	II (N)	248	135	46
P643	Nep 2	II (B)	219	117	47
P788	PI 284 703	I (A)	216	115	47
P737	Jamapa (VEN)	II (N)	268	142	47
P459	Jamapa (CRI)	II (N)	271	141	48
P692	Diacol Calima	I (R)	242	112	54
P637	Línea 17	I (R)	252	109	57
P512	S-166 AN	III (B)	297	118	60
DMS (variedad x tratamiento) 0,05			49,9		
C.V. %			16,2%		

[1] Promedios de tres replicaciones por tratamiento
[2] Color de la semilla N=negro, B=blanca, A=amarilla, R=roja

de la cobertura foliar hasta un límite determinado por las características de irradiación de las hojas. Las variedades que presentaron valores progresivamente mayores de Δ T, durante el ciclo de secamiento, sufrieron altos niveles de deficiencia de agua en los tejidos. Las mediciones se iniciaron aproximadamente cuando las plantas alcanzaron su máximo índice de área foliar (7 días después del riego) y se hicieron diariamente entre las 11:00-12:30. Se utilizaron 44 variedades de los hábitos de crecimiento I, II y III. Se obtuvieron los resultados de cinco días de mediciones, antes de que se iniciaran las primeras lluvias de la estación, en septiembre 1977, las cuales forzaron la terminación del estudio. La Figura 13 muestra los valores de la ΔT para los genotipos P692 y P729, los cuales presentaron comportamientos extremos. Las mediciones hechas en P692, indicaron que este material sufrió en mayor grado, a causa de la deficiencia de agua, lo cual también se observó visualmente. El genotipo P729, el cual previamente se había identificado en Perú (Informe Anual del CIAT, 1975) como material resistente a la deficiencia de agua, presentó una temperatura de cobertura foliar ligeramente inferior a la parcela testigo. En el Cuadro 37 se presenta un resumen de las lecturas de la ΔT durante cinco días, según el hábito de crecimiento. Se observa claramente una tendencia definida a una mayor susceptibilidad a la deficiencia de agua, en los materiales del Tipo I, en comparación con los tipos indeterminados, lo cual también se comprobó en observaciones de campo.

Los resultados obtenidos indican que el

Cuadro 36. **Resultados[1] de un segundo experimento de selección por tolerancia al exceso de agua en el CIAT; las cifras representan número de variedades pertenecientes a su tolerancia en tres niveles con base en la reducción del rendimiento.**

Hábito de crecimiento	Reducción del rendimiento[2] Baja <40%	Moderada 40-68%	Alta >68%	Total
I	6	14	1	21
	(29)	(67)	(4)	(100)
II	4	26	5	35
	(11)	(74)	(14)	(100)
III	2	19	6	27
	(7)	(71)	(22)	(100)
Total	12	59	12	83[2]
	(14,0)	(71,1)	(14,4)	(100)

[1] 100 variedades seleccionadas; se excluyen 17 a causa de síntomas virales.
[2] Porcentaje de reducción = (rendimiento del testigo-rendimiento del tratamiento) (rendimiento del testigo). Reducción del rendimiento promedio 54 + 14%).

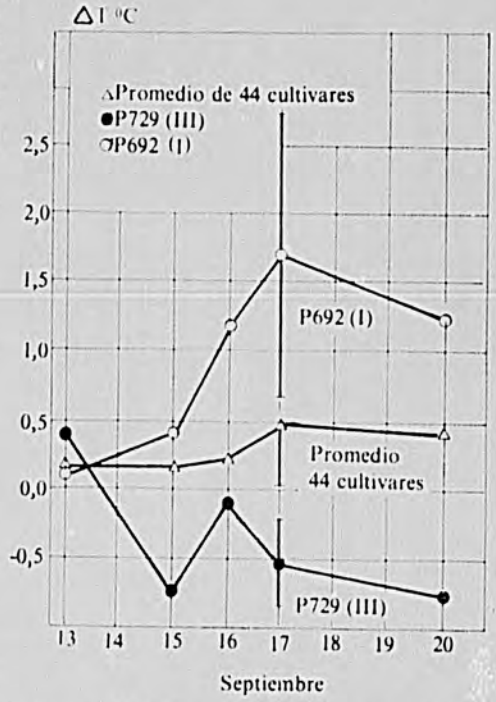


Figura 13. **Diferencias en la temperatura de la cobertura foliar (ΔT), cuya medición se hizo en 5 fechas, para dos variedades contrastantes durante un período de secamiento del cultivo, y el promedio de 44 cultivares.**

método es promisorio para la evaluación rápida y cuantitativa de la resistencia a la deficiencia de agua, en un gran número de materiales, sin la necesidad de confiar en el método subjetivo de la evaluación visual o en otros métodos que requieren tiempo. Se tiene planeado realizar investigaciones en el CIAT, durante la estación seca, para correlacionar los resultados de este método con las reducciones en rendimiento observadas en tratamientos de deficiencias de agua. Tal método podría constituir una herramienta útil para la selección de materiales avanzados.

Selección por adaptación a la temperatura

En ensayos uniformes de rendimiento, realizados por la Sección de Agronomía del Programa, en varias altitudes en Colombia y Ecuador, ciertas selecciones del germoplasma presentaron buena adaptación en un rango de altitudes de 14 - 1900 m sobre el nivel del mar. Por otra parte, algunos materiales presentaron una mala

Cuadro 37. **Resultados de la selección de 44 materiales, con base en la temperatura diferencial (ΔT) de la cobertura foliar (las cifras representan número de materiales probados, dentro de cada hábito de crecimiento).**

Hábito de crecimiento	ΔT de la cobertura foliar (°C)[1] <0,20	0,20-0,40	>0,40	Total
I	3	4	7	14
II	8	4	3	15
III	6	5	4	15

[1] Diferencia promedio entre la temperatura de la cobertura foliar de la parcela testigo con riego y la parcela con deficiencia de agua. Las mediciones se hicieron diariamente, durante 5 días, entre las 11:00 y 12:30 horas.

adaptación a las altitudes más bajas. Se seleccionaron 40 genotipos diferentes (10 de cada hábito de crecimiento), para su evaluación fisiológica, en cuatro regímenes de altitud/temperatura. Los suelos se fertilizaron y encalaron para reducir la influencia de condiciones edáficas adversas. Las enfermedades también se controlaron para evitar interacciones con relación a la resistencia diferencial a enfermedades en los materiales.

Se dispone de los resultados experimentales para las primeras tres localidades. No se incluyó información de ocho variedades, debido a los severos síntomas ocasionados por virus bajo las condiciones del CIAT. Además, el ensayo realizado en Popayán sufrió deficiencia de agua en diversas etapas del crecimiento, a causa de la falta de facilidades de riego; por lo tanto, los rendimientos en general fueron bajos.

En el Cuadro 38 se presentan los rendimientos de los cultivares de los Tipos I y IV, entre los cuales se observaron las mayores interacciones cultivar x temperatura. Entre los genotipos del Tipo I, P637 presentó rendimientos superiores al promedio, en cada localidad, en tanto que Diacol Andino se adaptó deficientemente a las altitudes más bajas, con buena adaptación en la altitud más alta, casi igualando el rendimiento de P637 en elevaciones de 1900 m sobre el nivel del mar. Este patrón también se observó en el genotipo P589 entre los materiales del Tipo IV y mostró excelente adaptación, en todas

Cuadro 38. **Rendimiento de variedades seleccionadas en experimentos de adaptación a la temperatura, realizados en tres altitudes en Colombia (CIAT-Palmira; Las Guacas, Cauca; Dagua, Valle) en 1977A.**

Localidad	Dagua	CIAT-Palmira	Las Guacas
Altitud (m.s.n.m.)	825	1001	1850
Temperatura media °C	25,1	23,9	19,1
Temperatura máxima °C	29,7	28,7	24,7
Temperatura mínima °C	20,6	19,2	13,5
Identificación	Rendimiento (g/m²) (14% de humedad)		
Hábito de crecimiento I			
P637	198 (120)	314 (113)	169 (115)
Diacol Andino	36 (22)	200 (72)	166 (113)
P759	206 (124)	316 (114)	115 (78)
Promedio del hábito de crecimiento[1] (n = 8)	165 (100)	278 (100)	147 (100)
Hábito de crecimiento IV			
P589	402 (142)	382 (130)	197 (113)
P590	7 (2)	20 (7)	150 (86)
P260	323 (114)	298 (102)	161 (92)
Promedio del hábito de crecimiento IV (n = 8)	282 (100)	293 (100)	175 (100)

[1] Porcentaje del rendimiento promedio, en cada hábito de crecimiento y en cada lugar.

las altitudes, en tanto que P590 (Cargamanto), prácticamente, no dio rendimiento alguno en las localidades más bajas. Aunque las plantas de P590 presentaron un crecimiento vegetativo vigoroso, sólo produjeron vainas aisladas, con muy pocas semillas. En los cultivares P759(I) y P260(IV) se observó cierta tendencia a la disminución de sus rendimientos relativos al aumentar la altitud, pero este efecto se puede relacionar con las condiciones secas que se presentaron en Popayán a finales de 1976, en vez de relacionarlas con las condiciones de temperatura en sí mismas. Este año se están repitiendo los experimentos y se están evaluando los factores fisiológicos asociados con estas interacciones.

Los datos de este y otros ensayos, incluyendo el IBYAN de 1976, muestran que en algunos materiales de *Phaseolus* se presenta una adaptación relativamente amplia en lo que respecta a las condiciones de temperatura, dentro de un rango promedio de 18-26°C durante la estación de crecimiento.

Selección por respuesta a la densidad de siembra

Los resultados obtenidos en 1976 mostraron una interacción variedad x densidad en fríjol arbustivo. Las recomendaciones para el desarrollo de un tipo de planta, en la sede del CIAT, favorecen al Ideotipo C, el cual presenta adaptación a las condiciones de baja densidad, las cuales son típicas de la mayoría de las fincas pequeñas en América Latina. A principios de 1977, se seleccionaron 100 materiales promisorios bajo dos densidades de población (8 y 30 plantas/m^2, respectivamente) para evaluar progenitores para este ideotipo. Los resultados indican que existen diferencias entre los materiales por su respuesta a la densidad de población. La variabilidad de campo observada fue muy alta y por lo tanto, el experimento se está repitiendo. Los resultados de los ensayos de densidad realizados en el CIAT fueron altamente afectados por el volcamiento y en cierto grado, por el "Problema X" el cual parece depender de la densidad de siembra para su ocurrencia. En gran medida, la severidad de los síntomas depende de la variedad.

MICROBIOLOGIA

En 1977 se dio énfasis al estudio de las diferencias varietales en cuanto a fijación de nitrógeno y los factores culturales que la afectan. Se desarrollaron programas de computador para el almacenamiento y recuperación de datos sobre la colección de *Rhizobium* (esta actividad se discute con más detalles en el presente informe, en el capítulo del Programa de Ganado de Carne y de la Unidad de Biometría).

DIFERENCIAS VARIETALES EN LA FIJACION DE NITROGENO

Durante 1977, se evaluaron en Popayán más de 700 líneas promisorias de acuerdo a su capacidad de fijación de N utilizando la cepa de *Rhizobium* CIAT 1057. Si bien los cultivares estudiados se adaptaron pobremente a las bajas temperaturas, los materiales determinados de floración temprana, como P635 (Tipo I), fijaron consistentemente menos N que los cultivares indeterminados de los Tipos III y IV. Aunque todavía se están analizando los resultados de este experimento, estas diferencias varietales se confirmaron en otros estudios realizados este año.

En Popayán se evaluaron cultivares de los Tipos I y II por su potencial de fijación de N, en comparación con cultivares de los Tipos III y IV. Los cultivares incluidos en

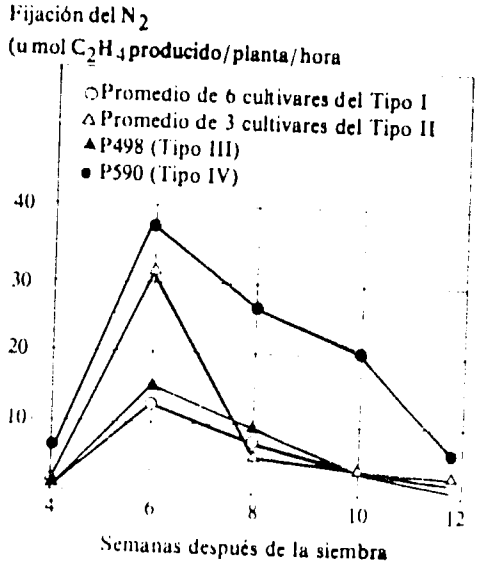


Figura 14. Diferencias varietales en la fijación de nitrógeno, con relación al hábito de crecimiento del fríjol.

el estudio fueron P243, P403, P536, P635, P637 y P692, del Tipo I y P561, Seafarer y Nep_2, del Tipo II. Los testigos utilizados fueron P498 (Tipo III) y P590 (Tipo IV). P590 presentó la mayor tasa de fijación de N (como N_2), como ya se había determinado en estudios realizados anteriormente (Figura 14). La máxima tasa de fijación de N_2 para este cultivar fue de 37,7 umoles de C_2H_4/planta/hora, seis semanas después de la siembra. Al hacer la correlación de este valor con base en la variación diurna en la fijación de N_2 y utilizando la relación hipotética de 3:1 para la conversión del C_2H_2: N_2 este cultivar fijó el equivalente de 73,7 kg/ha. de nitrógeno fijado/ciclo (Cuadro 39).

Este nivel es considerablemente mayor al obtenido con este cultivar en estudios anteriores. El cultivar arbustivo P498 también alcanzó una tasa de fijación relativamente alta, (32,2 umoles de C_2H_2/planta/ha); sin embargo ningún otro cultivar del Tipo I ó II alcanzó este nivel. Con frecuencia se infiere que aquellos cultivares más activos en cuanto a

Cuadro 39. Parámetros en la fijación de nitrógeno, en 11 cultivares de *P. vulgaris*, 6 semanas después de la siembra.

Material promisorio del CIAT (No.)	Peso seco de los nódulos (mg planta)	Actividad específica de nódulos (AEN)[1]	Reducción acetileno[2]	Nitrógeno fijado (kg/ha)	Hábito de crecimiento	Floración (días)	Madurez (días)	Rendimiento (kg/ha)
P243	24	371	8.9	12.2	I	45	110	2.200
P635	32	349	11,2	13,5	I	44	104	2.200
P692	35	318	12,8	27,6	I	47	104	1.900
P637	41	383	15,8	25,1	I	47	114	2.300
P402	59	339	20,1	25,1	I	47	110	2.300
P536	34	294	10,0	18,2	I	41	114	2.800
P561	34	257	8,8	19,8	II	43	110	3.000
Seafarer	33	539	17,6	21,2	II	45	120	1.900
NEP-2	29	447	12,9	26,0	II	53	116	2.600
P498	75	431	32,2	34,5	III	50	104	3.600
P590	106	355	37,7	73,7	IV	66	130	3.800

[1] umol C_2H_4 producido/peso seco (g) de los nódulos/hora
[2] umol C_2H_4 producido/planta/hora.

fijación de nitrógeno no producen altos rendimientos. A este respecto, P498 dio mayores rendimientos y mayor fijación de N que los otros cultivares arbustivos estudiados.

En este experimento, el contenido de carbohidratos solubles en los nódulos y la concentración de carbohidratos solubles fue mayor en P590 que en P498 (Figura 15). Es necesario hacer más estudios al respecto con estos dos cultivares.

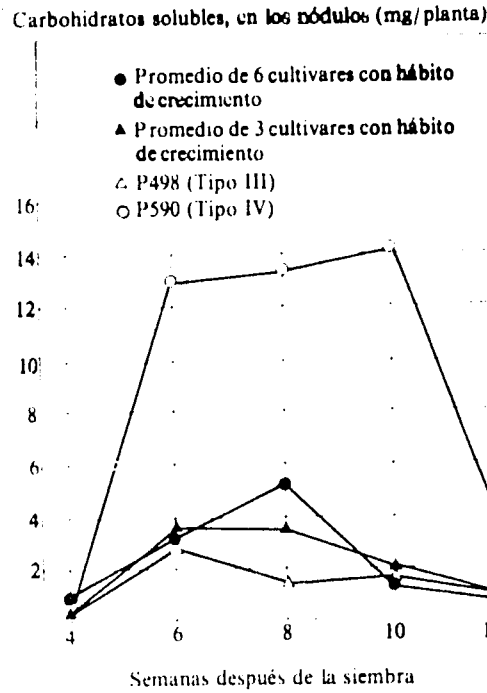


Figura 15. Diferencias en el contenido de carbohidratos solubles, en los nódulos, en 11 cultivares de fríjol, en relación con el hábito de crecimiento.

EFECTOS DE LA DENSIDAD SOBRE LA FIJACION DE NITROGENO

Se estudió el efecto de la densidad de siembra sobre la fijación de N en los cultivares P498, P590, y P635, utilizando el diseño en surcos paralelos de Bleasdale. Las distancias entre surcos y entre plantas se variaron para lograr densidades de población desde 5,5 hasta 120 plantas m^2.

A los 39 días después de la siembra, el efecto de la densidad de población sobre la fijación de N varió según el cultivar. La fijación de N_2 por planta en el cultivar P590 alcanzó un máximo nivel a una densidad de 8,5 plantas m^2 y disminuyó rápidamente a mayores densidades (Figura 16). P498 alcanzó un máximo a 18,5 plantas m^2 y disminuyó lentamente a mayores densidades. Sin embargo, la fijación de N_2 por unidad de área mostró que las tres variedades presentaron un máximo nivel de fijación a la mayor densidad estudiada (Figura 17a). La relativa insensibilidad a la fijación de nitrógeno en P498 con respecto a la densidad de siembra es paralela a la relación rendimientos-densidad de siembra en ese mismo cultivar (ver Informe Anual del CIAT, 1976).

Aunque se constató alguna variación en la actividad específica de los nódulos (AEN) (Figura 17b), gran parte de la diferencia en fijación se atribuyó al cambio en el peso fresco de los nódulos/planta (Figura 18). El aumento de la densidad de población también cambió el patrón de la nodulación en los tres cultivares. En las mayores densidades de siembra, los nódulos contenían una mayor proporción de carbohidratos totales de la planta (Figura 19) y mostraban concentraciones relativamente altas de carbohidratos solubles (Figura 20).

EFECTOS DE LA ASOCIACION MAIZ-FRIJOL SOBRE LA FIJACION DE NITROGENO

Se evaluó el efecto de la asociación de fríjol y maíz sobre la fijación de N por el fríjol. Los cultivares de fríjol P590 y P526 se sembraron en asociación con dos tipos de maíz uno vigoroso utilizado en fincas pequeñas y otro similar a los tipos mejorados de maíz.

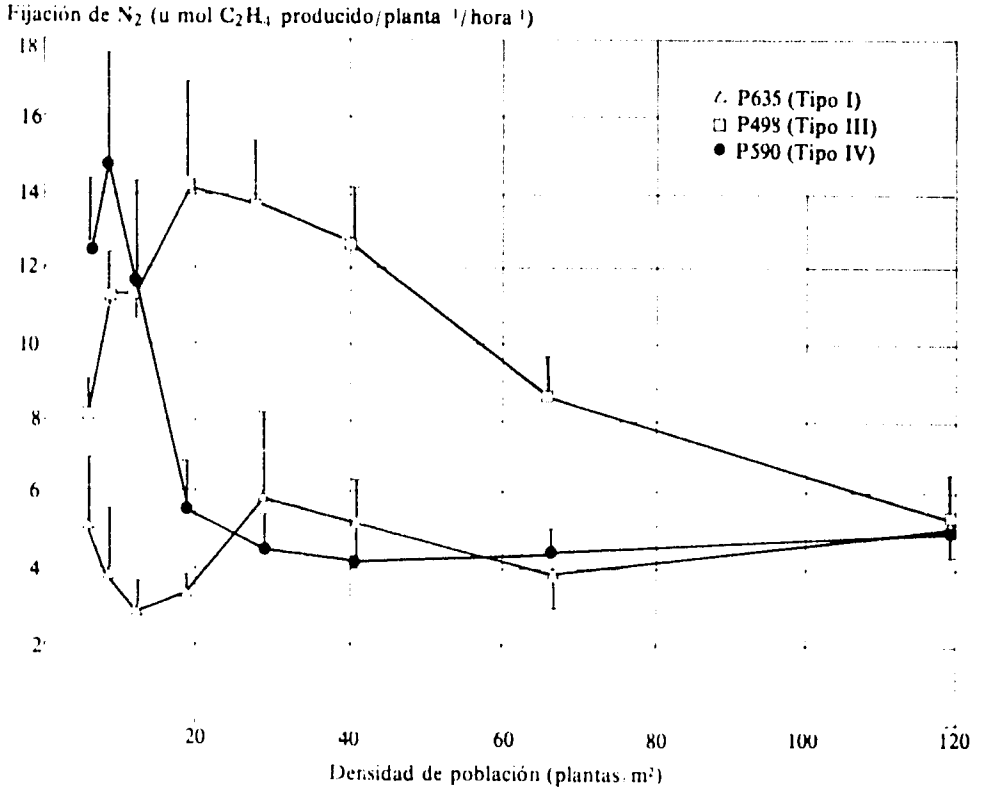


Figura 16. Efecto de la densidad de población sobre la fijación de nitrógeno en 3 cultivares de *P. vulgaris*, a los 39 días después de la siembra.

La Figura 21 presenta el peso total de la planta de fríjol y de las vainas/planta para P590 en monocultivo o en asociación con las dos poblaciones de maíz cuando se plantó P590 en asociación con Amarillo

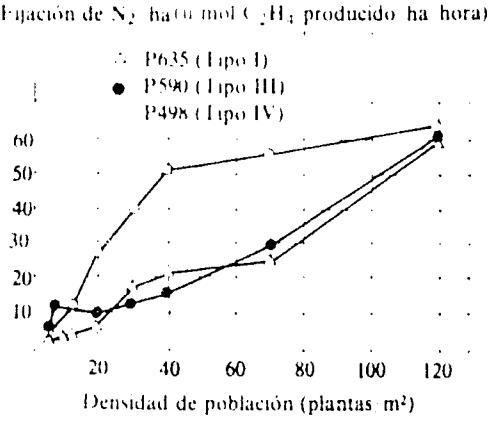


Figura 17a. Efecto de la densidad de población en la fijación de nitrógeno (C_2H_4) en 3 cultivares de *Phaseolus vulgaris*.

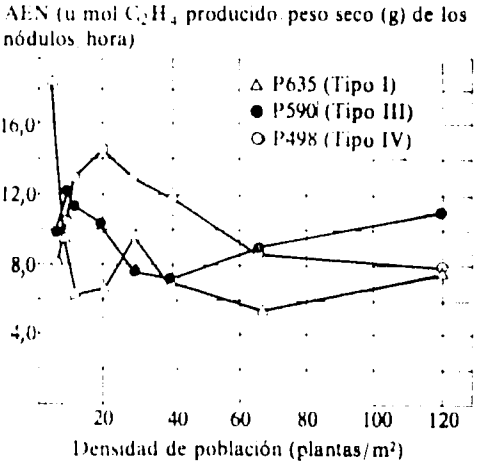


Figura 17b. Efecto de la densidad de población en la actividad específica de los nódulos en 3 cultivares de *Phaseolus vulgaris*.

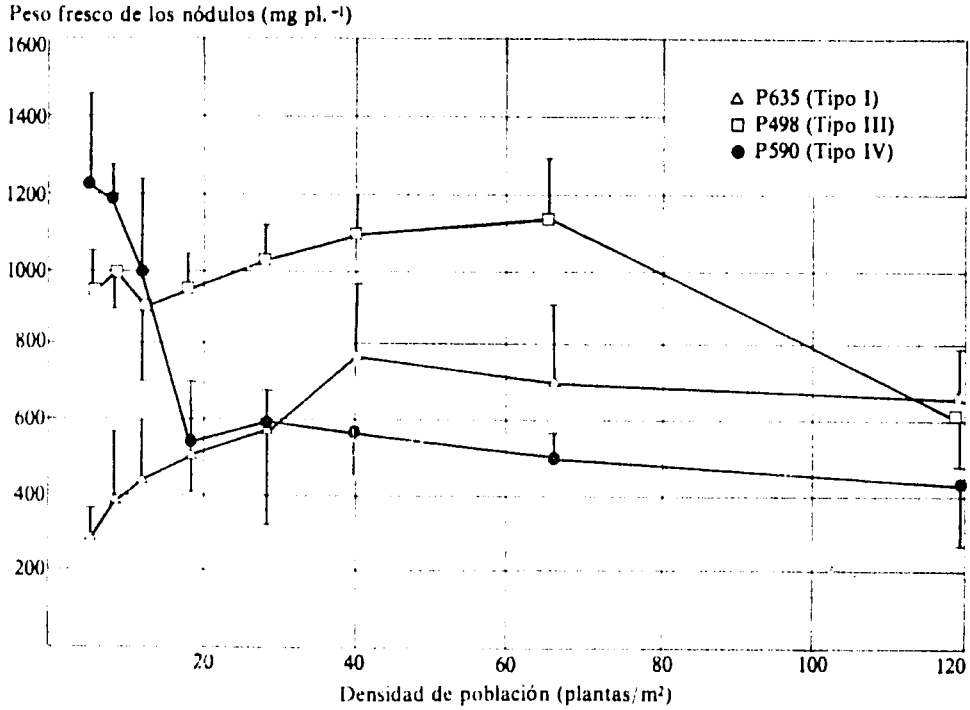


Figura 18. Efecto de la densidad de población sobre el peso fresco de los nódulos, en 3 cultivares de *P. vulgaris*, a los 39 días después de la siembra.

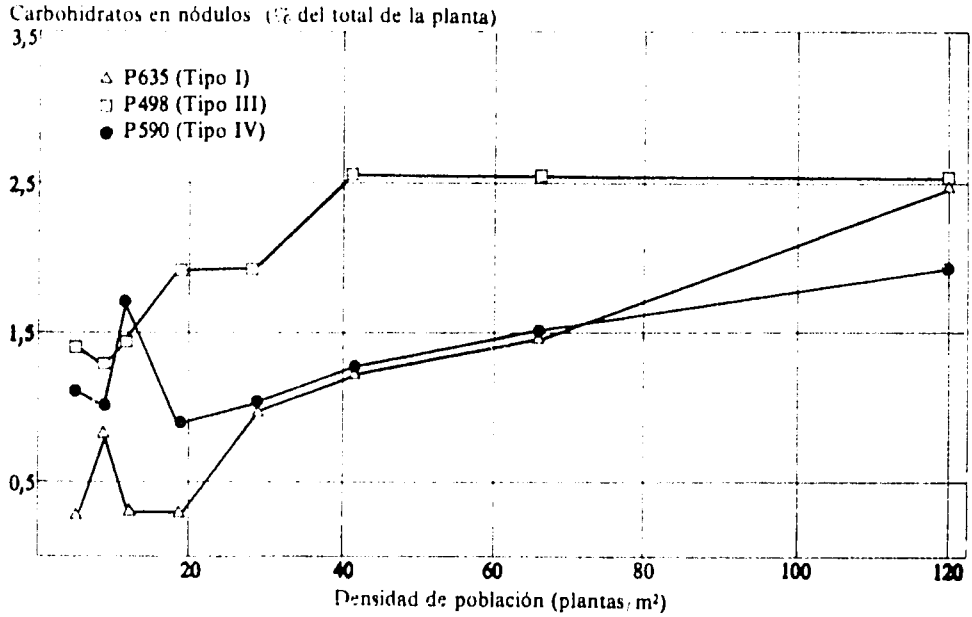


Figura 19. Efecto de la densidad de población sobre el porcentaje del contenido total de carbohidratos de la planta, recuperado en los nódulos de 3 cultivares de *Phaseolus vulgaris*.

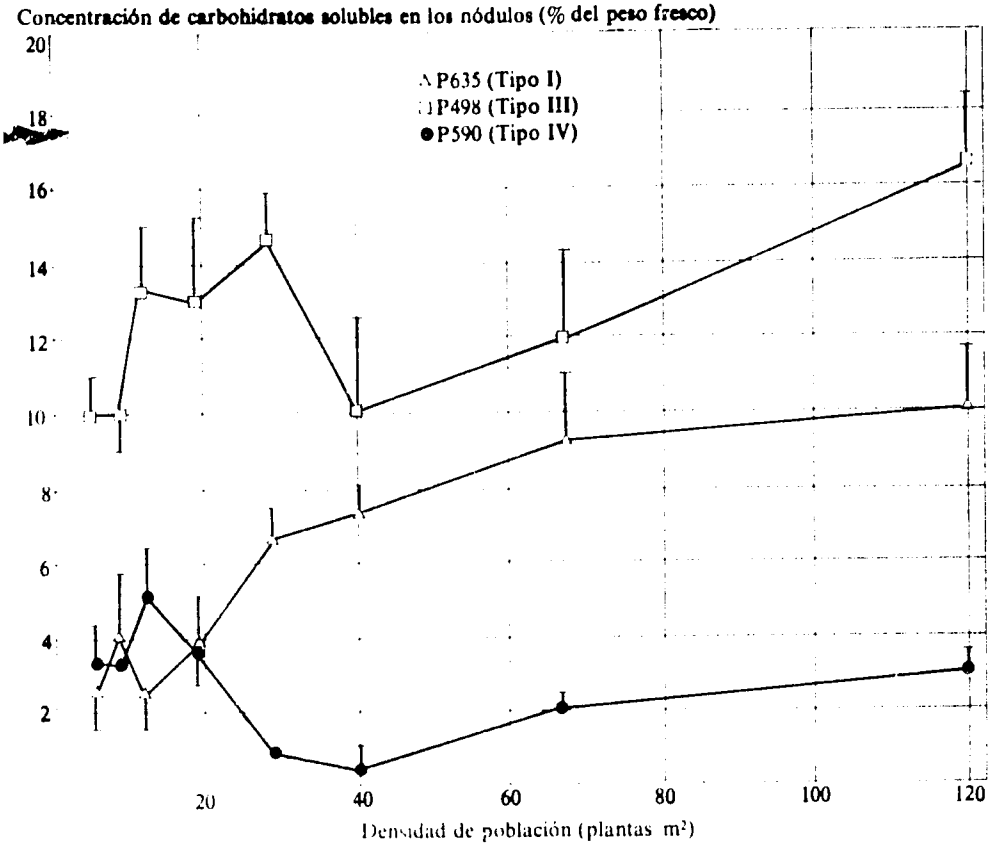


Figura 20 Efecto de la densidad de población sobre el contenido de carbohidratos solubles en etanol, en los nódulos de 3 cultivares de *P. vulgaris*.

Tropical, el crecimiento de la planta y el desarrollo de las vainas no fue significativamente diferente al que se obtuvo en monocultivo, aún a los 92 días después de la siembra. Sin embargo, el crecimiento y desarrollo de las plantas y de las vainas se redujo al asociar este cultivar con el maíz criollo de mayor vigor. El desarrollo de las plantas del cultivar de fríjol P526, fue inhibido por la asociación con un maíz criollo (Figura 22) muy temprano en el ciclo de crecimiento desde los 50 días después de la siembra. A pesar de que no se sembraron parcelas de maíz en monocultivo para hacer comparaciones, ambas poblaciones de maíz se desarrollaron menos vigorosamente en asociación con P590 (cultivar más agresivo) que con P526.

La Figura 23 presenta perfiles estacionales de la fijación de N_2 para P590 y P526, en monocultivo o en asociación con maíz. La fijación en P590 alcanzó un máximo de 20,6 moles/planta/hora a los 68 días después de la siembra y disminuyó rápidamente de allí en adelante.

No se constataron diferencias entre los niveles y la duración de la fijación de N_2 en monocultivo o en asociación con maíz. En P526, cuya relación simbiótica con *Rhizobium* es más débil, la máxima fijación en monocultivo ocurrió a los 50 días después de la siembra. La fijación se redujo ligeramente a causa de la asociación con cualquiera de los dos tipos de maíz. A los 68 días, la fijación en todos los tratamientos con P526 había disminuido y

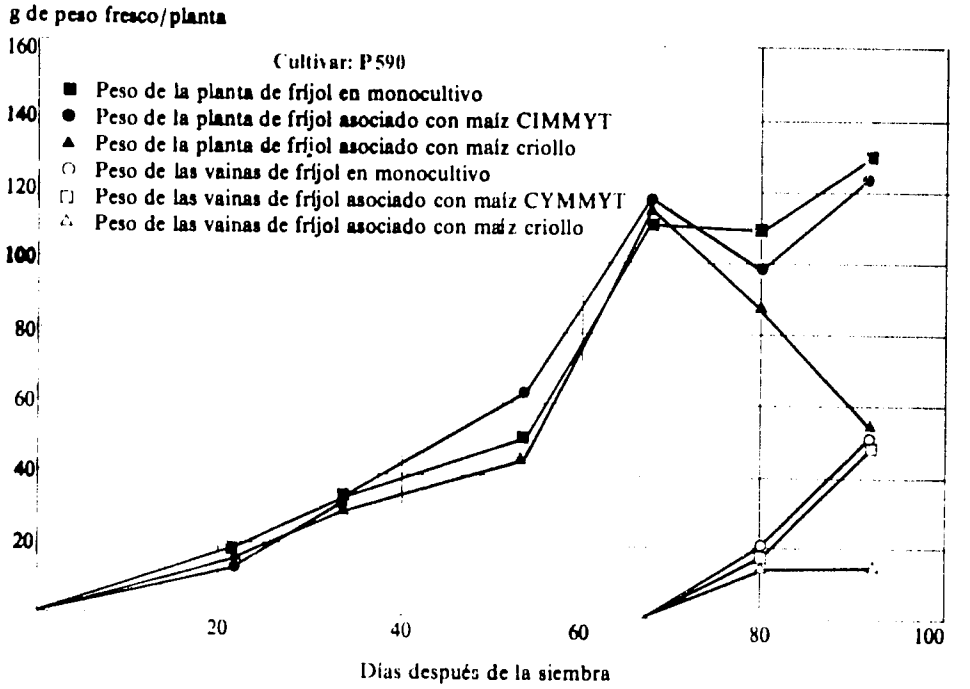


Figura 21. Peso de la planta de fríjol y peso de las vainas/planta del cultivar P590 sembrado en monocultivo o asociado con un maíz del CIMMYT y una variedad criolla.

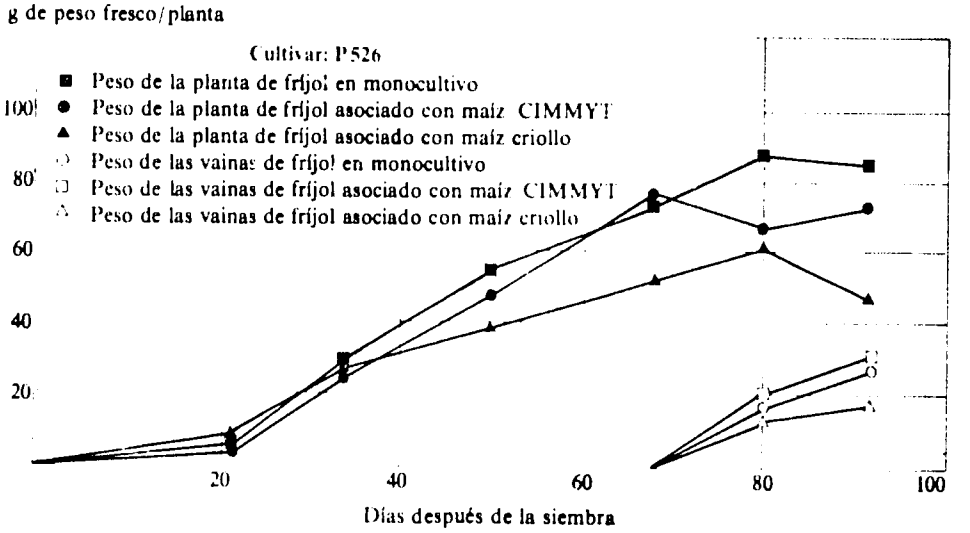


Figura 22. Peso de la planta de fríjol y peso de las vainas/planta del cultivar P526 sembrado en monocultivo o asociado con un maíz del CIMMYT y una variedad criolla.

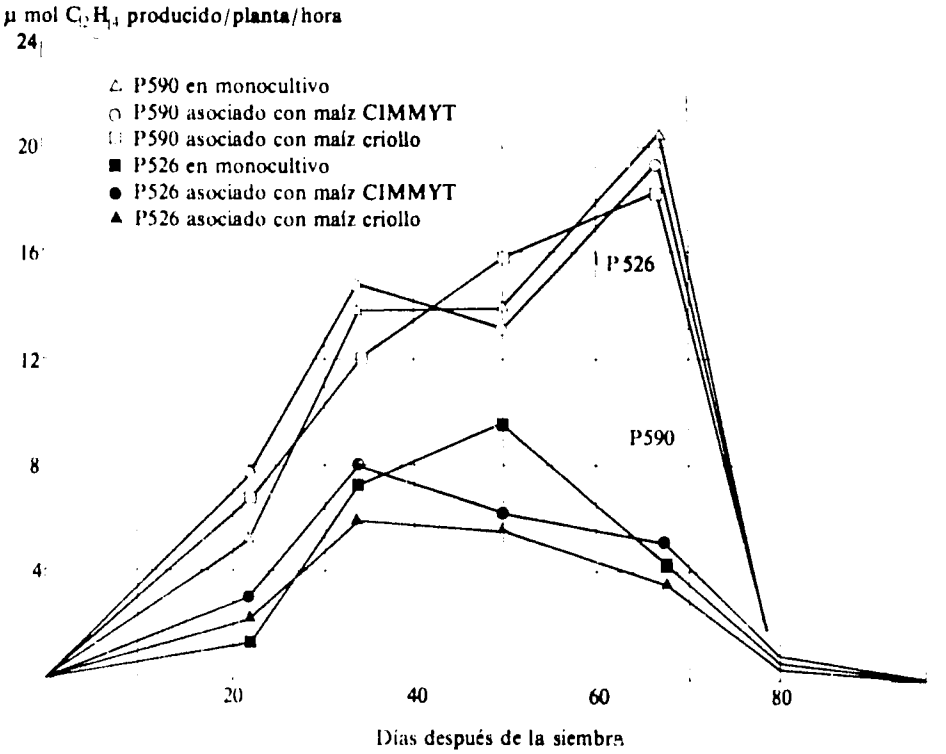


Figura 23. Perfiles estacionales de la fijación de nitrógeno para los cultivares P590 y P526 en monocultivo o en asociación con maíz criollo o con maíz CIMMYT.

no se constataron más diferencias. En consecuencia, a pesar de que la competencia por luz y/o nutrimentos limita el desarrollo de las plantas en las asociaciones de maíz/fríjol trepador, esta limitación del crecimiento no ocurre normalmente durante el período de fijación activa de N. Se están adelantando estudios para evaluar la fijación en las asociaciones de maíz/fríjol arbustivo.

FERTILIZACION CON FOSFORO Y FIJACION DE NITROGENO

Los fríjoles negros son ligeramente más tolerantes a los bajos niveles de P en el suelo, en comparación con los cultivares de otros colores (Informe Anual del CIAT, 1976). Este año se estudiaron las interacciones cultivar-fósforo y su influencia sobre la fijación de N. Se estableció un gradiente continuo de niveles de P en lo cual la dosis de aplicación del superfosfato triple (SFT) varió entre 0 y 750 kg/ha, en incrementos de 50 kg/ha. En este ensayo se sembraron 30 cultivares de *P. vulgaris* a lo largo de la gradiente de P. En la floración y en la madurez, se evaluó el desarrollo de la planta, la absorción de P y la fijación de N.

Para cada hábito de crecimiento estudiado, el peso fresco de los nódulos en la floración en cada tipo aumentó al elevar los nivelex de P (Figura 24). Como en los otros estudios, los Tipos III y IV produjeron más tejidos de nódulos/planta.

En promedio, el peso fresco de los nódulos aumentó de 28 a 257 mg/planta (Figura 25a) y el porcentaje de P en los nódulos, de 0,20 a 0,27 por ciento (Figura 25b) al aumentar el P; sin embargo, el peso fresco de las raíces sólo aumentó desde 941 hasta 2111 mg/planta y el contenido de P, en las mismas, desde 0,14 hasta 0,16 por ciento. Por lo tanto, un aumento en los

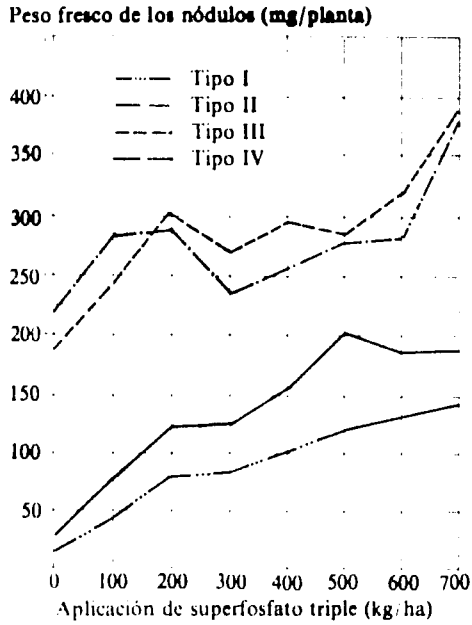


Figura 24. **Respuesta a la fertilización con fósforo, medida en peso fresco de los nódulos, en cultivares de fríjol con 4 tipos de hábito de crecimiento. Datos tomados durante la floración.**

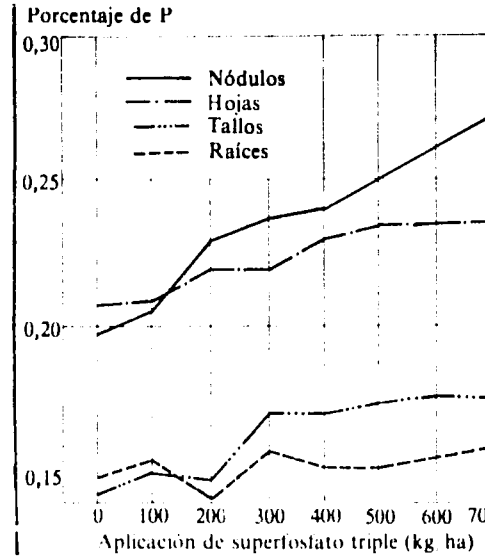


Figura 25b. **Variación porcentual del contenido de fósforo, en diferentes partes de la planta, en respuesta a diversos niveles de aplicación de fósforo (Promedio de 30 cultivares).**

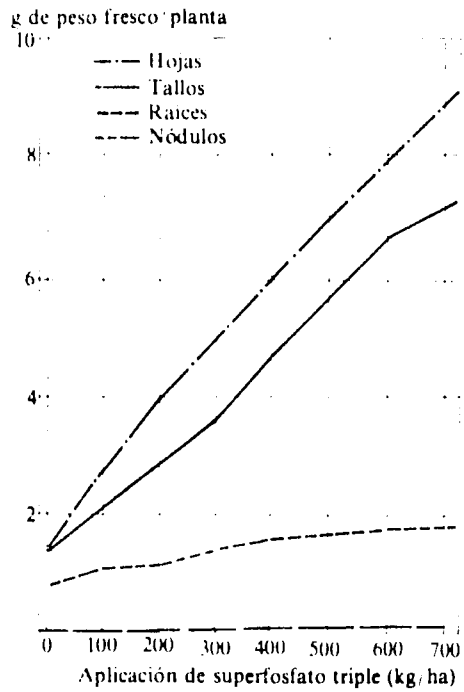


Figura 25a. **Aumento del peso fresco de partes de la planta de fríjol, como respuesta a diversos niveles de aplicación de fósforo. (Promedio de 30 cultivares).**

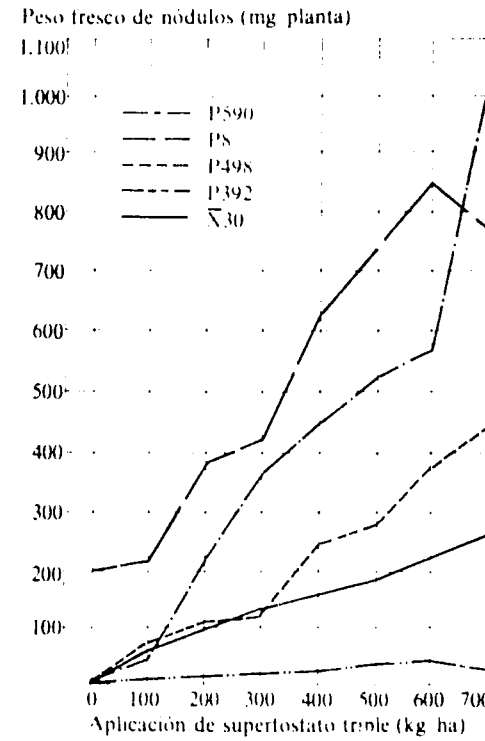


Figura 26. **Aumentos en el peso fresco de los nódulos, en cultivares de *Phaseolus vulgaris*, como respuesta a la aplicación de diferentes niveles de fósforo. Datos tomados durante la floración.**

niveles de P en el suelo aumentó el contenido de P en los nódulos y en las hojas, en mayor grado que en las raíces.

La disponibilidad de P también influyó marcadamente sobre la fijación de N_2 al momento de la floración, aunque no todos los cultivares respondieron similarmente. En las Figuras 26 y 27 se presentan los aumentos en el peso fresco de los nódulos y en la fijación de N_2 para cuatro cultivares de *P. vulgaris*, con relación al promedio para los 30 cultivares. Estas diferencias no fueron una consecuencia de la producción de más tejido de nódulos por mg de P en los nódulos, ni a diferencias en la actividad específica de los nódulos, ni a la capacidad de las plantas para suministrar a los nódulos un mayor porcentaje del fósforo aprovechable. Aunque P8 y P498 crecieron relativamente mejor a un menor nivel de P que la mayoría de los cultivares, P590 fue inferior al promedio. Se están adelantando otras investigaciones para estudiar más detalladamente estos efectos.

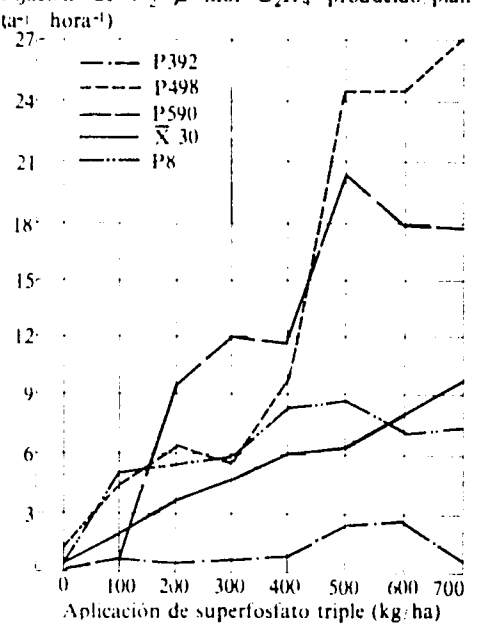


Figura 27. Fijación de nitrógeno en cultivares seleccionados de *P. vulgaris*, como respuesta a la aplicación de niveles crecientes. Datos tomados durante la floración.

FERTILIDAD DE SUELOS Y NUTRICION DE LA PLANTA

En 1977, se continuaron las investigaciones sobre la nutrición del fríjol con elementos mayores y menores; se seleccionaron accesiones del nuevo germoplasma por su tolerancia a un bajo contenido de fósforo en el suelo; se estimaron los requerimientos de fósforo de la planta; se evaluaron métodos de aplicación y fuentes de fósforo. También, se estudió la fertilización con nitrógeno y el manejo de suelos alcalinos.

SELECCION POR TOLERANCIA A BAJOS NIVELES DE FOSFORO EN EL SUELO

En Popayán, continuaron los trabajos de selección de germoplasma por tolerancia a bajos niveles de P en el suelo. Como las investigaciones anteriores indicaron que un nivel de P de cero era muy severo para seleccionar variedades por tolerancia a la deficiencia de P, el germoplasma se seleccionó a 50 y 300 kg de P_2O_5/ha, aplicados en bandas, en la forma de superfosfato triple (SFT) bajo la semilla. En dos siembras consecutivas, se sembraron 432 variedades en hileras individuales, con dos replicaciones. En la segunda siembra, se aplicaron los mismos niveles de P.

Como la relación directa de rendimientos a niveles de P bajos/altos tendió a favorecer la selección de variedades con bajos rendimientos a un alto nivel de P a causa de su mala adaptación, se calculó un índice de tolerancia multiplicando la

relación de rendimientos por el rendimiento relativo obtenido a un bajo nivel de P.

En la primera selección, los rendimientos promedio fueron de 85 y 189 g/m² con 50 y 300 Kg de P_2O_5/ha, respectivamente, lo cual dio un índice de tolerancia promedio del 15 por ciento. La germinación fue pobre a causa de la severa sequía que se presentó después de la siembra y las plantas sufrieron de deficiencia de agua durante el ciclo de crecimiento. Sin embargo, 11 variedades dieron rendimientos de más de 200 g/m² con un bajo nivel de P y cuatro variedades dieron un rendimiento de más de 350 g/m² con un alto nivel de P.

En el Cuadro 40 se presentan los rendimientos de las diez variedades más tolerantes a la deficiencia de P y sus respectivos índices de tolerancia. P178 dio el mayor rendimiento al bajo nivel de P y presentó el mayor índice de tolerancia, seguido por las accesiones P401 y P743. Como se puede observar, algunas variedades pueden dar rendimientos iguales o superiores a un bajo nivel de P que a una alta dosis de aplicación de este elemento.

En el segundo juego de variedades ensayadas, los rendimientos promedio fueron de 121 y 181 g/m² a niveles de 50 y 300 Kg de P_2O_5/ha, respectivamente, con un índice de tolerancia promedio de 28 por ciento (Cuadro 40). Como consecuencia de las mejores condiciones climáticas y del efecto residual del P aplicado en la primera siembra, los rendimientos de la segunda fueron considerablemente mayores. Se identificaron 29 variedades, las cuales dieron rendimientos mayores de 350 g/m² con el mayor nivel de P. Las variedades que dieron los rendimientos más altos fueron: P507, P167, P495, P639 y P468.

Cuadro 40. **Rendimiento e índice de tolerancia de las 10 variedades más tolerantes a la deficiencia de P seleccionadas en dos experimentos de campo, en Popayán.**

1976B Rendimiento (g/m²)				1977A Rendimiento (g/m²)			
	P_2O_5 (kg/ha)				P_2O_5 (kg/ha)		
Variedad	50	300	Indice de Tolerancia[1]	Variedad	50	300	Indice de Tolerancia[1]
P178	259	249	104	P744	256	173	130
P401	219	201	92	P438	229	183	99
P743	193	163	88	P678	201	145	96
P194	255	302	83	G-04231	236	230	83
P289	235	296	72	P649	291	351	83
P10	188	201	68	P439	231	229	80
P211	196	231	64	P778	199	187	73
P169	122	094	61	P763	214	220	71
P589	186	222	60	P779	161	130	68
P699	206	281	58	P259	204	221	65

$$\text{Indice de tolerancia} = \frac{\text{(Rendimiento con bajo nivel de P)}}{\text{(Rendimiento con alto nivel de P)}} \times \frac{\text{Rendimiento con bajo nivel de P}}{\text{Mayor rendimiento con bajo nivel de P}} \times 100\ \%$$

REQUERIMIENTO DE P EN FRIJOL

El análisis convencional del suelo proporciona una medida relativa de la disponibilidad de P, pero no indica el nivel de fertilización de P requerido para obtener ciertos niveles de rendimiento, puesto que esto depende del requerimiento de P del cultivo, es decir, la concentración de P en la solución del suelo para obtener aproximadamente el máximo rendimiento y la capacidad del suelo para fijar P. Este último parámetro se puede determinar agitando el suelo durante seis días con $CaCl_2$ 0,01 M en varias concentraciones de P, para analizar posteriormente el contenido de P en la solución supernatante. Con base en los datos obtenidos se puede calcular la isoterma de sorción de P, la cual indica la cantidad de P que se debe aplicar a un suelo determinado para obtener una concentración específica de P en la solución del suelo.

Para determinar el requerimiento de P del fríjol, se sembró la variedad ICA-Huasano en Popayán, en parcelas a las cuales se les aplicó SFT incorporado al suelo en ocho niveles, entre 0 y 2060 kg de P_2O_5 ha, los cuales corresponden a una concentración de P en la solución del suelo entre 0,01 y 0,112 ppm. A las parcelas se les aplicó cal a razón de 2 ton ha y se trataron con 100 kg de N, 5 kg de Mg y 1 kg de B ha. Se hicieron dos siembras de fríjol y en la segunda se midió el efecto residual del P aplicado en la primera.

En la Figura 28 se muestra la respuesta de ambas siembras al P aplicado. A pesar de que las plantas sufrieron de una severa sequía durante la primera siembra, los rendimientos aumentaron desde 500 kg ha sin P hasta 3,7 ton ha con la aplicación de 2060 kg de P_2O_5 ha. Aunque en la segunda siembra no se aplicó P adicional, las condiciones climáticas mas favorables indujeron la obtención de mayores rendimientos (un máximo de 3,7 ton ha) con la aplicación inicial de 870 kg de P_2O_5 ha.

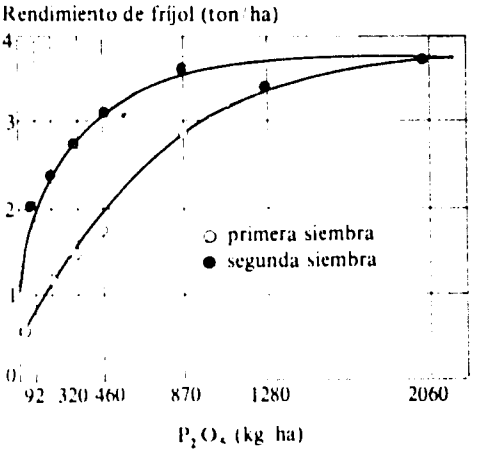


Figura 28. **Efecto inicial (primera siembra) y residual (segunda siembra) de varios niveles de fósforo sobre el rendimiento del fríjol, en Popayán.**

La Figura 29 presenta el rendimiento relativo de las dos siembras de fríjol con relación a la concentración de P en la solución del suelo. El requerimiento

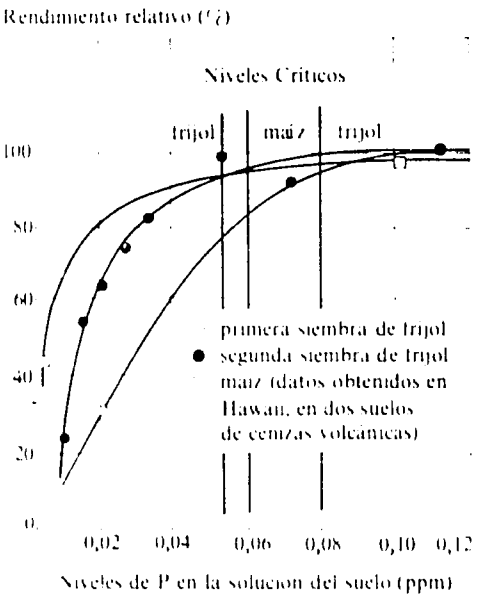


Figura 29. **Rendimiento relativo de un cultivo de maíz y dos siembras consecutivas de fríjol, con relación a la concentración de fósforo en la solución del suelo, determinada mediante las isotermas de sorción.**

externo de P del cultivo se definió como la concentración de P en la cual se obtiene el 95 por ciento del máximo rendimiento. En consecuencia, el requerimiento de P para el fríjol se estimó en 0,08 ppm para la primera siembra y 0,054 ppm para la segunda, nivel que es comparable con el del maíz en Hawaii (0,06 ppm). Aunque ambos cultivos tienen requerimientos de P similares para obtener máximas cosechas, los rendimientos de fríjol (especialmente, durante la primera siembra afectada por la sequía) fueron mucho más afectados por una carencia de P que el maíz. Esto indica la alta susceptibilidad del fríjol a la deficiencia de P.

En las investigaciones hechas en este año se determinó un contenido crítico de P en las hojas de 0,38 por ciento, el cual se encuentra entre el rango descrito el año pasado (Informe Anual CIAT, 1976), de 0,34 - 0,40 por ciento. En forma similar, el nivel crítico de P del suelo, extraído mediante el método Bray II, fue de 14 ppm.

El análisis del suelo, después de cada cosecha, mostró que la alta aplicación de P aumentó el pH del suelo de 4,7 a 4,9 y de 4,5 a 4,8 en la primera y segunda siembra, respectivamente. Sin embargo, en estas dos siembras consecutivas de fríjol, el pH disminuyó 0,4 unidades y el Al aumentó 0,4 meq/100 g de suelo. Esta disminución en el pH se puede contrarrestar aplicando aproximadamente 400 kg de cal/ha en cada siembra. Las altas aplicaciones de P (especialmente, en la forma de Escoria Thomas o de rocas fosfóricas), también son efectivas.

METODO DE APLICACION

En suelos con alta fijación de P, el método es tan importante como la dosis de aplicación; el óptimo método de aplicación frecuentemente varía con la fuente de P. La concentración de P en la solución del suelo depende de la tasa de liberación de P de la fuente y de la tasa de fijación de P por el suelo; las fuentes que liberan el P lentamente requieren un buen contacto entre el fertilizante y el suelo para disolverse y se deben aplicar al voleo o por incorporación al suelo, en tanto que la aplicación en

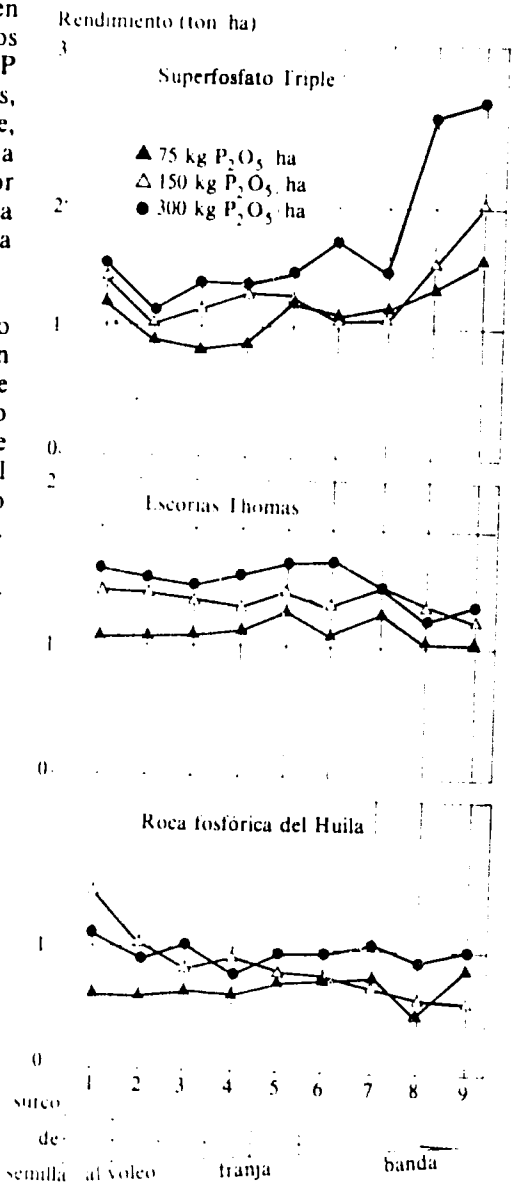


Figura 30. Efecto del método de aplicación de 3 niveles y 3 fuentes de P sobre el rendimiento del fríjol en Popayán (en la aplicación en banda hay mayor disponibilidad de P).

bandas se recomienda para las fuentes de P solubles con el fin de reducir la fijación. El óptimo método de aplicación para cada fuente podría ser un método intermedio entre la aplicación al voleo y la aplicación en bandas, dependiendo de las tasas de liberación y de fijación de P.

Para determinar el óptimo método de aplicación, se utilizaron tres fuentes de P (SFT, Escoria Thomas y roca fosfórica del Huila), en pequeños triángulos, como se ilustra en la parte inferior de la Figura 30 la base del triángulo simuló la aplicación al voleo; el vértice, la aplicación en bandas y la sección intermedia, la aplicación en franjas. Los fertilizantes se aplicaron en dosis de 75, 150 y 300 kg de P_2O_5/ha.

La Figura 30 muestra la respuesta a los diferentes métodos de aplicación para los tres niveles y fuentes. Los rendimientos fueron significativamente mejores cuando el SFT se aplicó en bandas que cuando se aplicó al voleo o en franjas, especialmente, en las dosis más altas. La aplicación de 75 kg de P_2O_5/ha en bandas fue tan efectiva como la aplicación de 300 kg/ha al voleo. Por lo tanto, el mínimo contacto entre el suelo y el fertilizante aumentó la eficiencia, reduciendo la fijación de esta fuente altamente soluble. El método de aplicación no afectó la eficiencia de la Escoria Thomas, pero la de la roca fosfórica fue ligeramente mayor al incorporarlo al suelo. La Escoria Thomas dio rendimientos ligeramente mayores que el SFT, en tanto que ambas fuentes fueron significativamente mejores que la roca fosfórica.

El segundo ensayo se resembró en las mismos surcos que la primera siembra sin perturbar el suelo o sin reaplicar P. La Figura 31 muestra la respuesta promedio del fríjol en la primera y segunda siembra. En la segunda siembra, el método de aplicación no ejerció efecto sobre la eficiencia de ninguna de las fuentes de P. Por consiguiente, la aplicación de SFT en banda fue benéfica para la primera

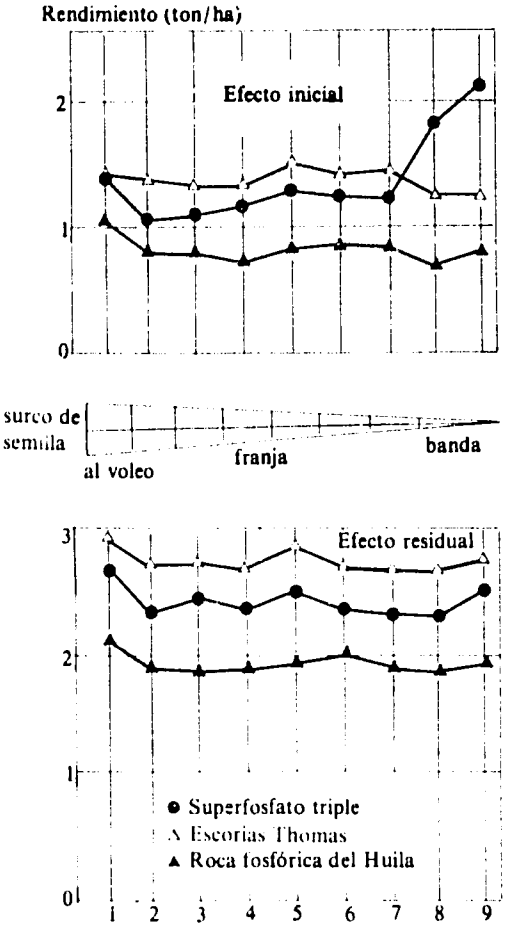


Figura 31. Efecto inicial y residual de 3 fuentes y 3 métodos de aplicación de fósforo sobre el rendimiento del fríjol (promedio de 3 niveles de fósforo), en Popayán.

siembra, pero no fue efectiva para mantener una alta concentración de P en la segunda. En las parcelas para medir el efecto residual, los rendimientos fueron casi el doble de los obtenidos en la primera siembra, lo cual indica la importancia del efecto residual de estos fertilizantes fosforados y de un mejor contenido de humedad del suelo. La Escoria Thomas fue significativamente superior al SFT el cual, a su vez, fue superior a la roca fosfórica. Sin embargo, el efecto residual de 300 kg de P_2O_5/ha, aplicado en la forma de roca

fosfórica, produjo 2,4 ton de fríjol/ha. Las parcelas sin P, en un ensayo adyacente, sólo produjeron 930 kg/ha.

FUENTES Y DOSIS DE FOSFORO

En el Informe Anual del CIAT de 1976 se indicó la respuesta del fríjol a varias dosis y fuentes de aplicación de roca fosfórica. En 1977, se repitió el mismo ensayo en dos siembras consecutivas para medir el efecto residual de las fuentes de P. Uno de los tratamientos con SFT se utilizó como testigo óptimo, en el cual se aplicó la misma cantidad de P en ambas siembras y el otro midió el efecto residual del tratamiento inicial.

La Figura 32 muestra los rendimientos relativos del fríjol en respuesta a las diversas fuentes en las tres siembras. En la primera siembra del año anterior, las respuestas variaron significativamente según la solubilidad en citrato de la fuente. En las siembras posteriores de 1977, las fuentes menos solubles, tales como las rocas fosfóricas de Pesca y de Tennessee, fueron relativamente más efectivas, en tanto que las fuentes muy solubles tales como el SFT y la roca fosfórica de Gafsa fueron relativamente menos efectivas. En consecuencia, las grandes diferencias iniciales en la efectividad entre las fuentes tendió a desaparecer con el tiempo. El Fríjol respondió positivamente a las aplicaciones de 400 kg de P_2O_5/ha para todas las fuentes, sin alcanzar un nivel de rendimiento estable. En el caso de las parcelas para medir el efecto residual, la respuesta fue casi lineal, hasta este nivel. Por lo tanto, las rocas fosfóricas relativamente baratas pueden reemplazar efectivamente al SFT, que es más costoso, en suelos ácidos con alta capacidad de fijación de P.

Se determinó un contenido crítico de P de 0,33 por ciento, relacionando el rendimiento del fríjol y el contenido de P en las hojas superiores, al inicio de la floración. Similarmente, la relación entre el rendimiento y el P del suelo extraíble con la solución Bray indicó un nivel crítico de P de 9 ppm, tanto en la segunda como en la tercera siembra. El nivel crítico determinado mediante el método de Cate-Nelson es de 4,5 ppm de P en Bray I (Figura 33). La solución de extracción Bray II no se puede utilizar para el suelo tratado

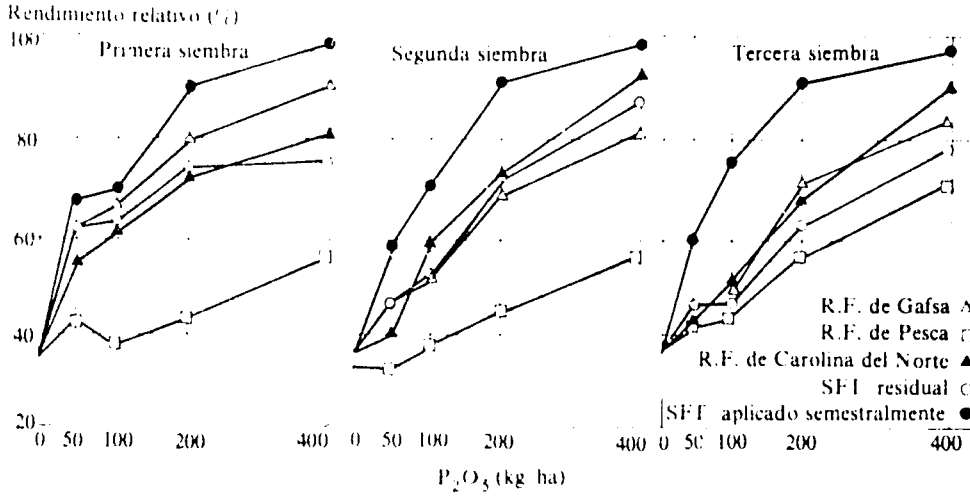


Figura 32. Rendimiento relativo del fríjol, en 3 siembras consecutivas, en respuesta a varios niveles de rocas fosfóricas (RF) y superfosfato triple (SFT), en Popayán. Las gráficas corresponden a la primera (efecto inicial), segunda y tercera siembra (efectos residuales) en el mismo lote, respectivamente.

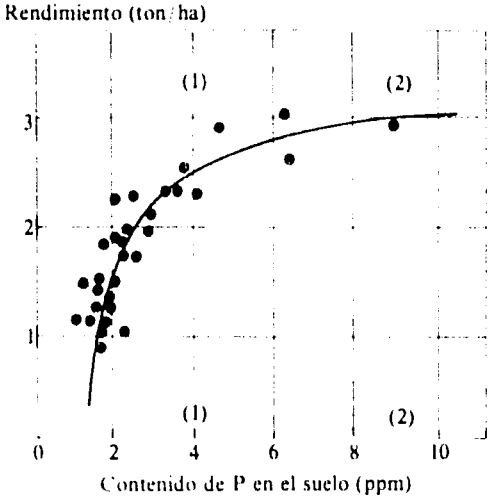


Figura 33. Relación entre el rendimiento del fríjol y el nivel de fósforo (Bray I) en el suelo. Las flechas indican los niveles críticos, según el método de Cate-Nelson (1) y el método del 95 por ciento del máximo rendimiento (2).

con roca fosfórica puesto que el ácido disuelve más P que el que está disponible para la planta.

METODO Y DOSIS DE APLICACION DE NITROGENO

Las investigaciones hechas con nitrógeno en Ecuador (ver Informe Anual del CIAT, 1975) mostraron una respuesta positiva del fríjol a niveles de 200 y 400 kg de N/ha, en los cuales la aplicación al voleo fue superior a la aplicación en bandas. Sin embargo, en tres siembras consecutivas hechas en Popayán, no se obtuvo una respuesta significativa al N excepto por una ligera respuesta negativa a la mayor dosis de aplicación.

Después de la primera siembra, se reaplicó N a la mitad de cada parcela para medir tanto el efecto inmediato como el residual. La germinación del fríjol fue pobre al aplicar N en bandas a niveles de 160, 320 y 640 kg/ha, a causa de la quemazón producida por el fertilizante y favorecida por las condiciones de sequía. Esto produjo una respuesta negativa marcada a los altos niveles de N aplicados en bandas, en tanto que la aplicación al voleo solo afectó ligeramente el rendimiento (Figura 34).

En la tercera siembra al evaluar el efecto residual, la germinación fue normal pero los rendimientos disminuyeron a causa de los altos niveles de N aplicados en banda; de 2,26 ton/ha de fríjol con 160 kg de N/ha disminuyeron a 1,71 ton/ha y 640 kg de N/ha. Aparentemente este efecto, se debió a una toxicidad de Mn inducida por el N en altas dosis de úrea aplicada en bandas. Las reaplicación de N en bandas disminuyó el pH del suelo de 4,8 a 4,1 lo cual, en consecuencia, aumentó el contenido de Al intercambiable y el Mn aprovechable. La Figura 35 muestra que los rendimientos de

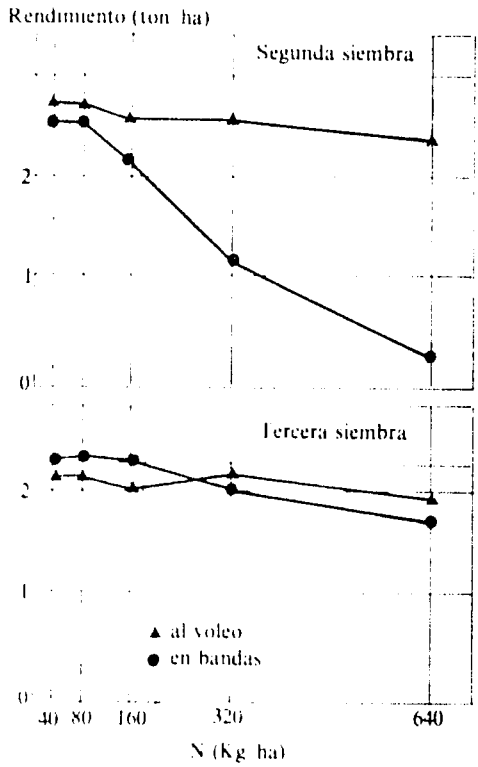


Figura 34. Efecto inicial y residual del nitrógeno, aplicado al voleo o en bandas, en forma de urea, sobre el rendimiento del fríjol en Popayán. Los niveles de N se aplicaron antes de la segunda siembra.

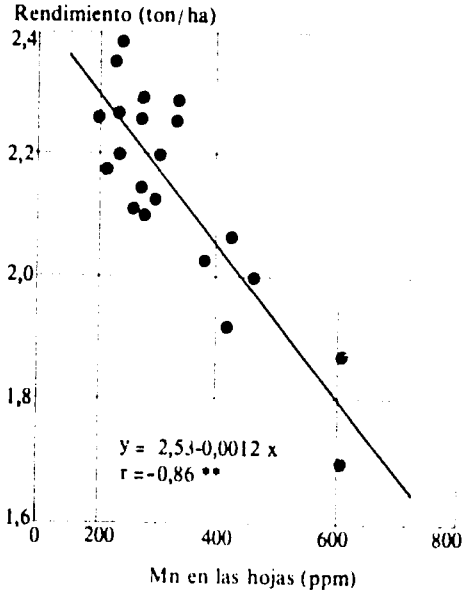


Figura 35. Relación entre el rendimiento del fríjol y el contenido de Mn en las hojas superiores, al inicio de la floración.

fríjol en la tercera siembra disminuyeron linealmente de 2,4 a 1,7 ton/ha a medida que el contenido de Mn en las hojas de fríjol aumentó de 200 a 600 ppm. Aunque los síntomas de toxicidad sólo se observaron a niveles de Mn superiores a 400 ppm, los rendimientos disminuyeron cuando el contenido de Mn en las hojas fue superior a 200 ppm.

FERTILIZACION CON ELEMENTOS MENORES

El fríjol cultivado en suelos alcalinos, en la sede del CIAT, puede sufrir deficiencia de B y de otros elementos menores. Se hicieron aspersiones foliares de Zn, Fe, Mn y B, individualmente o en combinación, en la forma de $ZnSO_4$ al 1 por ciento, de Fe-sequestrene-330 al 2 por ciento, $MnSO_4$ al 2 por ciento y Solubor al 1 por ciento, respectivamente. Las variedades ICA-Gualí y Porrillo Sintético se trataron en la etapa de producción de la segunda hoja trifoliada y una semana después de la floración. Las parcelas testigo también incluyeron la aplicación de Zn (10 kg/ha), Fe (10 kg/ha) y Mn (10 kg/ha) al suelo, disueltos en agua y aplicados en bandas debajo de la semilla.

Las plantas a las cuales no se les aplicó Zn ni al follaje ni al suelo, presentaron crecimiento retardado, mostrando un severo amarillamiento intervenal en las hojas superiores, síntoma que posteriormente se generalizó a toda la planta. Porrillo Sintético se recuperó notablemente después de la floración pero ICA-Gualí mantuvo su crecimiento retardado presentando muchas hojas bajeras necróticas. En Porrillo Sintético, el Mn aplicado al follaje prolongó el crecimiento

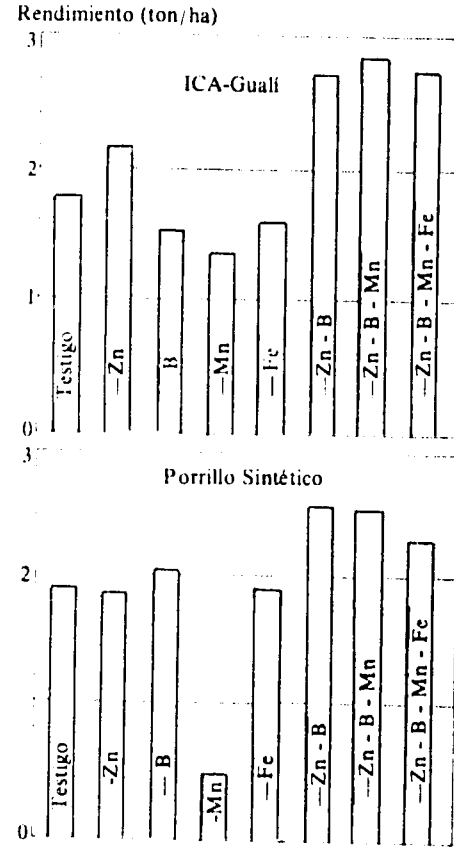


Figura 36. Respuesta de dos variedades de fríjol a la aplicación foliar de elementos menores, en la sede del CIAT, Palmira.

indeterminado sin que se presentara floración y formación de vainas. El análisis foliar indicó que las plantas, en todos los tratamientos, presentaban deficiencias de B excepto aquellas a las cuales se les aplicó B al suelo. La aplicación de Mn y Zn al follaje indujo una deficiencia de B más severa que los otros tratamientos.

La Figura 36 muestra la respuesta en rendimiento de los tratamientos seleccionados. ICA-Gualí respondió principalmente al Zn solo o en combinación con B. La variedad Porrillo Sintético respondió a B solo o en combinación con Zn. Se observó una respuesta negativa marcada a la aplicación foliar de Mn, especialmente en Porrillo Sintético. En consecuencia, la aplicación indiscriminada de diversos elementos menores a suelos deficientes en sólo uno o dos elementos, puede en efecto inducir deficiencias más severas.

Como se observó en años anteriores (Informe Anual del CIAT, 1975), las variedades de semilla negra, como Porrillo Sintético, son más susceptibles a la deficiencia de B que ICA-Gualí de semilla roja, en tanto que esta última es más susceptible a la deficiencia de Zn. Se determinó que el nivel crítico de deficiencia de Zn en ambas variedades es de 17 ppm en las hojas superiores, al inicio de la floración. La aplicación de B y Zn al suelo fue ligeramente más efectiva que la aplicación foliar, pero ambos métodos se puede utilizar si la deficiencia no es lo suficientemente severa como para limitar el crecimiento inicial.

MANEJO DE SUELOS ALCALINOS

En la sede del CIAT, los rendimientos de fríjol pueden ser afectados por una combinación de factores, incluyendo un alto pH, una alta saturación de Na, salinidad, mal drenaje y deficiencia de uno o más elementos menores. Para evaluar la susceptibilidad del frijol a la alcalinidad, se cultivaron 6 variedades en parcelas utilizadas previamente para cultivar

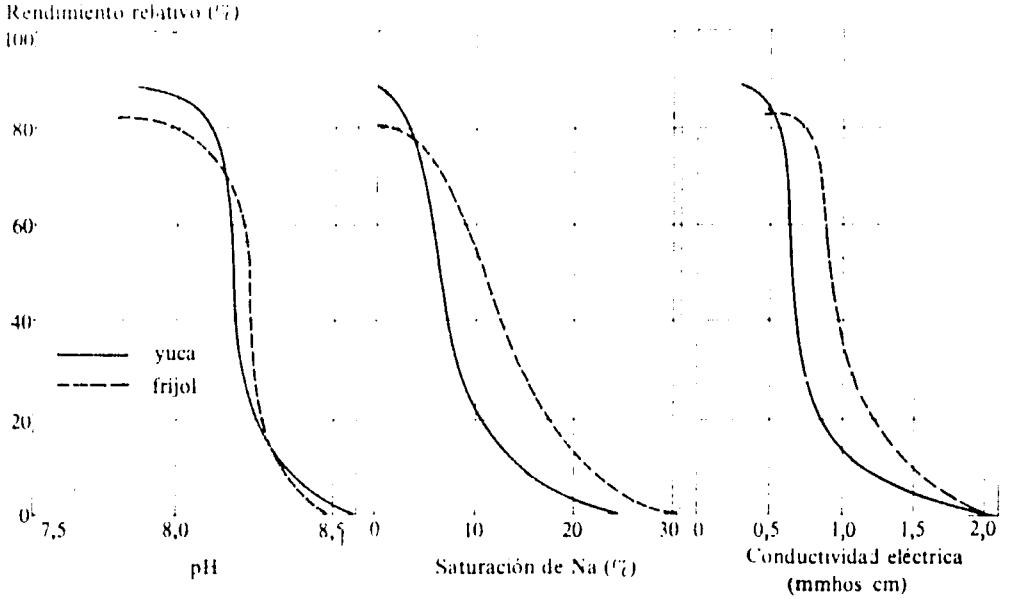


Figura 37. Rendimiento relativo de fríjol (P788) y de yuca (M Col 22), según el pH del suelo, la saturación de sodio y la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

variedades de yuca, las cuales se habían tratado con yeso, azufre como elemento, ácido sulfúrico, paja de arroz, Zn, Fe y Cu.

Los rendimientos de P498 (Puebla 152) fueron extremadamente bajos a causa de una deficiencia de B. Los rendimientos promedio de las cinco variedades restantes respondieron a la aplicación de 1 y 2 ton de S/ha, 5 ton de yeso/ha y 10 kg de Zn/ha. En la Figura 37 se muestra la relación entre el rendimiento relativo de P788 y el pH, porcentaje de saturación de Na y conductividad eléctrica, en comparación con la respuesta de M Col 22, la más tolerante de las tres variedades de yuca anteriormente estudiadas en la parcela. Se observaron pocas diferencias en la respuesta entre tres variedades de fríjol. El rendimiento de fríjol disminuyó drásticamente a medida que el pH aumentó a niveles por encima de 8,2 y cuando la saturación de Na aumentó por encima de 5-10% y la conductividad por encima de 0,75-1,0 mmhos/cm. El fríjol fue considerablemente más tolerante que M Col 22 pero sus rendimientos se redujeron drásticamente a niveles muy inferiores del 15 por ciento para la saturación de Na y 2 mmhos/cm para la conductividad, los cuales definen a los suelos como "sódicos" y "salinos", respectivamente.

AGRONOMIA

Continuó la investigación agronómica en el CIAT y Popayán sobre los sistemas de siembra de fríjol en monocultivo y en asociación con maíz. Las investigaciones sobre el monocultivo de fríjol arbustivo se concentraron en: 1) la evaluación preliminar del rendimiento de selecciones del germoplasma y líneas genéticas avanzadas y 2) ensayos avanzados de rendimiento en Colombia y el Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol (IBYAN). Continuaron los estudios agronómicos sobre las asociaciones de maíz fríjol y evaluaciones preliminares de rendimiento de selecciones de fríjol trepador (Tipo IV).

EVALUACION DE FRIJOL EN MONOCULTIVO

Ensayos preliminares de rendimiento

En dos ensayos preliminares de rendimiento realizados en la sede del CIAT se evaluaron 117 selecciones arbustivas no negras (Tipo I, II y III) (Cuadro 41). Sobresalieron los niveles de rendimiento para las variedades del Tipo I tales como P776 y P788. (P788 presenta las características de Swedish Brown, la cual se ha utilizado ampliamente como progenitor en Estados Unidos).

En otro ensayo preliminar de rendimiento realizado en el CIAT, se evaluaron 25 líneas genéticas avanzadas según su color (Cuadro 42). Entre los materiales no negros, cinco líneas blancas y marrones presentaron excelentes niveles de rendimiento, en comparación con la variedad que dio el mayor rendimiento en el grupo testigo (P302). En casi todos los casos, los pedigrís incluyeron a la selección P459 (Jamapa), del Tipo II negro y de alto rendimiento. Sin embargo, en el grupo de semilla negra, los niveles de rendimiento fueron similares a los mejores obtenidos en el grupo testigo, lo cual indica que hubo mayores aumentos en el rendimiento en los materiales de semilla marrón y blanca que en las líneas negras.

Ensayos uniformes de rendimiento

Se obtuvieron los resultados de los ensayos uniformes de rendimiento sembrados en el segundo semestre de 1976 en CIAT y Popayán con variedades negras y no negras. Generalmente, las selecciones más recientes no fueron superiores a las

Cuadro 41. **Rendimiento de las mejores accesiones en dos Ensayos Preliminares de Rendimiento[1] realizados en el CIAT.**

Identificación	Nombre	Hábito de crecimiento	Color del grano	Rendimiento kg/ha
Ensayo preliminar No. 1				
P776	Tórtolas	III	Crema	3213
P788	PI 284-703	I	Amarillo	3168
P153	PI 179-715	I	Marrón (moteado)	3155
P138	PI 176-694	I	Blanco	2980
Testigos				
P692	Diacol Calima	I	Rojo (moteado)	2731
P458	ICA-Tui	II	Negro	2388
P675	ICA-Pijao	II	Black	2372
Promedio de 81 materiales				2376
DMS 0,05				494
C.V. %				13
Ensayo preliminar No. 2				
P684	PI 207-262	III	Crema	2925
P766	Aurora	II	Blanco	2774
P622	PI 211-412	III	Crema	2720
Testigos				
P675	ICA-Pijao	II	Negro	3052
P756		II	Blanco	2875
P692	Diacol Calima	I	Rojo (moteado)	2345
Promedio de 36 materiales				2112
DMS 0,05				440
C.V. %				13

[1] Ensayo No. 1: 81 líneas en un látice de 9 x 9, con 3 repeticiones. Ensayo No. 2: 36 variedades en un látice de 6 x 6, con 3 repeticiones.

mejores variedades testigo (Cuadro 43). También, se dispone de los resultados de los ensayos uniformes de rendimiento realizados en el CIAT con líneas negras o no negras, en los cuales se compararon selecciones del germoplasma y líneas genéticas avanzadas con variedades testigo (Cuadro 44). Dos líneas genéticas avanzadas de semilla negra (también, incluidas en el Cuadro 42) fueron superiores a los mejores materiales testigo. Dentro del grupo no negro, algunas selecciones también presentaron altos niveles de rendimiento. En los ensayos uniformes de rendimiento realizados en otras localidades se evaluará la estabilidad del

Cuadro 42. **Rendimiento de los materiales genéticos promisorios en los Ensayos Preliminares de Rendimiento[1] establecidos en el CIAT.**

Identificación	Generación	Pedigrí	Hábito de Crecimiento	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)
Materiales no negros					
FF 12-13-1	F5	P459 x P567	II	Blanco	3114
FF 11-6-1	F5	P459 x P008	III	Marrón oscuro	2897
FF 16-3	F5	P459 x P004	II	Marrón	2845
FF 16-26-3	F5	P459 x P004	III	Marrón	2822
FF 17-4-4	F5	P566 x P004	III	Crema	2739
Testigos[2]					
P302	PI 309 804		II	Negro	2764
P459	Jamapa		II	Negro	2739
P675	ICA-Pijao		II	Negro	2679
Promedio de 11 testigos					2513
Promedio de 36 accesiones					2465
DMS 0,05					440
C.V. %					11,2
Materiales negros					
FF 6-9-1	F5	P566 x P459	II	Negro	2954
FF 49-1-1	F4	(P459 x P008) (P008 x P568)	III	Negro	2827
FF 4-13	F5	P459 x P568	II	Negro	2812
FF 2-6-3	F4	P459 x P006	II	Negro	2806
FF 24-9-1	F4	(P459 x P488) (P459 x P568)	II	Negro	2793
Testigos[2]					
P675	ICA-Pijao		II	Negro	2958
P758	Puebla 152		III	Marrón	2637
P498	Puebla 152		III	Negro	2630
Promedio de 11 testigos					2410
Promedio de 36 accesiones					2540
DMS 0,05					457
C.V. %					11,2

[1] Treinta y seis variedades en un latice de 6 x 6, con 3 repeticiones, incluyendo 11 variedades testigo en cada ensayo.
[2] Rendimiento de los tres testigos que en cada ensayo dieron el mayor rendimiento.

rendimiento de este material en diferentes ambientes y las líneas promisorias se evaluarán posteriormente en el programa del IBYAN.

Cuadro 43. **Rendimiento de los materiales negros y no negros más promisorios en los Ensayos Uniformes de Rendimiento[1] establecidos en la sede del CIAT y en Popayán.**

	CIAT			Popayán	
Identificación	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)	Identificación	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)
Materiales no negros[1]					
G4826	Crema moteado	2700	G01224	Marrón	1980
P788	Amarillo	2478	P017	Marrón	1874
G1212	Rojo	2469	G00805	Rojo	1565
G6391	Crema moteado	2388			
Testigos					
P692	Rojo moteado	2726	P524	Crema	2477
P756	Blanco	2645	P459	Negro	2422
P392	Blanco	2418	P756	Blanco	2064
Promedio de 16 materiales		2378			1544
DMS 0,05		279			675
C.V. %		8,5			25,7
Materiales negros[2]					
P014	Negro	2451	P009	Negro	2937
P422	Negro	2269	P226	Negro	2801
P199	Negro	2247	P437	Negro	2763
Testigos					
P459	Negro	2238	P675	Negro	2830
P675	Negro	2229	P459	Negro	2600
P566	Negro	2013	P566	Negro	1639
Promedio de 25 materiales		1988			2271
MSD 0,05		350			674
C.V. %		12,7			18,6

[1] 16 variedades en un latice de 4 x 4 con 3 repeticiones.
[2] Veinticinco variedades en un latice de 5 x 5 con 3 repeticiones

Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol (IBYAN)

Se dispone de los resultados para el IBYAN de 1976, en 41 localidades entre las latitudes 1°S y 55°N. Se seleccionaron para su evaluación veinte variedades de diferentes colores de semilla en todas las localidades.

Cuadro 44. **Rendimiento de las accesiones más promisorias en dos Ensayos Avanzados de Rendimiento[1] establecidos en la sede del CIAT.**

Identificación	Pedigrí	Hábito de crecimiento	Rendimiento (kg/ha)	Identificación	Hábito de crecimiento	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)
	Materiales negros				**Materiales no negros**		
EF 2-6-3	P459 x P006	II	2617	P141	I	Rojo moteado	2831
P455		II	2531	P138	I	Blanco	2732
EF 6-9-1	P566 x P459	II	2458	P708	I	Crema	2536
P533		II	2404	P060	I	Marrón moteado	2467
P280		II	2403	EF 17-4-4[2]	II	Crema	2163
Testigos							
P675		II	2162	P756	II	Blanco	2446
P459		II	1950	P675	II	Negro	2153
P498		II	1924	P692	I	Rojo moteado	1929
Promedio de 36 accesiones			2096				2039
DMS 0,05			381				448
C.V. [illegible]			11.3				13.7
Eficiencia del diseño en latice			12%				106%

[1] Estuvo sembrada en seis líneas [illegible]

[2] Pedigrí: P560 x P004 [illegible]

El rendimiento promedio de las cinco mejores accesiones del IBYAN, en las primeras 41 localidades (tanto en zonas tropicales como en templadas) fue un 35 por ciento superior al promedio de las cinco accesiones locales (Cuadro 45). Esto indica que el material seleccionado bajo condiciones tropicales presenta una amplia adaptación. Los cuatro materiales que dieron el mayor rendimiento en todas las localidades fueron las variedades P302 (P1309-804), P459 (Jamapa), P560 (51051, I-1138) y P675 (ICA-Pijao), todas de semilla negra y del Tipo II. Algunas de éstas también fueron sobresalientes en ensayos de rendimiento previamente realizados a altitudes hasta de 2000 m sobre el nivel del mar, en Colombia y Ecuador y en investigaciones realizadas anteriormente por el Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), en América Central.

El rendimiento promedio para las accesiones del IBYAN y locales, en las zonas templadas, fue mayor que el obtenido en el trópico en donde el desarrollo de enfermedades en algunas localidades, fue severo. Los factores asociados con la variación del rendimiento de una localidad a otra se estudiarán

Cuadro 45. **Rendimiento promedio de 20 accesiones del IBYAN de 1976 y de 5 accesiones locales, en 31 localidades tropicales y 10 templadas.**

Grupo	Zona	Rendimiento en kg/ha		
		Promedio del grupo	Promedio de 5[1]	Promedio del mejor material[2]
Accesiones del IBYAN	Tropical	1392	1758(135)[3]	1959(118)
	Templada	2078	2601(135)	2768(116)
Accesiones locales	Tropical		1303(100)	1660(100)
	Templada		1925(100)	2391(100)

[1] Rendimiento promedio de los mejores cinco materiales en cada localidad entre las accesiones del IBYAN y rendimiento promedio de las accesiones locales en cada localidad.
[2] Rendimiento promedio de la mejor variedad en cada localidad por zona.
[3] Las cifras entre paréntesis indican el rendimiento en porcentaje, en donde los valores de este parámetro para las accesiones locales representa el 100 por ciento.

cuando se disponga de suficiente información pertinente.

Los datos del Cuadro 46 muestran la frecuencia del rendimiento por encima de

Cuadro 46. **Frecuencia de rendimientos moderados (1500-1999 kg/ha) a excelente (≥3000 kg/ha), obtenida con las líneas evaluadas en el primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol (IBYAN)**

Líneas	Color del grano	Hábito de crecimiento	Frecuencia de rendimiento				
			≥3000	2500-3000	2000-2499	1500-1999	Total
P566	Negro	II	1	1	7	19	28
P512	Negro	II	-	4	6	15	25
P302	Negro	II	3	2	9	10	24
P489	Negro	II	1	4	8	11	24
P488	Negro	II	1	4	8	11	24
P675	Negro	II	-	4	11	8	23
P560	Negro	II	3	2	9	8	22
P402	Marrón	I	1	3	5	13	22
P524	Crema	II	2	2	8	9	21
P496	Negro	III	1	5	8	7	21
P539	Negro	II	1	5	8	6	20
P587	Negro	II	-	6	5	9	20
P643	Blanco	II	-	3	7	10	20
P588	Rojo	I	-	4	3	13	20
P586	Blanco	II	1	2	6	10	19
P588	Marrón	III	1	3	7	7	18
P637	Rojo	I	1	2	5	8	16
P692	Rojo	I	1	2	2	10	15
P759	Rojo	I	-	2	4	9	15
P392	Blanco	I	-	2	5	7	14

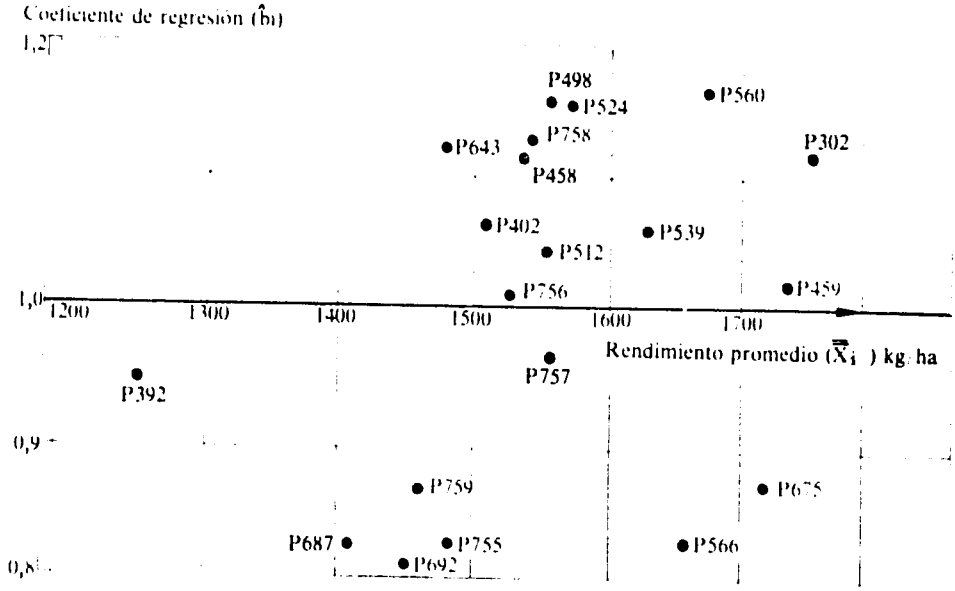


Figura 38. Distribución estadística del coeficiente de regresión (b_i) *versus* el rendimiento promedio basada en localidades, para 20 accesiones del IBYAN (se incluyeron las tres accesiones con mejor rendimiento/localidad), en 39 localidades de zonas templadas.

1500 y más de 3000 kg/ha en 41 localidades. Es notoria la amplia adaptación de las accesiones de semilla negra del Tipo II. El comportamiento menos satisfactorio de ciertas líneas, como P755 (Pompadour 2), P637 (Línea 17), P692 (Diacol Calima), P759 (Redcloud) y P392 (Sanilac) parece asociarse con el Tipo I de crecimiento determinado y posiblemente con la precocidad comparativa de estas líneas.

El análisis de regresión del rendimiento promedio por cultivar/localidad sobre el rendimiento promedio por localidad (incluyendo rendimientos de cero) para las primeras 39 localidades (Figura 38), muestra que cinco variedades negras del Tipo II (P302, P459, P675, P560 y P566) presentaron el mayor rendimiento promedio (1,6 ton/ha), pero con amplia variación en los valores de $\hat{b}$. P566 se adaptó mejor a los sitios de menor rendimiento ($\hat{b}$ = 1,13). El grupo de menor rendimiento (≤ 1,4 ton/ha), de cuatro variedades no negras del Tipo I (P392, P637, P692 y P755), presentó valores de $\hat{b}$ menores que 1,0 lo cual indica un bajo comportamiento promedio en los diferentes ambientes. Un grupo intermedio de 11 materiales de los Tipos I, II y III, con rendimientos promedios de 1,4-1,6 ton/ha, presentaron amplia variación en sus valores de $\hat{b}$.

La Figura 38 también muestra materiales claramente agrupados según el subtipo: el grupo "Jamapa" (P459 y P302) se encuentran localizados en una área similar de la

Cuadro 47. Rendimiento promedio de las 20 variedades del IBYAN de 1976, agrupadas según su hábito de crecimiento, y evaluadas en 47 localidades (31 tropicales y 10 templadas).

Zona	No. de experimentos	Hábito de crecimiento I	II	III
Tropical	31	1701	1871	1492
Templada	10	2428	2673	2276
Diferencia		-727	-802	-784

Cuadro 48. **Rendimiento promedio de las 20 variedades del IBYAN de 1976, agrupadas según el color del grano y evaluadas en 41 localidades (31 tropicales y 10 templadas).**

Zona	No. de Experimentos	Color del grano			
		Negro	Rojo	Blanco	Marrón
		Rendimiento promedio (kg/ha)			
Tropical	31	1877	1584	1411	1609
Templada	10	2619	2137	2352	2500
Diferencia		-742	-553	-941	-891

gráfica, como también los materiales del grupo "Porrillo" (566 y P757) y del grupo "Puebla 152" (P498 y P758).

En el Cuadro 47 se comparan los rendimientos de los promedios varietales por tipo, en diez localidades templadas y 31 tropicales. Los fitojemoradores del Hemisferio Norte concentran sus esfuerzos en material del Tipo I para la producción de frijoles secos, pero el material del Tipo II presentó un mejor comportamiento en las localidades templadas, en comparación con los del Tipo I. Además, las selecciones de semilla negra dieron el mayor rendimiento en las localidades templadas (Cuadro 48). Los cuadros también muestran el comportamiento superior que presentaron los materiales del Tipo II en las 31 localidades del trópico. En las localidades tropicales, las variedades de semilla negra, generalmente, fueron superiores a los materiales no negros.

El IBYAN de 1977 se dividió en juegos de semilla negra y juegos de semilla no negra, de 20 variedades cada uno, puesto que los colaboradores indicaron preferencias por color de semilla. En todas las localidades, los mejores cinco materiales locales, seleccionados por los colaboradores, se incluyeron, utilizando un diseño de látice 5x5 con tres o cuatro repeticiones. Este año, colaboraron 34 países y se han despachado al exterior 108 juegos.

ASOCIACIONES DE MAIZ/FRIJOL

Respuesta a la densidad en frijol trepador

En dos ensayos realizados en la sede del CIAT se evaluó la óptima densidad de siembra para P589 en monocultivo y en asociación, con cuatro densidades de población de maíz en diversas condiciones. La Figura 39 muestra que la óptima población de plantas de frijol fue uniforme a un nivel de 120.000 plantas/ha. Sin embargo, a medida que aumentó la densidad de frijol disminuyeron los rendimientos de maíz.

Se determinó que la óptima densidad económica se obtiene cuando el valor del aumento marginal del rendimiento es igual al precio de la semilla para sembrar una mayor población y se asumió una relación de precios semilla/frijol de 2:1.

En ocho ensayos con P259, la óptima densidad en monocultivo fue de 100.000 plantas/ha, pero se observó un amplio rango de densidades óptimas para este cultivar, dependiendo de las condiciones ambientales. Se recomendaron las bajas densidades para frijol trepador en monocultivo, puesto que pueden ramificar cuando la luz no es un factor limitante. No hay evidencias de que el agricultor logre una respuesta significativa en rendimiento a densidades mayores de 100.000 plan-

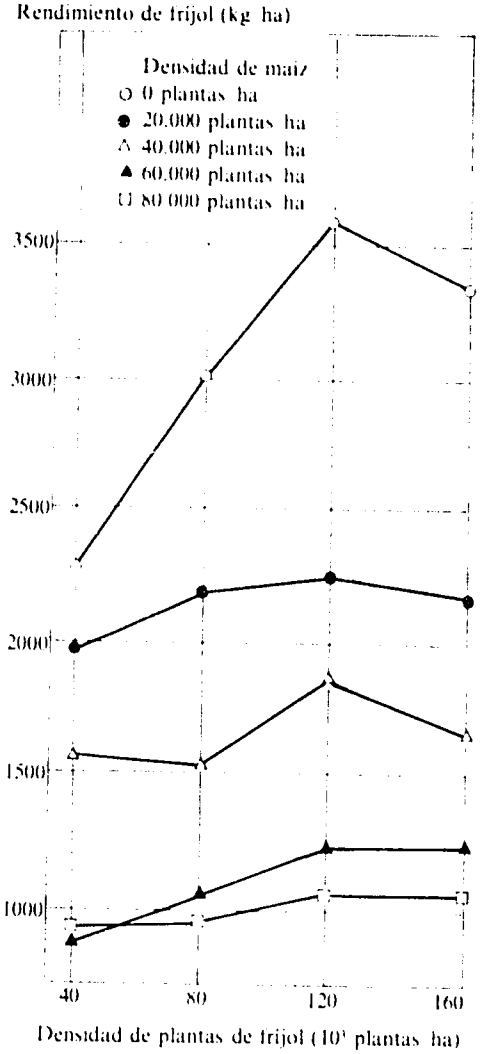


Figura 39. **Rendimiento de frijol trepador (P589), en respuesta a la densidad de plantas de maíz (ICA H-210) y a la densidad de plantas de frijol.**

tas ha bajo cualquier tipo de condiciones agroclimáticas.

Competencia entre frijol y maíz

Se determinó que, para los cuatro tipos de frijol, el rendimiento se redujo marcadamente a causa de la siembra simultánea, en comparación con la siembra del frijol hecha diez días antes que la del maíz (Figura 40). Sin embargo, el

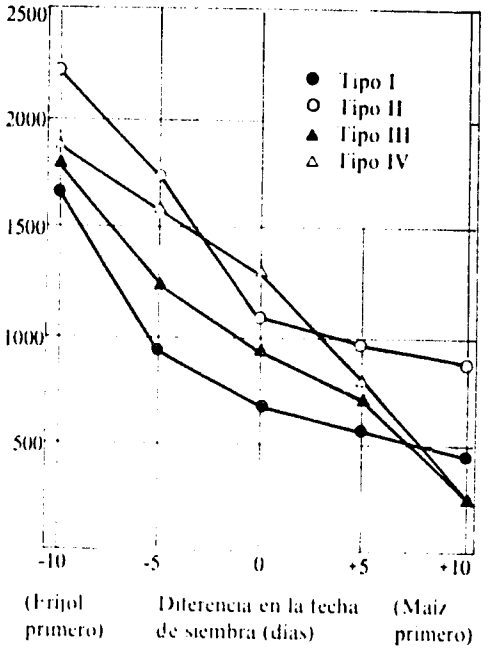


Figura 40. **Efecto de las fechas relativas de siembra de frijol y maíz en asociación sobre el rendimiento del frijol.**

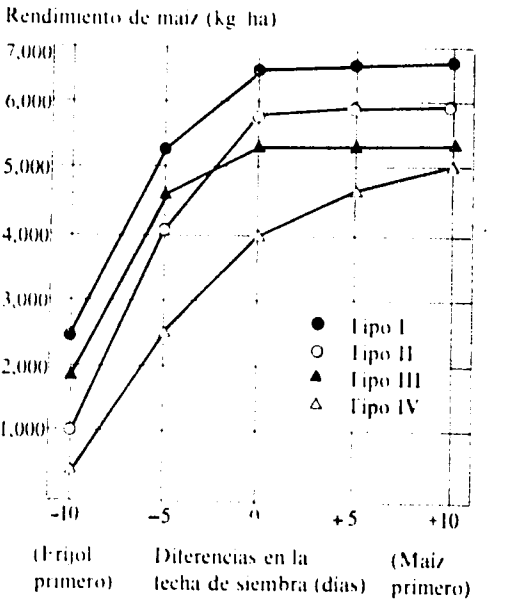


Figura 41. **Efectos de las fechas relativas de siembra de frijol y maíz en asociación sobre el rendimiento del maíz (H-207).**

efecto de la siembra del fríjol arbustivo de los Tipos I y II, diez días después que el maíz, no fue significativo, en tanto que los rendimientos de los Tipos III y IV (semitrepador y trepador, respectivamente) se redujeron severamente. Aparentemente, los tipos trepadores no lograron competir con el maíz vigoroso, ICA H-207. La Figura 41 presenta los rendimientos del maíz con cuatro tipos de fríjol; se puede observar claramente que el fríjol trepador reduce en mayor grado los rendimientos del maíz en comparación con otros tipos, especialmente, cuando los dos cultivos se siembran simultáneamente. En la sede del CIAT, la siembra simultánea produjo un óptimo rendimiento para ambos cultivos en asociación, pero las observaciones preliminares en Popayán indican que esta respuesta depende de la temperatura y del vigor de las dos especies, en las primeras etapas de crecimiento.

También, se estudió la habilidad competitiva de 20 genotipos diferentes de maíz en asociación con fríjol. En la Figura 42 se compara el rendimiento de las diez mejores variedades de maíz, tanto en monocultivo como en asociación, con fríjoles de los Tipos II y IV. Los rendimientos de maíz se redujeron más severamente a causa del Tipo IV que del Tipo II. Sin embargo, también se observaron evidencias de diferencias en la habilidad competitiva entre los genotipos del maíz. La reducción del rendimiento fue menor en los genotipos

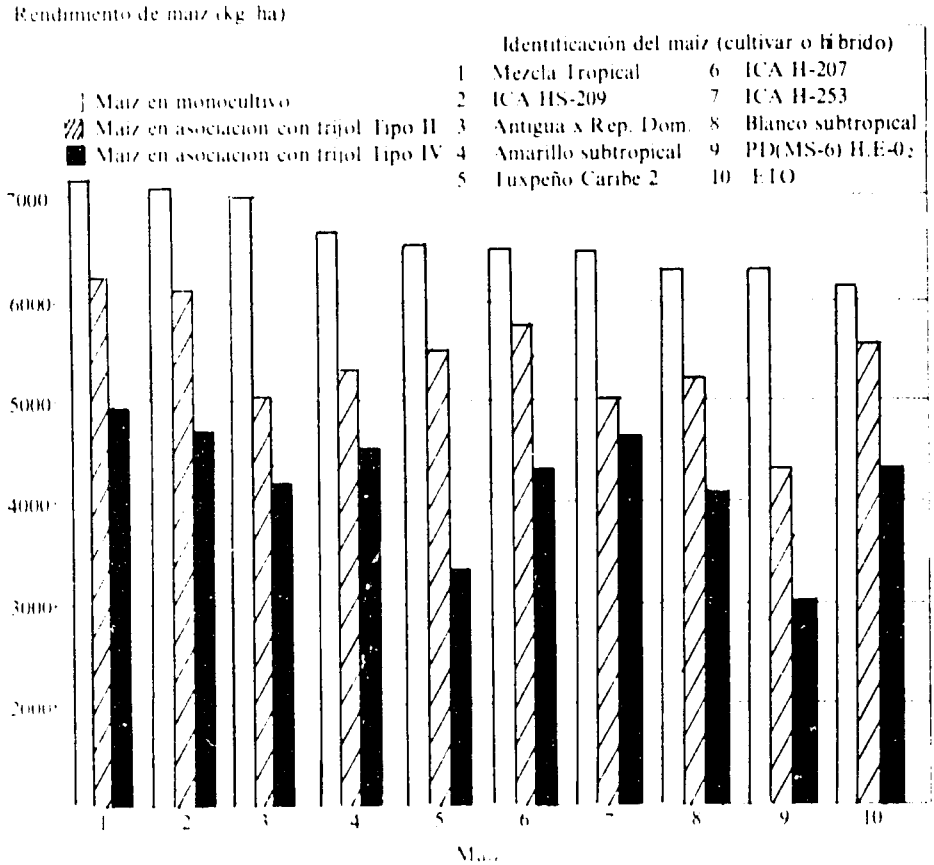


Figura 42. Comparación del rendimiento de 10 materiales de maíz, en monocultivo y en asociación, con dos cultivares de fríjol con hábitos de crecimiento II y IV.

altos de maíz, especialmente en aquellos con tendencia al volcamiento. El volcamiento de raíces del maíz se redujo marcadamente en los ensayos de asociación con fríjol. En muchos ensayos con genotipos altos de maíz, este factor ha resultado en diferencias en rendimiento poco significativas entre los rendimientos de maíz, en asociación y en monocultivo.

El rendimiento del fríjol del Tipo II dependió de los rendimientos de los genotipos de maíz (r = -0,89***) en tanto que no se observó relación con el rendimiento del fríjol trepador. Los genotipos de maíz de bajo rendimiento no dieron el suficiente soporte al fríjol trepador para permitir la obtención de un alto rendimiento, pero los maíces de alto rendimiento fueron más competitivos.

Interacciones genotipo x sistema

Como las variedades que presentan un buen comportamiento en monocultivo pueden no ser las mejores para un sistema de cultivo asociado, se evaluaron 20 variedades de fríjol arbustivas en monocultivo y en asociación con maíz, durante tres épocas de siembra consecutivas. En la Figura 43 se presentan los resultados obtenidos durante una época de siembra. Los rendimientos promedio del fríjol en monocultivo se redujeron en un 58 por ciento en asociación con maíz. Se observaron diferencias varietales significativas en cada sistema y entre los dos sistemas. En las tres épocas de siembra, las correlaciones entre rendimiento en los dos sistemas fueron de 0,51, 0,88 (ambos, con 18 grados de libertad) y 0,91 (7 grados

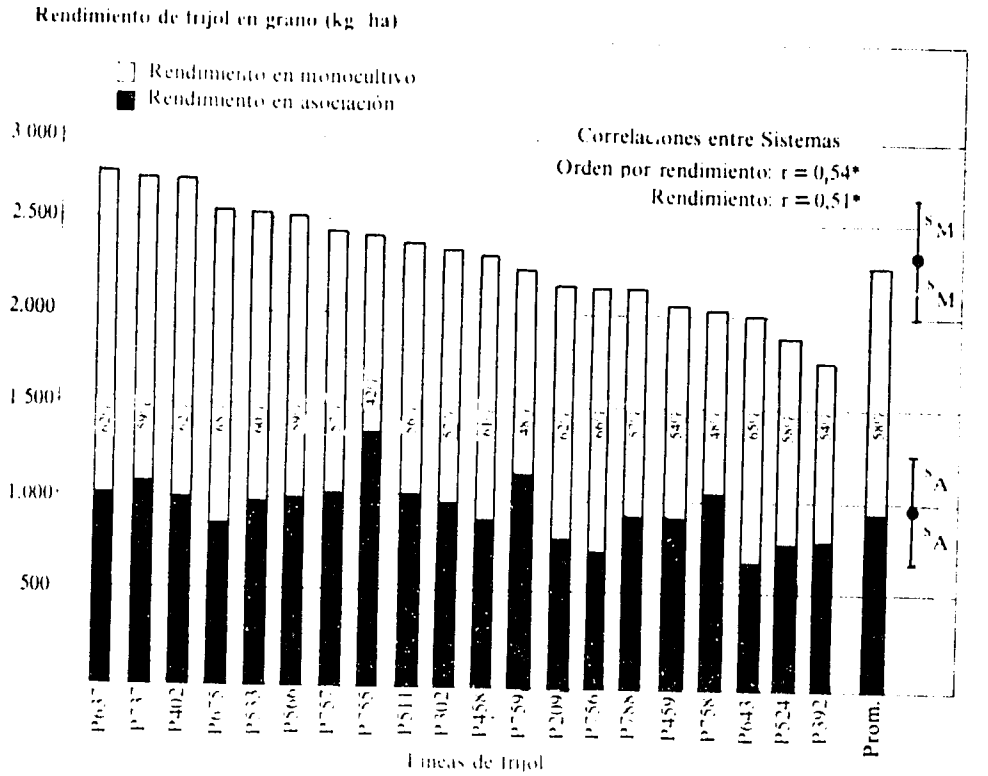


Figura 43. **Rendimientos de fríjol trepador, obtenidos en dos sistemas de cultivo. Los porcentajes indican la reducción del rendimiento. (Ensayo 7625).**

de libertad), en tanto que los coeficientes de correlación fueron de 0,54, 0,58 y 0,93. Las épocas de siembra influyeron sobre la reducción del rendimiento y el orden varietal.

También, se evaluaron frijoles trepadores durante tres estaciones, en monocultivo y en asociación. Los resultados de uno de los ensayos se presentan en la Figura 44. Las correlaciones entre los rendimientos para los dos sistemas fueron de 0,41, 0,81 (ambos, con 18 grados de libertad) y 0,90 (7 grados de libertad) y los coeficientes de correlación fueron de 0,09, 0,80 y 0,88 para las tres épocas de siembra respectivamente. Los rendimientos y el orden varietal también variaron según las épocas de siembra. En cada ensayo, se observaron diferencias varietales significativas entre los rendimientos y los porcentajes de reducción del rendimiento.

Las desventajas de la utilización del sistema de cultivo asociado para evaluar materiales genéticos incluyen la mala separación de rendimientos varietales, la poca producción de semilla en cada ciclo y la complejidad del sistema para observar líneas individuales. La mejor separación de rendimientos en monocultivo, presentado en el Cuadro 49, se debió a mayores diferencias absolutas entre los promedios con un menor coeficiente de variación para el error, en monocultivo.

Ensayos varietales con frijol trepador

Se sembraron aproximadamente 300 variedades del Tipo IV seleccionadas por su rendimiento potencial y color de grano, con el maíz ICA H-207, en ensayos preliminares realizados en el CIAT. También, se sembraron en Popayán utilizando viejos tallos de maíz como soporte. En el Cuadro 50 se comparan los rendimientos

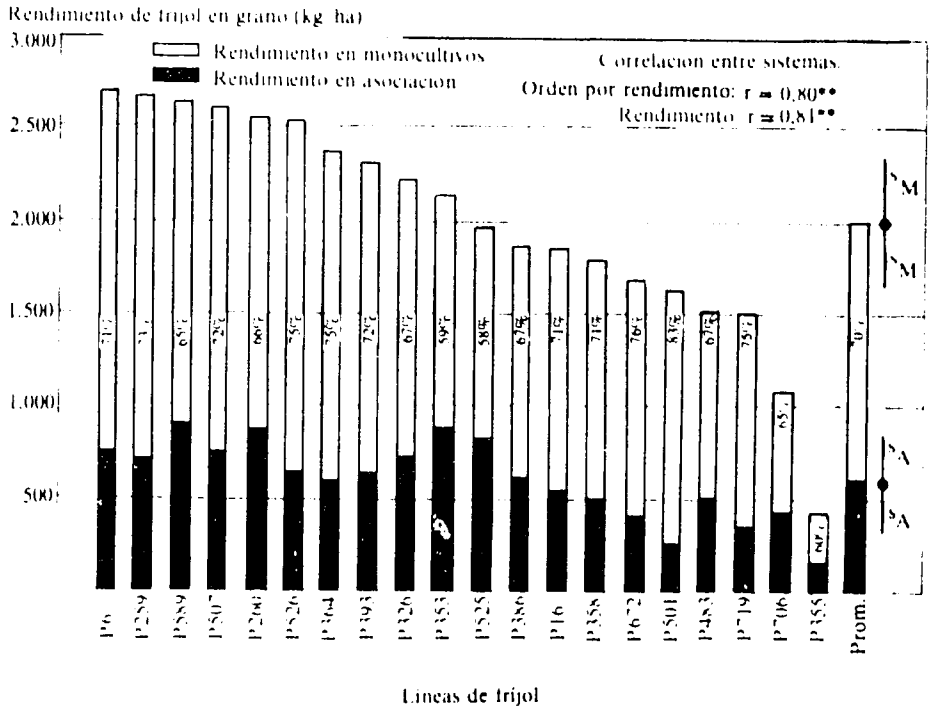


Figura 44. Rendimientos del frijol trepador, obtenidos en dos sistemas de cultivo. Los porcentajes indican la reducción del rendimiento. (Ensayo 7605).

Cuadro 49. **Resultado del ensayo 7624 sobre Rendimiento de Líneas Promisorias de Fríjol Tropical, en monocultivo y en asociación con maíz, para probar materiales genéticos[1].**

	Rendimiento de grano (kg/ha)		Aumento en el rendimiento (%)	Orden en el que se ubican los materiales por su rendimiento (1 a 20)	
Línea	Monocultivo	Asociación	Asociación/monocultivo	Monocultivo	Asociación
P501	2782d-g	971ab	35	13	15
P364	3453a	1245a	36	1	1
P6	3030a-e	1075ab	35	8	11
P449	3225a-c	951ab	29	4	16
P589	2950c-f	1242a	42	11	2
P483	2771d-g	1048ab	38	14	12
P393	3113a-d	934b	30	6	17
P706	3355a-c	1084ab	32	3	9
P353	2969b-f	1183ab	40	10	3
P260	2745d-g	1089ab	40	15	8
P259	3400a-c	1010ab	30	2	14
P326	3041a-e	1142ab	38	7	5
P504	3187a-d	926b	29	5	19
P355	2947c-f	1079ab	37	12	10
P16	2975b-f	1091ab	37	9	7
P719	2149i	472c	22	20	20
P507	2443g-i	932b	38	18	18
P525	2557f-i	1098ab	43	17	6
P672	2607e-h	1045ab	40	16	13
P526	2239hi	1143ab	51	19	4
Promedio	2897	1038	36	-	-
C.V. %	9,8	19,0	-		

[1] Las cifras de cada columna, seguidas por la misma letra, no difieren significativamente (5%). La ausencia de letras en las columnas indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos.

promedios de las mejores 20 variedades en la sede del CIAT con las mejores ocho variedades testigo, representantivas de los mejores materiales identificados. Ciertos materiales nuevos, con semilla de color incluyendo materiales negros, mostraron un buen rendimiento potencial.

El Cuadro 51 presenta los rendimientos de las 20 mejores variedades en Popayán.

Cuadro 50. **Rendimiento de las 20 mejores variedades de fríjol trepador en asociación con maíz (variedad H-207) en la sede del CIAT.**

Identificación	Número asignado en CIAT	Procedencia	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)
PI201-348	G844	México	Crema	1967
PI 311-861	G2227	Guatemala	Amarillo	1907
Boyacá 21	G4590	Colombia	Crema	1790
P 114	G417	Turquía	Blanco	1740
PI 310-767	G2026	Guatemala	Negro	1737
Antioquia 130	G4567	Colombia	Crema	1720
Chiapas 163	G14762	México	Crema	1718
PI 224-738	G983	México	Marrón	1696
PI 200-978	G1253	Guatemala	Marrón	1692
Chiapas 163 (N)	G4762	México	Negro	1674
PI 310-680	G1962	Guatemala	Negro	1639
PI 311-191	G2121	Guatemala	Negro	1639
PI 282-024	G1079	Chile	Marrón	1634
PI 310-767	G2026	Guatemala	Marrón	1585
PI 204-721	G891	Turquía	Blanco	1579
PI 209-801	G1365	Kenya	Bayo	1575
PI 311-904	G2258	México	Morado	1571
Boyacá 21	G4590	Colombia	Negro	1569
PI 310-783	G2033	Guatemala	Negro	1569
PI 189-012	G731	Guatemala	Marrón	1565
Mejor testigo P364				1416
Promedio de los testigos (n=8)				1099
Promedio global				1319
DMS a un nivel de 0,01 = 392				

Todas las variedades, excepto una, son originarias de México. P364 fue la variedad testigo que dio el mayor rendimiento, tanto en Popayán como en el CIAT, pero ninguna de las 20 variedades de alto rendimiento dio buen resultado en ambas localidades. Seis de las variedades dieron un rendimiento significativamente mayor ($P<1\%$) que la mejor variedad testigo y los rendimientos obtenidos en Popayán fueron considerablemente altos, si se tiene en cuenta el sistema de soporte relativamente simple y de bajo costo, utilizado en los ensayos.

Cuadro 51. **Rendimiento de las 20 mejores variedades de fríjol trepador en asociación con maíz (H-204) en Popayán.**

Identificación	Número asignado en CIAT	Procedencia	Color del grano	Rendimiento (kg/ha)
P495	G3352	México	Amarillo	4502
P468	G3469	México	Marrón	4443
Guanajuato 22	G3445	México	Amarillo	4353
Black bean	G3208	Guatemala	Negro	4348
Guanajuato 110-A	G3451	México	Morado	4338
PI 313-724	G2597	México	Amarillo	4305
Puebla 422	G3391	México	Amarillo	4121
PI 313 730	G2602	México	Gris moteado	4076
PI 203 930	G875	México	Amarillo	4025
PI 313 758	G2620	México	Amarillo	4024
PI 313-730	G2602	México	Gris	3998
PI 311-908	G2262	México	Crema	3994
PI 319 631	G2829	México	Marrón	3963
PI 311-917	G2270	México	Crema	3347
PI 201-317	G838	México	Crema	3944
PI 313-776	G2634	México	Marrón	3919
PI 309-797	G1814	México	Amarillo	3891
Guanajuato 22(R)	G3445	México	Rojo	3876
PI 313-514	G2497	México	Negro	3849
PI 313-755	G2618	México	Marrón	3833
Mejor testigo			Blanco	3487
Promedio de los testigos (n = 8)				2277
Promedio global				2505
DMS a un nivel de 0,01				778

ECONOMIA

El objetivo principal de la investigación económica es estimar la rentabilidad de la nueva tecnología desarrollada en el cultivo de fríjol e identificar los factores que limitan su Producción en Colombia y otros países. En el presente texto se incluyen los resultados de experimentos realizados en Honduras y Colombia (Restrepo). Un segundo objetivo es el de colaborar con científicos de otros programas en la evaluación económica de sus datos. Se presentan los aspectos económicos de parte del trabajo realizado por la Sección de Agronomía.

EVALUACION DE TECNOLOGIA A NIVEL DE FINCA

Honduras

Por más de un año, el CIAT ha colaborado con el Programa de Maíz y Fríjol (PROMYF) de Honduras, el cual tiene por objetivo aumentar los ingresos de los pequeños y medianos agricultores, a través de aumentos en la productividad del fríjol y del maíz. Se evaluaron nuevas variedades de fríjol, fertilizantes, insecticidas y herbicidas, en campos de fríjol de agricultores en siete localidades, durante la "Postrera" o sea, la segunda época de siembra que se hace en Honduras la cual se caracteriza por recibir una precipitación más irregular y reducida que durante la primera estación. La mayor parte del fríjol se produce durante la "Postrera" después de un cultivo de maíz, durante la primera estación. Casi todos los años se puede esperar una deficiencia de agua por lo tanto, es necesario desarrollar variedades de fríjol para estas condiciones.

Ensayos varietales. En seis de siete ensayos de rendimiento, varias selecciones CIAT (variedades de semilla negra) dieron rendimientos significativamente mayores en comparación con las variedades rojas locales. Sin embargo, para las variedades negras, hay un menor precio en el mercado debido a la preferencia del consumidor por los fríjoles rojos y a la inestabilidad de los mercados de exportación para los fríjoles negros. Al comparar la rentabilidad de las variedades rojas y negras, las variedades rojas dieron beneficios significativamente mayores en cuatro de siete ensayos: Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de las preferencias del consumidor. Los ingresos que debe recibir un agricultor y la factibilidad de adaptar una nueva tecnología para que se ajuste al sistema de producción, son las medidas apropiadas del éxito de una nueva tecnología en tanto que la comparación de los rendimientos, con frecuencia, es un indicador inadecuado.

Fertilizantes. El análisis de los ensayos de fertilización indicó que casi todos los tratamientos, en toda la región, resultaron en una pérdida de ingresos en comparación con los ensayos sin fertilizante. Aunque una fecha de siembra más temprana pudo reducir las pérdidas, estos resultados indican que los fertilizantes son un insumo riesgoso bajo condiciones irregulares de precipitación y sin control de otros factores que reducen el rendimiento. Es necesario considerar el riesgo y el beneficio esperado, para todas las condiciones agroclimáticas posibles, al evaluar la introducción de nueva tecnología.

Insecticidas. *Empoasca kraemeri* y *Apion* se consideran como dos de los principales factores limitantes para aumentar el rendimiento de fríjol en América Central. Sin embargo, en estos ensayos, la baja incidencia de estos insectos no hizo rentable los tratamientos "preventivos" con insecticidas en todas las localidades. El costo de los insecticidas se puede reducir iniciando el control cuando las poblaciones alcanzan niveles de daño económico. Se está probando la efectividad de la identificación de plagas en el campo, antes de la aplicación "curativa" de insecticidas.

Herbicidas. Se determinó que los herbicidas ejercen varios tipos de efectos sobre los rendimientos, sobre los costos de mano de obra para el control de malezas y sobre el área cultivada, cuando la disponibilidad estacional de mano de obra para el control manual de malezas, es un factor limitante crítico. Al evaluar los primeros dos efectos, un herbicida tradicional consistentemente dio pérdidas monetarias y redujo los rendimientos en el 50 por ciento de los ensayos. Otro herbicida (methobromuron) fue rentable en seis de las siete localidades, aun bajo el supuesto de un costo de oportunidad de cero para la mano de obra familiar. Durante esta estación, la utilización del herbicida apropiado ejerció un efecto sobre el rendimiento, posiblemente, como resultado de la mayor disponibilidad de agua para el frijol.

Mediante un sencillo análisis económico se determinó la importancia del color de las semillas al evaluar variedades y el riesgo de utilizar un alto nivel de insumos durante la "Postrera", dada la alta probabilidad de una deficiencia de agua durante esta estación. Se considera que para el PROMYF el componente más importante de un nuevo paquete tecnológico es el desarrollo de una variedad roja mejorada y de madurez temprana.

Colombia (Municipio de Restrepo)

En la región de Restrepo, Departamento del Valle, Colombia, durante los últimos dos años, se han hecho experimentos agronómicos para identificar una tecnología mejorada para pequeños agricultores. Se continuaron los ensayos con utilización mínima de insumos, puesto que, en ensayos anteriores los costos de los mismos se consideraron todavía muy altos para el pequeño agricultor. Se obtuvieron estimativos de rentabilidad para dos nuevas tecnologías de fríjol, en ensayos a nivel de finca. Las tecnologías incluyeron: la utilización de selecciones trepadoras mejoradas y la variedad Diacol Calima, la aplicación de fósforo, la mayor aplicación de fertilizantes orgánicos y el control de insectos y enfermedades (Cuadro 52). Los resultados mostraron que la nueva tecnología para el fríjol trepador redujo el costo de los insumos comprados. La mayor densidad de población de Calima y su requerimiento de insumos aumentó los costos de la nueva tecnología para fríjol arbustivo. Sin embargo, las nuevas tecnologías de fríjol aumentaron los ingresos del agricultor en, aproximadamente, un 40 por ciento.

Disponibilidad de mano obra *versus* Herbicidas. El principal factor que limita la adopción de nueva tecnología en una zona cafetera, como lo es la de Restrepo, puede ser la disponibilidad estacional de mano de obra. Las nuevas tecnologías implicaron un aumento en los requerimientos de mano de obra del 26 al 36 por ciento. Se obtuvieron datos de otros estudios para dos tecnologías que ahorran mano de obra, en las cuales se utilizan herbicidas* (Cuadro 52). Los herbicidas redujeron ligeramente el ingreso neto puesto que su costo fue mayor que el de la mano de obra no utilizada; sin embargo, los herbicidas se seguirían utilizando si la disponibilidad estacional de mano de obra fuera un factor limitante crítico.

A fin de evaluar la factibilidad de introducir estas cuatro nuevas tecnologías de fríjol, en el sistema agrícola de Restrepo, se programaron en computador planes de maximización de beneficios para fincas de diferentes tamaños, teniendo en cuenta la disponibilidad de tierra, mano de obra, capital y actividades alternativas en la región. Los resultados indican que si los rendimientos presentados en el Cuadro 52 se pueden obtener en campos de agricultores, entonces el nuevo "paquete tecnológico" para el cultivo de fríjol será rentable, en un amplio rango de tamaños de finca (Cuadro 53). Se obtuvieron estimativos de maximización de beneficios sobre los efectos de la nueva tecnología, sobre los ingresos y utilización de mano de obra, a nivel de finca, en una finca típica de Restrepo (promedio: 7 a 8 hectáreas), antes y después de la introducción de la nueva tecnología (Cuadro 54). Los resultados indican que la nueva tecnología aumenta los ingresos de la finca, el empleo y el área destinada a la producción de fríjol. Los beneficios a nivel de finca aumentarán aún más al utilizar germoplasma mejorado del tipo rojo trepador y arbustivo, el cual presenta resistencia a algunas enfermedades para las cuales actualmente se requiere la aplicación de agroquímicos.

* Las pruebas a nivel de finca, en Restrepo, no incluyeron la utilización de herbicidas. Se asumió que los herbicidas no ejercerían efecto alguno sobre los rendimientos. Los costos y requerimiento de mano de obra, de las tecnologías con herbicidas se obtuvieron de información suministrada por mercados colombianos y por otros estudios, respectivamente.

Cuadro 52. **Utilización de insumos e ingresos por hectárea para las mejores prácticas de cultivo empleadas por los agricultores y nuevas tecnologías de fríjol en Restrepo.**

Parámetro	Mejores prácticas de cultivo utilizadas	Nueva tecnología de fríjol: Ensayos en fincas — Prácticas mejoradas y: Calima (arbustiva)	Ensayos en fincas — Prácticas mejoradas y: Variedad nueva (trepadora)	Información deducida[1] — Prácticas mejoradas y: Calima	Información deducida[1] — Prácticas mejoradas y: Nueva variedad trepadora
		Sin herbicida		Con herbicida	
Rendimiento (kg/ha)	957[4]	1256	1419	1256	1419
Precio del fríjol (pesos/kg)[2]	21,5	21,5	17,6	21,5	17,6
Variedad	Varias (incluyendo Calima)	Calima	(P103, 5220, Calima, P364)	Calima	(P103, 5220 P364)
Requerimientos de mano de obra (días-hombre/ha)	97,3	122,5	132,5	111,5	121,5
Densidad (plantas/ha)	110.000[5]	250.000	120.000	250.000	120.000
Fertilización	1,8 ton de gallinaza/ha	—— 50 kg de P_2O_5 +1 ton de gallinaza ——			
Control de plagas	No	—— 4 aspersiones de fungicida-insecticida ——			
Control de malezas	—— Labores manuales (14 días-hombre) ——			—— Costo del herbicida de $819/ha más 3 días-hombre para la aplicación ——	
Ingreso bruto	20.575	27.004	24 974	27.004	24.974
Costo de los insumos comprados	-5.752	-6.920	-3.930	-7.739	-4.749
Costo de mano de obra[3]	-6.587	-8.609	-9.312	-7.836	-8.539
Ingreso neto	8.238	11.475	11.732	11.429	11.686

[1] Este término indica que la información se tomó de otras fuentes ajenas al CIAT, se asumió que los herbicidas no afectan los rendimientos.

[2] El precio de Calima fue el precio promedio recibido en la región por esta variedad. Los precios de las nuevas variedades comprendieron a los fríjoles rojos, excepto P364 (blanco) y se descontaron. Sin embargo, este ajuste es muy conservador, puesto que entre los fríjoles rojos, Calima recibe un descuento sustancial en comparación con Cargamanto, Radical u otras variedades de semilla grande.

[3] El costo de la mano de obra familiar se basó en el salario actual. La mano de obra familiar se trató como un costo fijo.

[4] El rendimiento promedio se basó en la encuesta realizada en 22 fincas.

[5] Promedio del monocultivo en la región. La densidad del fríjol en asociación con café fue de 40.000 plantas/ha.

Cuadro 53. **Programas de maximización de beneficios a nivel de fincas de tres tamaños diferentes en la zona cafetera de Restrepo, Colombia.**

Actividad	Unidad	Tamaño de la finca		
		2,5 ha	7,8 ha	22,7 ha
		Nivel de actividad		
Margen bruto[1]	Pesos Colombianos	102.042	276.410	667.875
Area cafetera antigua[2]	hectáreas	1,5	1,5	1,5
Area cafetera nueva	hectáreas	0,5	2,3	9,3
Yuca	hectáreas	-	0,2	4,1
Tecnología de frijol IV (1er. semestre)	hectáreas	0,5	3,9	7,8
Ofrecimiento de mano de obra: enero-marzo	días-hombre	1	-	-
Ofrecimiento de mano de obra: abril-junio	días-hombre	23	-	-
Contratación de mano de obra: enero-marzo	días-hombre	-	280	956
Contratación de mano de obra: abril-junio	días-hombre	-	123	456
Mano de obra familiar: enero-marzo	días-hombre	84	84	84
Mano de obra familiar: abril-junio	días-hombre	84	84	84
Tecnología de frijol II (2ndo. semestre)	hectáreas	0,5	3,9	-
Tecnología de frijol IV (2ndo. semestre)	hectáreas	-	-	1,8
Ofrecimiento de mano de obra: julio-septiembre	días-hombre	18	-	-
Ofrecimiento de mano de obra: octubre-diciembre	días-hombre	11	-	-
Contratación de mano de obra: julio-septiembre	días-hombre	-	192	399
Contratación de mano de obra: octubre-diciembre	días-hombre	-	191	449
Mano de obra familiar: julio-septiembre	días-hombre	100	100	100
Mano de obra familiar: octubre-diciembre	días-hombre	100	100	100

[1] Este es un concepto de programación igual a los beneficios brutos menos los costos variables. El beneficio neto se obtiene cuando se amortizan los costos fijos entre años y se deducen.

[2] Se consideró que la plantación de café antigua es fija en todas las fincas a causa de la alta inversión que se requeriría para reemplazarla.

Cuadro 54. **Programas de maximización de beneficios en una finca típica (7-8 ha) dé la zona de Restrepo (Colombia), antes y después de la introducción de nueva tecnología en la producción de fríjol.**

Actividad	Unidad	Nueva tecnología	
		Antes	Después
		Nivel de actividad	
Margen bruto[1]	Pesos colombianos	225.190	276.410
Area cafetera antigua	hectáreas	1,5	1,5
Area cafetera nueva	hectáreas	2,3	2,3
Yuca	hectáreas	1,1	0,2
Mejor tecnología de fríjol del agricultor (1er. semestre)	hectáreas	2,8	-
Nueva tecnología de fríjol IV (1er. semestre)	hectáreas		3,9
Contratación de mano de obra: enero-marzo	días-hombre	168	280
Contratación de mano de obra: abril-junio	días-hombre	148	123
Mano de obra familiar: enero-marzo	días-hombre	84	84
Mano de obra familiar: abril-junio	días-hombre	84	84
Mejor tecnología de fríjol del agricultor II (2ndo. semestre)	hectáreas	3,0	-
Nueva tecnología de fríjol II (2ndo semestre)	hectáreas	-	3,9
Contratación de mano de obra: julio-septiembre	días-hombre	124	192
Contratación de mano de obra: octubre-diciembre	días-hombre	184	191
Mano de obra familiar: julio-septiembre	días-hombre	100	100
Mano de obra familiar: octubre-diciembre	días-hombre	100	100

[1] Ver nota al pie del Cuadro 53

Almacenamiento en Restrepo. Los estudios previamente realizados, a nivel de campo, en los Departamentos colombianos de Huila y Nariño, indicaron que los pequeños agricultores vendían el 94 por ciento de su producción de fríjol, poco tiempo después de la cosecha. En consecuencia, el fríjol ejercía muy poco efecto sobre la nutrición familiar y los agricultores sufrían económicamente con

la disminución del precio después de la cosecha. Un análisis de las muestras de fríjol, obtenidas en 18 fincas de Restrepo, mostró que todas presentaban serios problemas con relación a insectos que atacan al grano almacenado, principalmente *Zabrotes subfasciatus*. Ocho agricultores vendieron su fríjo, en vez de guardarlo para el consumo familiar; ninguno almacenó fríjol por más de dos o tres meses, y cuatro trataron el fríjol con el insecticida aldrin o lo secaron al sol.

El riesgo del almacenamiento y la necesidad de venta, a menores precios inmediatamente después de la cosecha, pueden ser factores importantes en la falta de interés por parte de los agricultores en aumentar la productividad de fríjol. La Sección de Entomología de Fríjol del CIAT encontró que los aceites vegetales controlan, en forma efectiva, a *Z. subfasciatus* en fríjol almacenado (ver el capítulo sobre Entomología) y actualmente, está ensayando este método a nivel de finca.

ECONOMIA DE LA ASOCIACION FRIJOL MAIZ

El análisis económico de 20 ensayos agronómicos realizados en el CIAT proporcionaron información sobre los rendimientos obtenidos de una época de siembra a otra, para el fríjol trepador en monocultivo, maíz en monocultivo y asociaciones de fríjol/maíz (en siembra simultánea). La sensibilidad del ingreso neto al cambio en los costos de producción, los rendimientos de cada cultivo y los precios relativos del fríjol y maíz, se evaluaron para una serie de condiciones características para América Latina. En tanto que en América Latina hay un rango en la relación de precios del fríjol maíz 2:1 en México y hasta 7:1 en Brasil (año 1976) la relación de precios en Colombia es relativamente estable pues se mantiene a un nivel de 3,5 - 4:1.

La Figura 45 muestra que el maíz en monocultivo es la alternativa menos rentable de las tres que se estudiaron. El

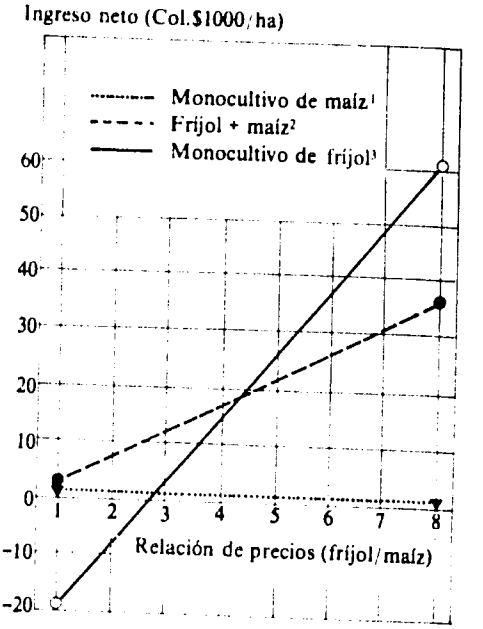


Figura 45. Ingreso neto con tres sistemas de cultivo a varias relaciones de precios fríjol/maíz.

[1] El rendimiento del fríjol en monocultivos se estimo en 3000 kg/ha con costos de produccion de Col $31 000/ha

[2] El rendimiento de fríjol se estimo en 1200 kg/ha y el de maíz en 5000 kg/ha con costo de produccion de Col $22 000/ha

[3] El rendimiento de maíz en monocultivo se estimo en 5000 kg/ha con costo de produccion de Col $18 000/ha

fríjol trepador en monocultivo es el sistema mas rentable a una relación de precios superior a 4:1 y la asociación de fríjol/maíz la más rentable, por debajo de este nivel de relación de precios. La igualdad de la rentabilidad de los dos sistemas con fríjol a una relación de 4:1 —la cual prevalece en Colombia— es consistente con datos obtenidos a nivel de finca en Huila, en donde ambos sistemas dieron beneficios casi idénticos y la escogencia del sistema pareció estar en función del tamaño de la finca y la disponibilidad de mano de obra.

La ventaja del fríjol trepador en monocultivo depende críticamente de los costos de la mano de obra y de soporte del cultivo. En una finca pequeña, con exceso de mano de obra familiar y de materiales locales disponibles en la finca para el soporte artificial del cultivo, el fríjol de monocultivo podría ser rentable a

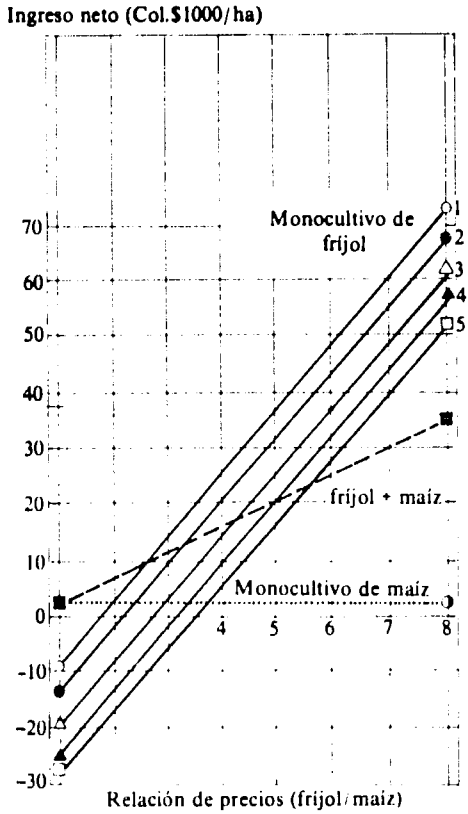


Figura 46. **Ingreso neto de tres sistemas de cultivo a varias relaciones de precios frijol/m con diferentes costos de producción del frijol en monocultivo.**

Costos del frijol en monocultivo	Costo total, Col $
1 Estacas = 0, mano de obra = 0	21 000
2 Estacas = Col $5 000, mano de obra = 0	26 000
3 Estacas = Col $5 000, mano de obra = Col $5 000	31 000
4 Espaldera = Col $15 000, mano de obra = 0	36 000
5 Espaldera = Col $15 000, mano de obra = Col $5 000	41 000

relaciones de precios considerablemente menores, entre 2 y 3:1 (Figura 46).

Este análisis sólo ha tenido en cuenta el ingreso esperado. Sin embargo, los pequeños agricultores también tienen en cuenta la variación del ingreso (riesgo). Utilizando el concepto del "ingreso garantizado", el riesgo se calcula como el ingreso mínimo producido por cada actividad con un nivel dado de probabilidad. El ingreso garantizado se puede calcular como $\hat{X} = \bar{X} - t_g s$, en donde $\hat{X}$ es el mínimo ingreso esperado, X es el ingreso promedio, t_g es el nivel "t" a una probabilidad "g" y "s" es la desviación estándar. Este ingreso mínimo le asegura al agricultor que, en casi todos los casos, su máxima pérdida o mínima ganancia bajo la mayoría de las condiciones agroclimáticas, serán superiores al $\hat{X}$ dado. En la Figura 47 se observa claramente que el fríjol solo es más riesgoso que la asociación de fríjol/maíz hasta que la relacíon de precios sea superior a 5,5:1 (probabilidad del 90%). Los pequeños agricultores, quienes evitan los altos riesgos, pueden preferir el cultivo asociado aun cuando el monocultivo del fríjol es más rentable. La mayoría de los agricultores,

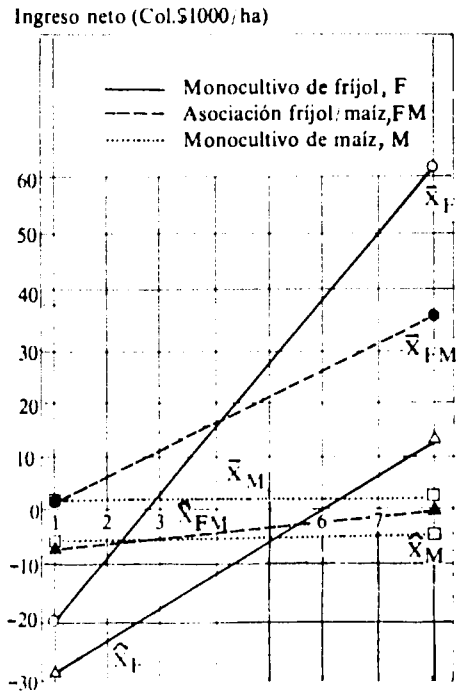


Figura 47. **Ingreso neto garantizado de tres sistemas de cultivo a varias relaciones de precios fríjol/maíz** [1].

[1] La línea inferior ($\hat{X}$) para cada sistema representa el nivel sobre el cual se obtendrá un ingreso determinado con un 90% de probabilidad ($\hat{X} = \bar{X} - t_{.90}$ s, donde $t_{.90}$ = 1.6448)

quienes disponen de la mano de obra necesaria para utilizar estos sistemas de cultivos asociados, deben estar interesados en los riesgos de pérdida del cultivo. Por lo tanto, se puede esperar que escojan el cultivo asociado para reducir los costos de producción y para alcanzar una mayor estabilidad de ingresos.

APENDICES

Apéndice A. **Lista de Líneas Promisorias de *Phaseolus vulgaris* a las cuales se hace referencia en el texto correspondiente al Programa de Fríjol del Informe Anual del CIAT, 1977.**

Número de la línea promisoria	Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
P004	G0 2115	PI 310-878	EE.UU.
P005	1741	PI 307-824	EE.UU.
P006	2005	PI 310-739	EE.UU.
P008	2056	PI 310-814	EE.UU.
P009	2959	Pecho Amarillo	GUA
P011	3729	Argentina 2	VEZ
P012	5474	BRZ 1289 (69-6584-3)	BRZ
P014	2146	PI 310-909	EE.UU.
P016	3873	Trujillo 4	VEZ
P017	3719	México 12-1	VEZ
P060	0143	PI 164-746 (SEM)	EE.UU.
P089	0302	PI 169-844	EE.UU.
P114	0417	PI 173-022	EE.UU.
P138	0556	PI 176-694 (Oturak)	EE.UU.
P141	0569	PI 176-713	EE.UU.
P153	0645	PI 179-715 (Rong)	EE.UU.
P155	0651	PI 180-729	EE.UU.
P167	0685	PI 182-007	EE.UU.
P168	0686	PI 182-011	EE.UU.
P169	0687	PI 182-026 (Windsor long pond)	EE.UU.
P174	0716	PI 186-492	EE.UU.
P178	0728	PI 186-505	EE.UU.
P179	0684	PI 181-996	EE.UU.
P182	0756	PI 193-569	EE.UU.
P189	0780	PI 194-578	EE.UU.
P194	0797	PI 195-391	EE.UU.
P199	1220	PI 196-927 (F. Criollo)	EE.UU.
P203	0818	PI 197-970 (Bayo Berendo)	EE.UU.
P204	0819	PI 197-971 (Berendo)	EE.UU.
P209	1259	PI 201-333	EE.UU.

Número de la línea promisoria	Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
P211	1264	PI 201-489	EE.UU.
P226	1308	PI 207-198 (C.C.G.B-44)	EE.UU.
P239	1423	PI 226-895	EE.UU.
P243	1434	PI 226-938 (wachs hundert fur eine)	EE.UU.
P246	1050	PI 269-634	EE.UU.
P256	1524	PI 282-052	EE.UU.
P259	1093	PI 282-063	EE.UU.
P260	1098	PI 282-074 (Ocanero)	EE.UU.
P280	1682	PI 306-159	EE.UU.
P289	1694	PI 307-752 (S-137-N)	EE.UU.
P302	1820	PI 309-804	EE.UU.
P306	1833	PI 309-853	EE.UU.
P318	1962	PI 310-680	EE.UU.
P326	2006	PI 310-740	EE.UU.
P332	2026	PI 310-767	EE.UU.
P334	2034	PI 310-784	EE.UU.
P349	2281	PI 311-930	EE.UU.
P353	2327	PI 311-992	EE.UU.
P355	2337	PI 312-004	EE.UU.
P358	2382	PI 312-064	EE.UU.
P364	2540	PI 313-653	EE.UU.
P365	2549	PI 313-662	EE.UU.
P386	3269	Aguascalientes 70	MEX
P392	4498	Sanilac	EE.UU.
P393	3736	Alabama 1(I-1012)	VEZ
P401	3065	Blanco (GUA-0137)	GUA
P402	3807	Brasil 2 (Bico de Ouro)	VEZ
P420	3607	C.C.G.B.-44 (I-462)	VEZ
P422	3724	Compuesto negro (I-996)	VEZ
P432	3153	F. de parra (GUA-0350)	GUA
P437	3128	F. negro (GUA-0321)	GUA
P438	3131	F. negro (GUA-0325)	GUA
P439	3205	F. negro (GUA-0426)	GUA
P449	3451	Guanajuato 116A	MEX
P455	2960	Hailillo (GUA-0016)	GUA
P458	14454	ICA-Tui	CLB
P459	3645	Jamapa (I-810)	VEZ
P461	3974	Jin 10B (C-90)	CRI
P468	3469	Michoacán 70	MEX
P478	4177	12-B-P-3 (N-159)	CRI
P483	3565	Oaxaca 39	MEX
P488	4142	Porrillo 70 (N-579)	CRI
P495	3352	Puebla 151B	MEX

Número de la línea promisoria	Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
P498	3353	Puebla 152	MEX
P500	3360	Puebla 173	MEX
P501	3363	Puebla 199	MEX
P504	3374	Puebla 304	MEX
P507	5693	California small white 643	EE.UU.
P509	4487	San Pedro Pinula 72	GUA
P511	3627	S-182-N (I-714)	VEZ
P512	4122	S-166-A-N (N-555)	CRI
P524	4421	S-630-B (C-63)	CRI
P525	3871	Trujillo 2	VEZ
P526	3872	Trujillo 3	VEZ
P533	3526	Veracruz 56	MEZ
P536	3531	Veracruz 157	MEZ
P539	3776	Venezuela 2 (I-1062)	VEZ
P540	3784	Venezuela 29 (I-1071)	VEZ
P545	3786	Venezuela 36 (I-1073	VEZ
P560	3834	51051 (I-1138)	VEZ
P561	4152	50609 (N-283)	CRI
P566	4495	Porrillo Sintético	HON
P567	5478	Tara	PRI
P568	5479	PR-70-15R87 (PR-5)	PRI
P569	5481	Cacahuate 72	MEX
P588	4455	ICA-Huasanó	CLB
P589	2525	PI 313-624	EE.UU.
P590	5702	Cargamanto	CLB
P597	1222	PI 196-932	EE.UU.
P622	5697	2114-12	EE.UU.
P623	4458	27R	CRI
P631	5696	Cornell 046-C	EE.UU.
P634	5683	ICA-Duva	CLB
P635	4452	ICA-Guali	CLB
P637	4523	Línea 17	CLB
P639	3467	Michoacán 31	MEX
P643	4459	NEP - 2	CRI
P645	3597	Diacol Nima (I-204)	VEZ
P646	0881	PI 203-958 (N-203)	EE.UU.
P649	4312	Puebla 439	MEX
P670	3059	Mateado Sesentano	GUA
P672	4164	G1-1-5-1 (N-315)	CRI
P675	4525	Línea 32 (ICA-Pijao)	CLB
P678	3058	De vara (GUA-0129)	GUA
P681	5054	H1 Mulatinho (BRZ-343)	BRZ
P682	5208	BRZ - 1087 (I-162)	BRZ

Número de la línea promisoria	Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
P684	1320	PI 207-262 (tlalnepantla 64)	EE.UU.
P685	5694	Cornell 49-242	EE.UU.
P691	4489	Cuilapa 72	GUA
P692	4494	Diacol Calima	CLB
P693	5653	Ecuador 299	ELS
P696	4791	Honduras 46	NIC
P698	5476	Jules	EE.UU.
P699	5652	México 309	ELS
P704	4795	Porrillo 1	ELS
P706	5701	Rojo 70	ELS
P708	4473	Titán	CHL
P709	4485	Turrialba 1	GUA
P712	4792	51052	NIC
P714	4505	Top Crop	EE.UU.
P718	4789	Cubagua	VEZ
P719	5710	Great Northern U.I.31	EE.UU.
P720	0832	PI 200-974	EE.UU.
P721	1401	PI 224-743	EE.UU.
P729	1951	PI 310-668	EE.UU.
P737	4456	Jamapa	CRI
P739	4509	Masterpiece	UTK
P743	4829	Paraná (lote 3)	BRZ
P746	4830	Río Tibagi (lote 10)	BRZ
P755	4460	Pompadour 2	CRI
P756	4445	Ex-Rico 23	CLB
P757	4461	Porrillo 1	CRI
P758	4446	Ex-Puebla 152 (Brown seeded)	MEX
P759	0076	Red Cloud	EE.UU.
P763	3329	Puebla 38-1	MEX
P766	5719	Aurora	EE.UU.
P775	4197	Black turtle soup B.	CRI
P776	4472	Tórtolas	CHL
P778	4637	Cundinamarca 115C (arbolito)	CLB
P779	4638	Cundinamarca 116 (arbolito)	CLB
P780	2997	Rabia el gato	GUA
P782	6380	Kaboon	NET
P788	1540	PI 284-703	EE.UU.
P793	5712	Comp. Chimaltenango 3	GUA

Apéndice B. **Lista de accesiones de *Phaseolus vulgaris* del CIAT (no clasificadas como Líneas Promisorias) a las cuales se hace referencia en el texto correspondiente al Programa de Fríjol del Informe Anual del CIAT, 1977.**

Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
GO0729	PI 186-506	EE.UU.
0731	PI 189-012 Tsib. Tsinap'ul	EE.UU.
0738	PI 189-406 Piligue	EE.UU.
0805	PI 197-034	EE.UU.
0838	PI 201-317	EE.UU.
0843	PI 201-345	EE.UU.
0844	PI 201-348	EE.UU.
0875	PI 203-930	EE.UU.
0891	PI 204-721	EE.UU.
0951	PI 209-479	EE.UU.
0983	PI 224-738	EE.UU.
1018	PI 244-715	EE.UU.
1069	PI 281-979	EE.UU.
1079	PI 282-024	EE.UU.
1080	PI 282-025	EE.UU.
1157	PI 299-388 *Phaseolus lunatus*	EE.UU.
1212	PI 196-299	EE.UU.
1224	PI 196-936	EE.UU.
1253	PI 200-978	EE.UU.
1257	PI 201-300	EE.UU.
1365	PI 209-801 Kapumbu	EE.UU.
1814	PI 209-797 F. azufrado amarillo	EE.UU.
2033	PI 310-783	EE.UU.
2161	PI 311-191	EE.UU.
2227	PI 311-861	EE.UU.
2258	PI 311-904	EE.UU.
2262	PI 311-908	EE.UU.
2270	PI 311-917	EE.UU.
2497	PI 313-514 Negro	EE.UU.
2597	PI 313-724	EE.UU.
GO2602*	PI 313-730	EE.UU.
2618	PI 313-755	EE.UU.
2620	PI 313-758	EE.UU.
2634	PI 313-776	EE.UU.
2829	PI 319-631 Fríjol apetito	EE.UU.
3208	Fríjol Negro (GUA-431)	Guatemala
3391	Puebla 422	México
3407	Puebla 441	México

Número de la accesión dado por CIAT	Identificación o registro	Lugar de origen
3445*	Guanajuato 22	México
4016	Stringless Green Refugee (P-120)	Costa Rica
4231	México 21N (N-22)	Costa Rica
4503	Widusa	Francia
4567	Antioquia 130	Colombia
4590*	Boyacá 21 Sangileno	Colombia
4762*	Chiapas 163	México
4826	Pintado	Brasil
5487	Great Northern U.I. 123 (V-1217)	Reino Unido
5714	Seafarer	EE.UU.
5732	México 235	Salvador
5772	Diacol Andino	Colombia
5942	PR-70-15R-55 (PR3)	Puerto Rico
6014	Guatemala 388 (HON-0491)	Honduras
6374	Bountiful	EE.UU.
6391	Línea 20667	Colombia
6719	Jubila	Holanda
6732	Stringless Green Pod	EE.UU.
6734	Improved Tender Green 40031	EE.UU.
7121	Goiano Precoce (HON-2633)	Honduras
	TMD-1	Brasil*
	Zamorano	Honduras*

Apéndice C. Descripción de los hábitos de crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. utilizados por el Programa de Fríjol del CIAT.

Definiciones de los hábitos de crecimiento para *Phaseolus vulgaris* L., que utiliza el Programa de Fríjol del CIAT:

TIPO I: Hábito de crecimiento determinado; terminales reproductivos sobre el tallo principal; no hay producción de nudos sobre el tallo principal, después de que se inicia la floración.

TIPO II: Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el tallo principal después del inicio de la floración; ramas erectas, las cuales salen de los nudos inferiores del tallo principal; planta erecta, con una cobertura foliar relativamente compacta; el desarrollo de la guía es variable dependiendo de las condiciones ambientales y del genotipo.

TIPO III: Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el mismo después de la floración; tipo bastante ramificado, con número variable de ramas postradas las cuales salen de los nudos inferiores; planta postrada con hábito a extenderse; el desarrollo de la guía es extremadamente variable, con alguna tendencia a trepar sobre soportes bajo ciertas condiciones, pero, generalmente presentando sólo una débil capacidad trepadora.

TIPO IV: Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos en el tallo principal; alta producción de nudos sobre el tallo principal después de que se inicia la floración; ramas no muy desarrolladas, en comparación con el desarrollo del tallo principal; tipos que presentan tendencias moderadas a fuertes para trepar en soportes.

NOTA: Los rasgos más importantes que distinguen a los cuatro hábitos de crecimiento son los siguientes: racimo terminal en el tallo principal, para el Tipo I; indeterminado y con ramas erectas, para el Tipo II; indeterminado con hábito de crecimiento y ramas postradas, para el Tipo III; e indeterminado con buena capacidad trepadora, para el Tipo IV. Los tipos indeterminados ocurren entre los Tipos II y III y entre los hábitos III y IV. En muchos genotipos el hábito de crecimiento no es una característica estable puesto que de una localidad a otra ocurren cambios drásticos en el hábito de crecimiento. El desarrollo relativo de la guía no es un buen indicativo del hábito de crecimiento debido a la gran inestabilidad que presenta este carácter.

Apéndice D. Descripción de los ideotipos de fríjol, según las características que están en desarrollo en el Programa de Fríjol del CIAT.

Las siguientes son las principales características de cuatro ideotipos de planta de fríjol, los cuales se han definido como metas para la selección en el Programa de Mejoramiento Genético del CIAT.

IDEOTIPO A: Hábito de crecimiento indeterminado (Tipo II), con un corto ciclo de crecimiento (menos de 70 días hasta la madurez fisiológica); tipo de planta erecto, con ramas erectas; limitada producción de nudos en el tallo principal después de la

floración; colocación de las vainas, lo más alto que sea posible, para evitar el contacto de éstas con el suelo; resistencia al volcamiento.

Ideotipo definido para los sistemas de cultivo; éstos requieren fríjoles arbustivos, de madurez temprana y con densidades de siembra que se puedan mantener a niveles de aproximadamente 250 x 10^3 plantas/ha (monocultivo, asociación o relevo).

IDEOTIPO B: Hábito de crecimiento indeterminado (Tipo II), con un largo ciclo de crecimiento de más de 90 días hasta la madurez fisiológica y con un prolongado período de prefloración de más de 50 días; tallo principal erecto, con pocas ramas erectas; moderada producción de nudos sobre el tallo principal después de la floración pero con un limitado desarrollo de la guía; alta resistencia al volcamiento; vainas que broten fuera del contacto con el suelo.

Ideotipo definido para sistemas de monocultivo, los cuales requieren una variedad tardía de alto rendimiento, la cual sea posible cultivar mecánicamente o sistemas asociados y de relevo, que permitan mantener densidades con niveles de aproximadamente 250 x 10^3 plantas/ha.

IDEOTIPO C: Hábito de crecimiento indeterminado (Tipo III), con un rango de tipos de madurez; tipo de planta postrado, con ramas bien desarrolladas, que presenten capacidad para compensar la baja densidad de plantas y una distribución irregular; largo período de floración (en comparación con los ideotipos A y B), pero con una maduración de vainas relativamente pareja; podría resultar ventajoso si este ideotipo tuviera alguna capacidad para trepar débilmente.

Ideotipo definido para sistemas de cultivo que requieran fríjoles arbustivos, con rendimientos estables bajo condiciones subóptimas de crecimiento; para sistemas de monocultivo, asociación o relevo, en los cuales las densidades, generalmente, sean inferiores a 200 x 10^3 plantas/ha y el nivel de utilización de insumos agrícolas sea limitado.

IDEOTIPO D: Hábito de crecimiento indeterminado (Tipo IV), con un rango de tipos de madurez, plantas con una buena capacidad para trepar para establecer cultivos asociados o de relevo o en monocultivo, con soportes artificiales; escaso desarrollo de las ramas y buena estabilidad de su hábito de crecimiento.

Ideotipo definido para sistemas de cultivo que requieran capacidad para trepar, a fin de explotar la ventaja del rendimiento de las plantas trepadoras, en lugares en los cuales sea posible utilizar un nivel relativamente alto de mano de obra; ideotipo apto para sistemas de cultivo con maíz, en asociación directa o en relevo, o bien en sistemas con soporte artificial, bajo condiciones de monocultivo.

NOTA. En estas recomendaciones no se ha incluido un ideotipo determinado (Tipo I). Sin embargo, para las áreas en las cuales se requiera precocidad, la única alternativa puede estar en la utilización de materiales determinados. Los materiales del Tipo I han presentado una mala adaptación e inestabilidad del rendimiento, en muchos experimentos realizados en el CIAT y en el IBYAN de 1976.

PUBLICACIONES

Altieri, M.A., C.A. Francis, A. van Schoonhoven y J.D. Doll. 1977. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. Field Crops Research. (en prensa).

Francis, C.A., M. Prager, D.R. Laing y C.A. Flor. 1977. Genotype by environment interactions in bush bean cultivars in monoculture and associated with maize. Crop Science. (en prensa).

Francis, C.A. y J.H. Sanders. 1977. Economic analysis of bean and maize systems; monoculture *versus* associated cropping. Field Crops Research (en prensa).

Francis, C.A., S.R. Temple, C.A. Flor y C.O. Grogan. 1977. Effects of competition on yield and dry matter distribution in maize. Field Crops Research. (en prensa).

Graham P.H. y J. Halliday. 1977. Inoculation and nitrogen fixation in the genus *Phaseolus*.In Exploiting the legume-*Rhizobium* symbiosis in tropical agriculture. J.M. Vincent, Editor. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Miscellaneous publication 145. pp. 237-252.

Graham, P.H. y J. Rosas. 1977. Growth and development of indeterminate bush and climbing cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. inoculated with *Rhizobium*. J. Agric. Sci. (Camb) 88, 503-508.

Hudgins, R.E. 1977. Adapting agronomic technology for small farm bean production in highland Colombia. Tesis doctoral sin publicar. University of Florida, Gainesville, Fla.

Programa de Yuca

1977/CIAT

Programa de Yuca

Durante 1977, el Programa de Yuca continuó en sus esfuerzos por lograr el cumplimiento de sus objetivos: 1) producir una tecnología de insumos mínimos para aumentar la producción de yuca en las regiones en donde actualmente se cultiva; 2) desarrollar la tecnología de la producción de yuca en las áreas de suelos ácidos e infértiles del trópico; y 3) difundir esta tecnología a las instituciones nacionales y locales y colaborar con ellas en toda forma posible.

El programa ha integrado un grupo multidisciplinario, que trabaja en equipo para resolver los problemas relacionados con el logro de estos objetivos. Desde un punto de vista estratégico el programa considera de suma importancia el desarrollo de una planta de yuca eficiente en convertir la energía solar en carbohidratos. El año pasado describimos las características que debe tener esa planta ideal, inspirados en un modelo desarrollado por computador. Los experimentos realizados este año confirmaron la importancia de una larga duración foliar y una ramificación tardía de la planta de yuca. También se comprobó que existe una variación considerable en la tasa fotosintética de la planta lo cual, a final de cuentas, se puede utilizar para aumentar el potencial de rendimiento.

Se cultivaron diferentes genotipos de yuca en tres localidades con temperaturas promedio de 20°, 24° y 28°C, respectivamente. El mismo tipo de planta dio el mejor rendimiento en todas las localidades excepto en las de menor temperatura —que se encuentran en el límite inferior del rango de adaptación de la yuca— en donde creció mejor un genotipo diferente y más vigoroso.

La yuca se cultiva con frecuencia en suelos ácidos e infértiles; y en esas regiones existe un gran potencial para aumentar su producción. La yuca da buenos rendimientos con bajos niveles de cal (0,5 ton/ha); sin embargo, los nuevos ensayos realizados este año han demostrado que existen buenas posibilidades para seleccionar líneas genéticas que se comportan excepcionalmente bien a este nivel de encalamiento y aún a niveles menores. En igual forma, se identificaron líneas con buenos rendimientos potenciales cuando se aplicaron al suelo niveles muy bajos de fósforo.

Aun cuando la tecnología que se está desarrollando se basa en la mínima utilización de fertilizantes, éstos proporcionan una alta tasa de retorno sobre la inversión. La utilización de rocas fosfóricas es promisoria como fuente de abono a bajo costo. En los suelos ácidos e infértiles ha sido posible obtener rendimientos de 25 a 28 ton/ha, con niveles moderados de fertilizante.

Un problema fundamental en estas áreas de baja fertilidad y en las regiones en donde ya se cultiva yuca, es el control de las enfermedades y de las plagas. La mala germinación se debe frecuentemente a varios organismos que atacan la estaca de

siembra, sobre todo si ésta no se siembra en el campo inmediatamente después del corte. Se ha comprobado que la simple inmersión de las estacas de yuca en una solución de fungicidas e insecticidas, cuyo costo es solamente de US$3 por hectárea, es muy efectiva para eliminar este problema.

Sin embargo, el Programa de Yuca no hace énfasis en el uso de productos químicos cuando se refiere al control de enfermedades y plagas. Aun la devastadora enfermedad denominada añublo bacterial de la yuca se puede controlar mediante la siembra de variedades resistentes. Muchos de los nuevos híbridos del Programa se han evaluado con respecto a su resistencia a esta enfermedad y han mostrado niveles aceptables de supervivencia, no obstante haber sido infectados con las cepas más virulentas.

La enfermedad del superalargamiento, observada por primera vez en 1974, se identificó en varios países de América Latina en donde ocasiona pérdidas severas. A pesar de que se puede diseminar a través de material de siembra infectado, el tratamiento de inmersión de las estacas descrito anteriormente elimina la enfermedad y por lo tanto, previene la infección temprana. Desafortunadamente, existen diferentes razas del organismo causal, *Sphaceloma manihoticola*. Unos pocos cultivares presentaron alta tolerancia a todas las razas conocidas.

Uno de los problemas más comunes en la yuca son las enfermedades causadas por hongos del género *Cercospora*. Frecuentemente, estas enfermedades ocasionan pérdidas en rendimiento del 20 al 30 por ciento, pero se encontraron líneas resistentes cuyo rendimiento no es afectado por la enfermedad.

Durante la estación seca, ocurren ataques severos de trips y de ácaros, los cuales causan pérdidas en rendimiento hasta del 50 por ciento. El germoplasma de yuca del CIAT fue tamizado* para resistencia a trips. Los resultados indicaron que más de la mitad del material tiene altos niveles de tolerancia. No se ha encontrado aún el mismo nivel de resistencia a los ácaros; sin embargo, en una selección masiva de germoplasma se comprobó la existencia de variedades tolerantes a los géneros ácaridos *Mononychellus* y *Tetranychus*.

No se ha encontrado resistencia varietal al gusano cachón: no obstante, se puede establecer un control biológico manteniendo en el campo poblaciones de *Polistes*, haciendo una liberación programada de *Trichogramma* y aplicando *Bacillus thuringiensis*, bacteria patógena para el gusano cachón. Estas técnicas se están evaluando a escala comercial y los primeros resultados indican que son efectivas.

La mosca de la fruta, *Anastrepha* spp., barrena el tallo y permite así infecciones por *Erwinia caratovora* var. *caratovora*, bacteria que causa la pudrición de los tejidos interiores del tallo. Las estacas tomadas de plantaciones afectadas por esta enfermedad y utilizadas como material de siembra, dan lugar a cultivos poco uniformes y de bajos rendimientos. La selección apropiada del material de siembra permite aumentar los rendimientos de cultivo hasta en un 20 por ciento.

Aun[illegible] ya se han definido las características deseables de una planta tipo de yuca que sea eficiente, aún no se han combinado en una sola variedad la tolerancia a los suelos ácidos e infértiles con la resistencia a las principales enfermedades y plagas. La Sección de Fitomejoramiento del Programa de Yuca evalúa cada año más de 20.000 híbridos provenientes de cruzamientos controlados,

* Del inglés "screening". Selección rigurosa que se hace sobre un determinado material, en forma semejante al uso que se da a una criba, fina o gruesa, por la cual pasan partículas sólidas de determinado espesor. N. del Ed.

a fin de obtener nuevas variedades que tengan la mayoría de las características deseables. Los nuevos híbridos tienen un rendimiento potencial de 60 ton/ha, que es bueno dadas las condiciones de fertilidad de los terrenos del CIAT en Palmira; en Caribia, donde los suelos son menos fértiles y se presenta una estación seca prolongada, el rendimiento es de 40 ton/ha, y es de 30 ton/ha en los suelos ácidos e infértiles de los Llanos Orientales. En resumen, los problemas de enfermedades y de plagas aún son graves, pero en este año se hicieron adelantos en la investigación para combinar resistencia con un alto rendimiento potencial.

Las selecciones promisorias del banco de germoplasma y los nuevos híbridos se multiplican mediante la técnica de propagación rápida. Este sistema se refinó aún más y se simplificó; actualmente, se emplea en forma rutinaria. El material promisorio, después de su multiplicación, se siembra en pruebas regionales en diferentes partes de Colombia. No se aplicaron fertilizantes ni tampoco insecticidas o fungicidas en posemergencia, a excepción de una aplicación intermedia de fertilizante en los ensayos realizados en los suelos ácidos e infértiles de Carimagua (Llanos Orientales de Colombia). El material de siembra, cuidadosamente seleccionado, es tratado con fungicidas e insecticidas antes de su siembra; se hace un buen control de malezas, pero, fuera de estas precauciones, los ensayos establecidos no reciben ningún cuidado especial.

En 1977 se recogió el tercer grupo de resultados anuales obtenidos de estos ensayos. En los primeros dos años, cuando sólo se utilizaron selecciones preliminares, la ventaja de las líneas seleccionadas sobre las mejores líneas locales era relativamente pequeña. Sin embargo, las últimas selecciones del germoplasma demostraron una ventaja significativa sobre las variedades locales al cultivarlas aplicando buenas prácticas culturales.

Anteriormente, todo el trabajo realizado con yuca en el CIAT se había hecho sembrándola en monocultivo, aunque gran parte de la yuca que se produce a nivel mundial se siembra en cultivos mixtos. Se sembró entonces, yuca en asociación con fríjol para determinar el potencial de la asociación yuca leguminosas de grano comestibles. Se obtuvieron índices de Equivalencia de Tierra muy altos (más amplios que 1,7) cuando la yuca y el fríjol se sembraron al mismo tiempo y con la densidad de población normal para ambas especies. Los rendimientos de raíces frescas de yuca y de fríjol seco en estos cultivos fueron altos (34 ton/ha y 2,9 ton/ha, respectivamente).

Un problema difícil que se plantea a todos los productores de yuca es cómo manejar las raíces frescas, pues éstas constituyen un producto altamente perecible después de su cosecha. La yuca se deteriora tanto debido a la rápida descomposición fisiológica de las raíces que frecuentemente ocurre a las 48 horas después de la cosecha y a la descomposición microbiana, que se presenta a los cinco o diez días después de la cosecha. Se halló que el deterioro fisiológico puede evitarse mediante la poda de los cogollos, practicada tres semanas antes de la cosecha o bien, empacando las raíces, inmediatamente después de la cosecha, en bolsas de papel forradas con polietileno. El deterioro microbiano se evitó tratando las raíces con un fungicida que brinda protección contra una amplia gama de organismos patógenos.

Durante 1977, las actividades de cooperación internacional del Programa de Yuca aumentaron sustancialmente con la asignación de dos científicos al personal principal del Programa, uno con sede en el CIAT para coordinar las actividades del Programa en América Latina y el otro, con sede en SEARCA, Filipinas, para coordinar actividades de cooperación internacional en Asia.

FISIOLOGIA

EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA YUCA

Los resultados preliminares obtenidos el año pasado (Informe Anual del CIAT, 1976) sugerían que para zonas por debajo de 24°C se requerían diferentes genotipos. Estos resultados fueron confirmados este año. La variedad Popayán dio el mayor rendimiento a 20°C (Cuadro 1), y a los 16 meses de edad produjo 39,7 ton/ha. En cambio a 24°C y a 28°C la misma variedad dio el menor rendimiento entre los materiales evaluados. A 20°C, M Col 22 fue la variedad que produjo los menores rendimientos en todas las cosechas pero su rendimiento potencial a 24°C y 28°C fue bueno.

La adaptación de una variedad a la temperatura parece estar relacionada con el vigor de la planta. Por ejemplo, Popayán es una variedad muy vigorosa mientras que M Col 22 tiene muy poco vigor. En general el vigor de las plantas fue menor a 20°C que a 24°C y a 28°C, de acuerdo a los datos obtenidos del Indice de Area Foliar, IAF, (Figura 2). La variedad Popayán que era la más vigorosa alcanzó el óptimo IAF a una temperatura mas baja que M Col 113 y M Mex 59 y ésta a su vez obtuvo el IAF óptimo a una temperatura más baja que la variedad M Col 22. Los resultados anteriores indican que para obtener máximos rendimientos, se deben seleccionar variedades más vigorosas para zonas de temperatura baja y variedades menos vigorosas para zonas de temperatura alta.

LONGEVIDAD FOLIAR

Los resultados obtenidos por simulación indican que una mayor longevidad foliar

Cuadro 1. **Rendimiento de raíces frescas y secas, de cuatro genotipos diferentes de yuca, cosechadas en diferentes épocas después de la siembra, en tres localidades que tienen distintas temperaturas promedio.**

	Temperaturas promedio								
	20°C			24°C			28°C		
	Tiempo de cosecha[a]			Tiempo de cosecha[a]			Tiempo de cosecha		
	8	12	16	8	12	16	8	12	16
Rendimiento fresco (ton/ha)									
M Col 22	2,[illegible]	9,3	13,3	22,1	22,7	48,3	23,9	39,4	53,1[b]
M Mex 59	9,2	22,8	32,8	25,3	38,8	57,0	21,3	30,4	60,3
M Col 113	14,2	24,2	28,6	16,4	26,1	51,3	20,2	23,9	55,0
Popayán	10,7	28,9	39,7	6,3	15,7	13,3	4,6	9,4	13,2
Rendimiento seco (ton/ha)									
M Col 22	0,9	3,3	5,6	8,4	11,5	18,0	8,8	14,2	18,4
M Mex 59	3,0	8,2	12,9	8,2	14,2	18,1	7,5	10,1	19,7
M Col 113	4,5	8,4	15,6	5,4	10,0	19,1	6,2	7,5	17,0
Popayán	3,1	10,7	16,2	1,9	5,1	2,6	1,1	2,2	3,0

[a] Meses después de la siembra.
[b] Para los rendimientos de raíces frescas y secas, la interacción temperatura x variedad fue significativa al nivel de P≤0,01.
[c] Este rendimiento sufrió una reducción como consecuencia de un [illegible] en la parcela experimental.

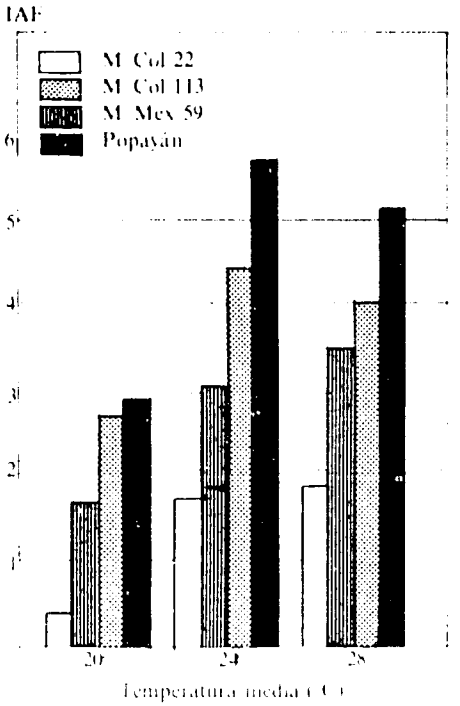


Figura 1. Promedio de los Indices de Area Foliar (IAF) de cuatro variedades de yuca, entre los 8 y 16 meses despues de la siembra, en tres localidades con diferente temperatura media

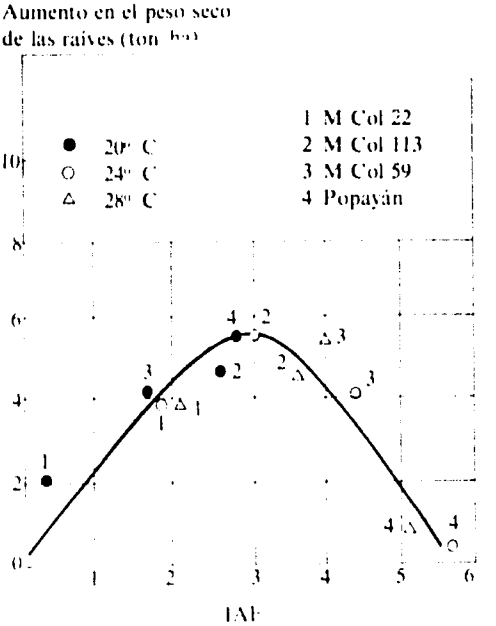


Figura 2. Aumento en el peso de las raíces con relacion al Indice de Area Foliar (IAF) promedio y de cuatro variedades de yuca, a los 8 y 16 meses después de la siembra, en tres localidades con diferente temperatura media.

puede ser una caracteristica que contribuye a aumentar el rendimiento. El modelo de simulación utilizado reveló que las hojas más viejas eran aún fotosintéticamente eficientes. Las hojas mas viejas siempre estan localizadas en la parte más baja del follaje y reciben menos luz que las superiores. Para comprobar los datos del modelo se midió la tasa fotosintética de hojas con diferentes edades, a 1500 µE m^{-2} seg^{-1} y 500µE m^{-2} seg^{-1} (aproximadamente, tres cuartos y un cuarto de la máxima luz solar, respectivamente). A 500 µE m^{-2} seg^{-1} la tasa fotosintética de las hojas que tenian 56 días, sólo fue un poco inferior a la de las hojas más jóvenes (Figura 3), lo cual indica que aun éstas hojas mas viejas pueden contribuir positivamente a la fotosintesis total de la planta.

Para no depender solamente de los datos del modelo de simulación al evaluar los efectos de la longevidad foliar sobre el rendimiento, se sembró M Col 72 a una densidad de 20.000 plantas/ha y su longevidad foliar de 120 días o más, se redujo artificialmente a 49 µ 84 días, o bien, se permitió un desarrollo foliar normal. La longevidad foliar en el testigo, no fue

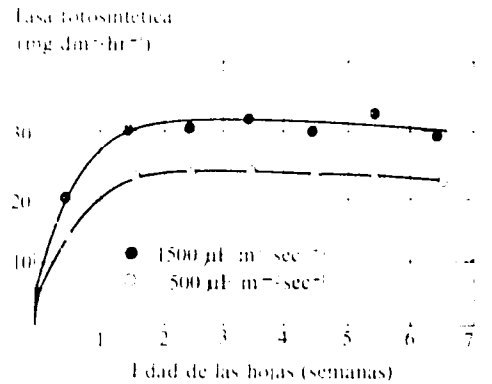


Figura 3. Efecto de la edad foliar sobre la fotosintesis de las hojas de yuca, de la variedad M Col 72.

mayor que en el tratamiento de 84 días para hojas que se marcaron dos meses después de la siembra y por lo tanto los rendimientos fueron similares a los 6 meses, pero las parcelas cuya longevidad foliar fue de 49 días presentaron rendimientos mucho menores. A los 9 meses después de la siembra, la longevidad foliar de los testigos fue considerablemente mayor que la de cualquiera de los tratamientos y el rendimiento fue también mayor cuando la longevidad foliar era más prolongada (Figura 4).

Para medir la longevidad foliar de las variedades fue necesario desarrollar una técnica más adecuada. La longevidad foliar se midió en más de 200 híbridos nuevos, marcando las hojas recien formadas a los dos, tres y cuatro meses después de la siembra. En los resultados obtenidos, se encontró una variación muy pequeña entre las variedades cuando las hojas fueron marcadas a los dos meses después de la siembra. Sin embargo, cuando las hojas se marcaron a los tres o cuatro meses, se observaron amplias diferencias que oscilaban entre 60 y 150 días. La alta correlación entre las dos observaciones indicó que la selección para diferente longevidad foliar debe hacerse marcando las hojas a los tres o cuatro meses. La longevidad foliar se midió también en otro ensayo y se observó poca diferencia en las longevidades foliares de hojas formadas tempranamente y amplias diferencias en hojas formadas tardíamente, dependiendo de la variedad (Figura 5). Estas observaciones confirmaron que las hojas formadas en los primeros dos meses después de la siembra, no son adecuadas para buscar diferencias en la longevidad foliar entre variedades.

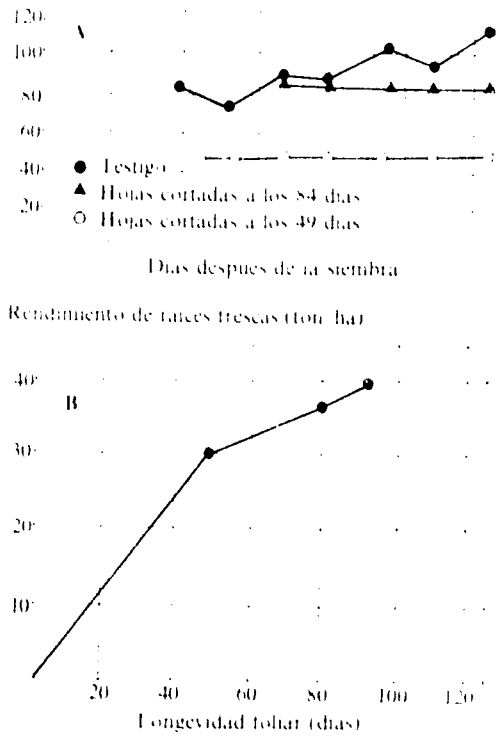


Figura 4. Longevidad foliar de la variedad de yuca M Col 72,m con dos tratamientos de corte de las hojas (A), y efecto de la longevidad foliar sobre el rendimiento de raíces frescas a los nueve meses después de la siembra (B).

TAMAÑO DE LA HOJA

En la mayoría de las variedades de yuca, el tamaño de la hoja aumenta hasta cierto nivel de altura de la planta y posteriormente disminuye (Figura 6). Sin embargo, el tamaño de la hoja en M Col 72, una variedad que no ramifica, se reduce mucho menos que en otras variedades con diversos grados de ramificación. Al podar las ramificaciones de M Col 113, una variedad muy ramificada, no se redujo el tamaño de la hoja, al menos hasta cuando concluyó el experimento, siete meses después de la siembra. En cambio, en aquellas parcelas en las cuales se permitió la ramificación natural de las plantas, el tamaño de las hojas a los siete meses fue menos de la mitad de su tamaño a los cuatro meses (Figura 7). Esto indica que el tamaño máximo de la hoja no es afectado por el hábito de ramificación pero que la disminución del tamaño de la hoja después de los cuatro meses es mayor cuando ésto ocurre.

El año pasado (Informe Anual CIAT,

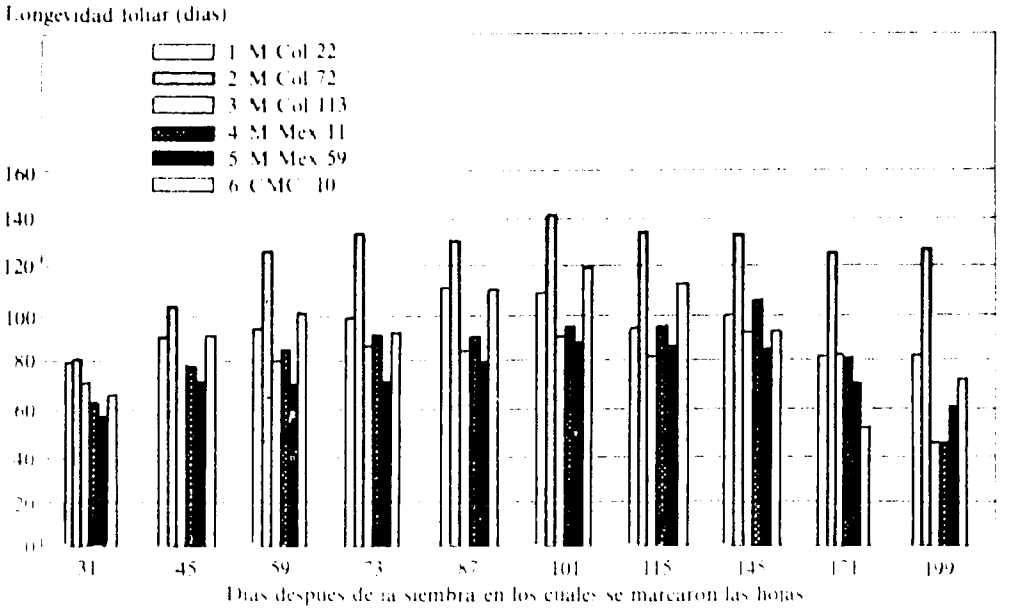


Figura 5. Longevidad foliar de seis variedades de yuca en diferentes épocas después de la siembra.

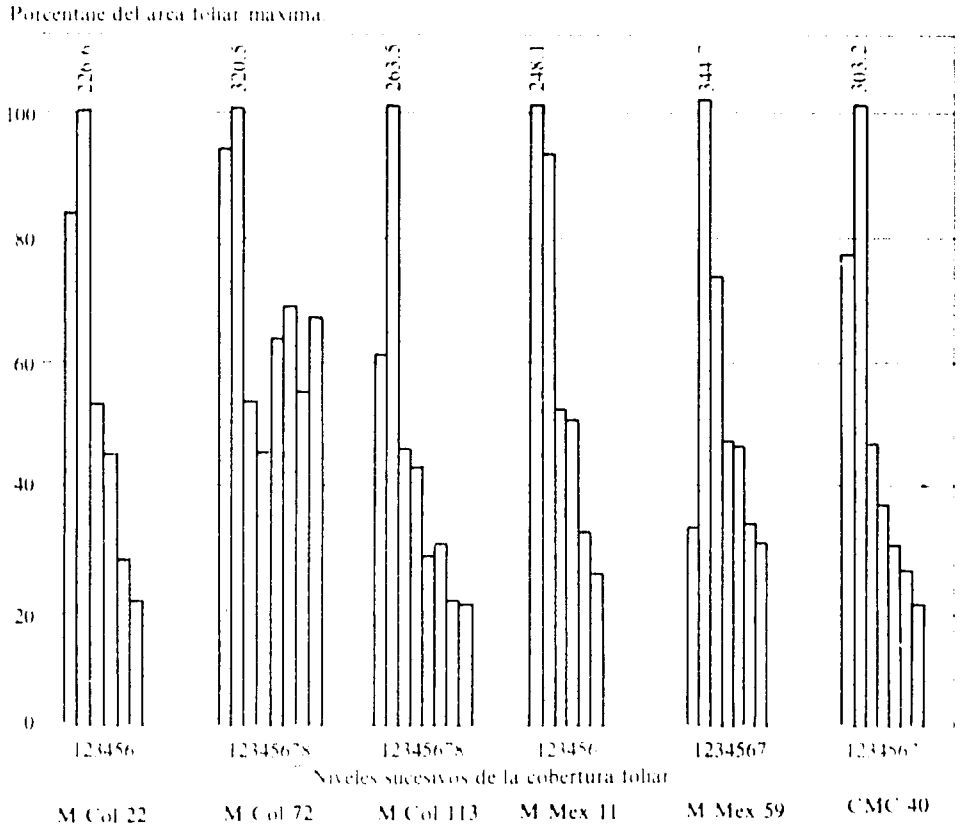


Figura 6. Tamaño foliar en respuesta a niveles sucesivos de la cobertura foliar de seis variedades de yuca; las cifras sobre las columnas del 100 por ciento corresponden al área foliar máxima en cm².

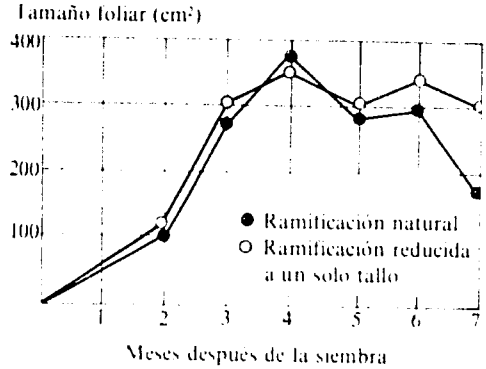


Figura 7. Interacciones entre el patrón de ramificación y el tamaño foliar de la variedad de yuca M Col 113.

1976) se usó el modelo de simulación por computador para predecir los rendimientos de variedades de yuca con diferentes grados de ramificación, asumiendo que el tamaño de la hoja disminuye con el tiempo en todos los tipos de plantas. Esto podría indicar que los rendimientos obtenidos a través del modelo de variedades no ramificadas, podrían ser ligeramente inferiores a los que pueden esperarse cuando no ocurre la disminución en el tamaño de la hoja.

CAPACIDAD DE LAS RAICES PARA ACEPTAR CARBOHIDRATOS

En informes anteriores se mencionó que si se reduce el número de raíces cortando algunas de ellas, las raíces restantes son capaces de aceptar más carbohidratos de los que normalmente acumulan (Informe Anual del CIAT, 1976). Sin embargo, también se observó una ligera disminución en el rendimiento total de las raíces, al reducir su número, lo cual indica una limitación de la capacidad de las raíces para aceptar los carbohidratos producidos por la planta.

Durante la primera fase del desarrollo de la planta de yuca, el crecimiento aéreo es muy vigoroso y normalmente, las raíces se engrosan lentamente. No se sabe aún con certeza si las raíces dejan de expandirse debido a su incapacidad para aceptar carbohidratos o sencillamente, a que la planta no sintetiza suficientes. Igualmente, el crecimiento aéreo vigoroso, durante este período, puede deberse a que la planta no tiene otros sitios alternativos de acumulación como podrían ser las raíces.

Al reducir el crecimiento vegetativo de la planta, removiendo los ápices, la tasa de crecimiento total del cultivo (considerada como una función del IAF) no se alteró (Figura 8); lo que demuestra que la acumulación de carbohidratos en la parte aérea de la planta no limita la fotosíntesis total ni la tasa de crecimiento total. Pero cuando el IAF y, en consecuencia, la tasa de crecimiento del cultivo se redujo, la tasa de crecimiento de las raíces aumentó (Cuadro 2); por lo tanto, las raíces pueden aceptar más carbohidratos de los que normalmente hay disponibles para ellas cuando están en su fase temprana de crecimiento. Estos resultados también indican que el crecimiento aéreo es prioritario sobre el crecimiento de las raíces y que éstas aceptan los carbohidratos sobrantes una vez que se han satisfecho las necesidades de la parte aérea de la planta.

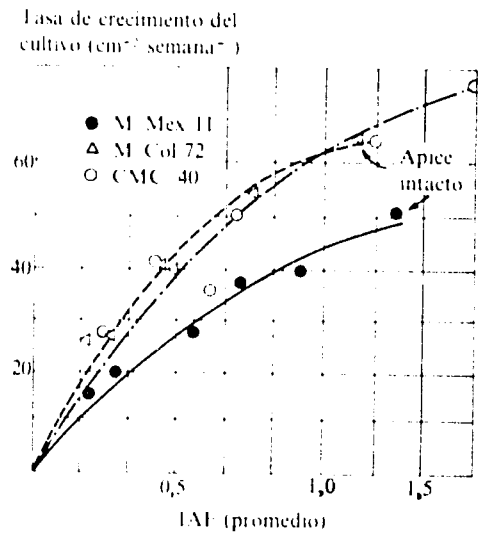


Figura 8. Tasa de crecimiento del cultivo en función del Indice de Area Foliar (IAF), en tres variedades de yuca.

Cuadro 2. **Efecto del corte de ápices sobre la tasa de crecimiento del cultivo y la tasa de crecimiento de las raíces, en tres variedades de yuca.**

Variedad	Tasa de crecimiento del cultivo (g. m². semana)	Tasa de crecimiento de raíces (g. m². semana)	Crecimiento de raíces / Crecimiento del cultivo x100(%)
M Col 72			
Testigo	67	18	28
Apice cortado	54	23	42
CMC 40			
Testigo	77	18	23
Apice cortado	64	21	33
M Mex 11			
Testigo	49	7	13
Apice cortado	38	10	25
Promedio			
Testigo	64	14	22
Apice cortado	52	18	34

Los datos experimentales obtenidos demuestran que el crecimiento aéreo exige gran cantidad de carbohidratos. En el Informe Anual del CIAT, en 1976, se sugirió que, en ciertos casos, una reducción del crecimiento aéreo, permitiría derivar los carbohidratos no utilizados hacia la raíz para aumentar el rendimiento. Efectivamente, el rendimiento aumentó en un 25 por ciento cuando se restringió el crecimiento aéreo de la planta. Se sembró la variedad vigorosa M Col 113 y se obtuvieron diferentes patrones de ramificación haciendo cortes en la planta (Cuadro 3). El tratamiento más efectivo aumentó el rendimiento en un 70 por

Cuadro 3. **Rendimiento en raíces frescas y secas, de la variedad de yuca M Col 113, con diferentes tratamientos de control de la ramificación.**

Fecha de la ramificación (semanas después de la siembra)	No. de ramas en cada punto de ramificación	Rendimiento en raíces secas (ton/ha)	Rendimiento en raíces frescas (ton/ha)
12, 19, 27, 40	3 - 4	5,5	17,6 (100)*
14, 20, 28, 38	3	7,3	22,3 (127)
13, 20, 24, 33	2	10,3	29,6 (168)
Sin ramificación	1	8,4	26,9 (153)
26	3 - 4	8,5	25,4 (144)
27, 33	3 - 4	9,8	30,0 (170)
26, 32, 39	3 - 4	9,3	27,6 (157)

* Las cifras entre paréntesis corresponden al porcentaje del rendimiento con relación al testigo

ciento, lo cual indica que el hábito de ramificación es muy importante para el rendimiento. También, se observó una relación muy estrecha entre el rendimiento real obtenido en el campo y los rendimientos simulados (Figura 9), lo cual indica que el modelo de simulación descrito anteriormente (Informe Anual del CIAT, 1976), se puede utilizar para predecir tipos de yuca de alto rendimiento.

TASA DE FOTOSINTESIS

El modelo de simulación se utilizó también para predecir el efecto que tendría una mayor tasa de crecimiento del cultivo sobre su rendimiento. El modelo indicó que incrementos muy pequeños de la tasa de crecimiento del cultivo deberían conducir a aumentos más grandes en el rendimiento (por ejemplo, un aumento del 10 por ciento en la tasa de crecimiento del cultivo, en todos los IAF, debería resultar en un aumento en el rendimiento

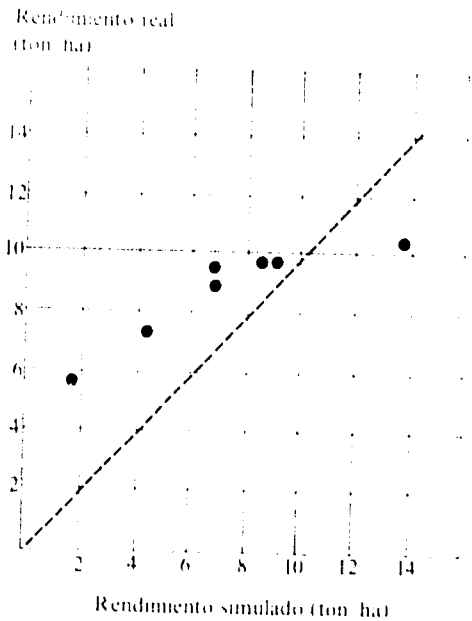


Figura 9. Relación entre el rendimiento real y el rendimiento simulado de la variedad de yuca M Col 113, controlando la ramificación. (Rendimiento medido como materia seca de las raíces).

ligeramente superior al 20 por ciento). Se seleccionaron diversas variedades con base en su tasa de fotosíntesis en las hojas y se encontraron diferencias significativas y consistentes entre las variedades (Cuadro 4). (Aun falta por confirmar si estas diferencias en tasas de fotosíntesis se pueden relacionar con diferencias en la tasa de crecimiento del cultivo en el campo). Tres variedades presentaron amplias diferencias en la tasa de crecimiento del cultivo y estas diferencias se mantuvieron a través de un determinado rango de IAF (Figura 8). La causa de estas diferencias aun no se ha determinado, pero los datos obtenidos hasta la fecha sugieren que el rendimiento se puede aumentar si se incrementa la tasa de crecimiento del cultivo.

INDICE DE COSECHA

En el Informe Anual del CIAT de 1974 se sugirió que el índice de cosecha podría ser una herramienta útil en el proceso de selección, para los fitomejoradores de yuca. Frecuentemente, se ha hecho notar también que los índices de cosecha en la yuca son muy altos y esta es una de las razones del alto rendimiento potencial de este cultivo.

Por lo general, al medir el índice de cosecha de la yuca no se incluyen las hojas caídas (índice de cosecha medido), pero cuando estas se toman en cuenta (índice de cosecha por encima del 50 por ciento. La relación entre índices de cosecha reales y medidos es consistente y por lo tanto el índice de cosecha medido es todavía un criterio válido de selección a pesar de que tiene una desviación sistemática (Figura 10).

CULTIVOS INTERCALADOS

Fechas relativas de siembra

Como en la yuca, el establecimiento de la

Cuadro 4. **Tasa fotosintética de hojas individuales, de 15 variedades de yuca, a una intensidad de luz de 100µE m^{-2} seg^{-1} (Promedio de nueve repeticiones).**

Variedad	Materia seca Tasa (mg dm^{-2} $hora^{-1}$)	Desviación estándar	Porcentaje del máximo
M Col 72	33,2	2,6	100
M Col 22	32,1[1]	3,3	96
M Col 1292	31,5	2,9	95
M Col 1292	31,5	2,8	95
CMC 40	31,0	3,3	93
M Col 113	30,9	2,7	93
M Col 946	30,9	2,5	93
M Mex 17	30,8	3,2	92
M Col 12	30,7	3,1	92
M Col 12	29,4	3,7	88
M Col 667	30,5[1]	2,6	92
CMC 84	29,8	3,9	89
M Col 638	29,7	2,1	89
M Mex 11	28,5	2,5	86
M Col 119	28,4	2,3	85
M Col 119	26,8	2,3	80
Popayán	27,1	2,1	81
Popayán	26,7	3,2	80
M Mex 59	26,8	2,4	80

[1] Solo seis repeticiones, en comparación con nueve que se utilizaron en el experimento

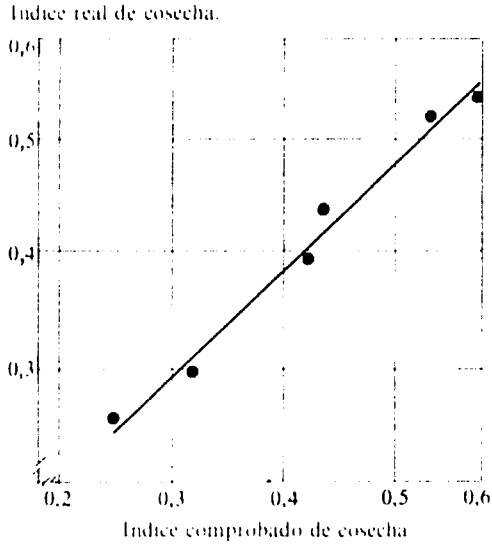


Figura 10. El índice real de cosecha (el cual incluye las hojas caídas) y el índice comprobado de cosecha (que no las incluye) guardan una relación consistente.

planta y la formación del follaje son procesos lentos, es posible intercalarla con un cultivo de ciclo corto, como el fríjol. Se consideró que uno de los factores más importantes que decide el éxito del manejo de cultivos intercalados sería la fecha relativa de siembra de las dos especies, de tal manera que ninguna sufra por excesiva competencia.

Cuando la yuca y el fríjol *Phaseolus* se sembraron intercalados en la granja del CIAT, los rendimientos de la yuca fueron poco afectados por la fecha de siembra del fríjol (Figura 11), comparado con los rendimientos de la yuca en monocultivo cosechados a los 340 días. En cambio al cosechar a los 260 días la yuca intercalada, los rendimientos fueron seriamente afectados cuando el fríjol se sembró cuatro semanas antes que la yuca.

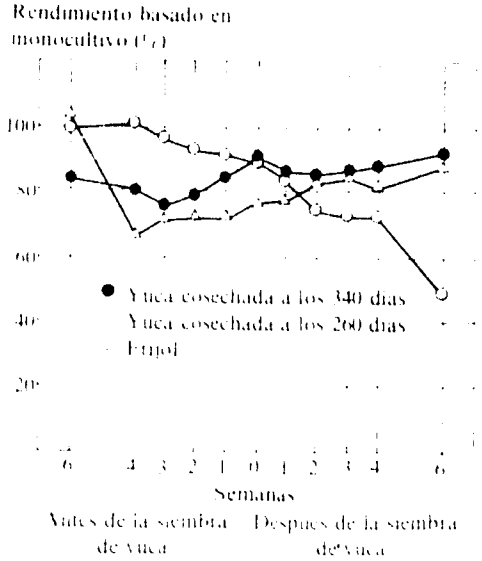


Figura 11. Rendimiento en peso seco de raíces de yuca a los 260 y 340 días después de la siembra, y rendimiento del fríjol en la madurez al sembrar el fríjol en diferentes épocas, antes y después de sembrar la yuca.

Los rendimientos del fríjol intercalado con yuca no disminuyeron cuando el fríjol se sembró entre la cuarta y la sexta semana anterior a la siembra de la yuca, pero se redujeron bastante cuando el fríjol se sembró en el período comprendido entre las tres semanas anteriores y las tres semanas subsiguientes a la siembra de la yuca (Figura 11).

Al sembrar el fríjol seis semanas antes que la yuca, el tiempo total de utilización de la tierra, para los dos cultivos, fue de 382 días. Sin embargo, al sembrarlo al mismo tiempo que la yuca o después de ella, el tiempo total de utilización de la tierra fue de 340 días. El Índice Equivalente de Tierra (IET) de las diversas fechas de siembra se calculó, para ambas especies, como la relación entre la superficie de tierra requerida por cada especie en cultivo intercalado y aquella que ocupa en el monocultivo. El índice equivalente de tierra se corrigió, de tal manera que todas las comparaciones se hicieran respecto al tiempo equivalente del uso total de la tierra. La utilización biológica más eficiente que se hizo de la tierra, fue, medida por el IET, de 1,7 cuando los cultivos se sembraron a un mismo tiempo o cuando el fríjol se sembró una semana antes (Figura 12). Este IET tan alto sugiere que la yuca tiene un buen potencial en los cultivos intercalados. Los rendimientos indicaron que una hectárea de tierra puede producir 34 ton/ha de yuca fresca y 2,9 ton/ha de fríjol, en menos de un año.

Por otra parte, el cultivo intercalado no afectó el porcentaje de materia seca de las raíces, pero el contenido de almidón, en base a materia seca, se redujo notablemente cuando el fríjol se sembró antes que la yuca.

Densidad de población de plantas

Dos cultivos que se siembran conjuntamente compiten por luz, nutrimentos y agua. A medida que aumenta la densidad de cada cultivo, la competencia es más fuerte. Así, al aumentar el número de plantas por hectárea de yuca sembrada en monocultivo, el rendimiento en raíces llega a un máximo y se estabiliza o alcanza un óptimo determinado que depende de la variedad. A medida que aumenta la densidad de población del fríjol, sus rendimientos también aumentan y finalmente llegan a un máximo estable. Ahora bien, la óptima densidad de población de una especie vegetal en un sistema de cultivo intercalado puede ser distinta que en el monocultivo de esa misma especie.

Figura 12. Índice Equivalente de Tierra (IET) de la asociación yuca-fríjol, a diferentes épocas relativas de siembra (variedad de yuca M Mex 11).

Se sembró un ensayo con dos variedades de yuca (M Mex 11, de ramificación tardía y pocas hojas, y M Col 113, de ramificación temprana y con gran cantidad de follaje), con diferentes densidades de población; se intercaló P302, un fríjol arbustivo con pocas ramas y Puebla, un tipo de fríjol postrado con buena ramificación. No se observó una interacción clara entre el aumento de las densidades de población en fríjol x las poblaciones de yuca sobre el rendimiento de ambos cultivos.

Cuando la yuca se sembró dos semanas antes que el fríjol los rendimientos del fríjol intercalado fueron bajos. Los rendimientos del fríjol Puebla en monocultivo aumentaron un poco al aumentar la densidad, pero este efecto no se notó en el cultivo intercalado. En cambio el rendimiento del fríjol arbustivo P302 intercalado, se aumentó al incrementar la densidad de población (Figura 13). El rendimiento de fríjol, en todas las densidades de población ensayadas, se redujo más severamente al intercalarlo con la yuca M Mex 11 que con la M Col 113 (M Mex 11 exhibe mayor vigor inicial que M Col 113 y sobrepasa el follaje del fríjol dos semanas antes). Sin embargo, una densidad mayor de 10 plantas/m² en el fríjol, no afectó los rendimientos de la yuca intercalada (Figura 14).

De otro lado, al aumentar la densidad de la yuca, el rendimiento del fríjol asociado se redujo sensiblemente (Figura 15). Ahora bien, el rendimiento de M Mex 11 aumentó con la densidad de población, tanto en monocultivo como en el sistema intercalado. M Col 113 en monocultivo alcanzó un máximo rendimiento a una densidad de aproximadamente 5.000 plantas/ha y más allá de este punto, disminuyó. Al sembrar

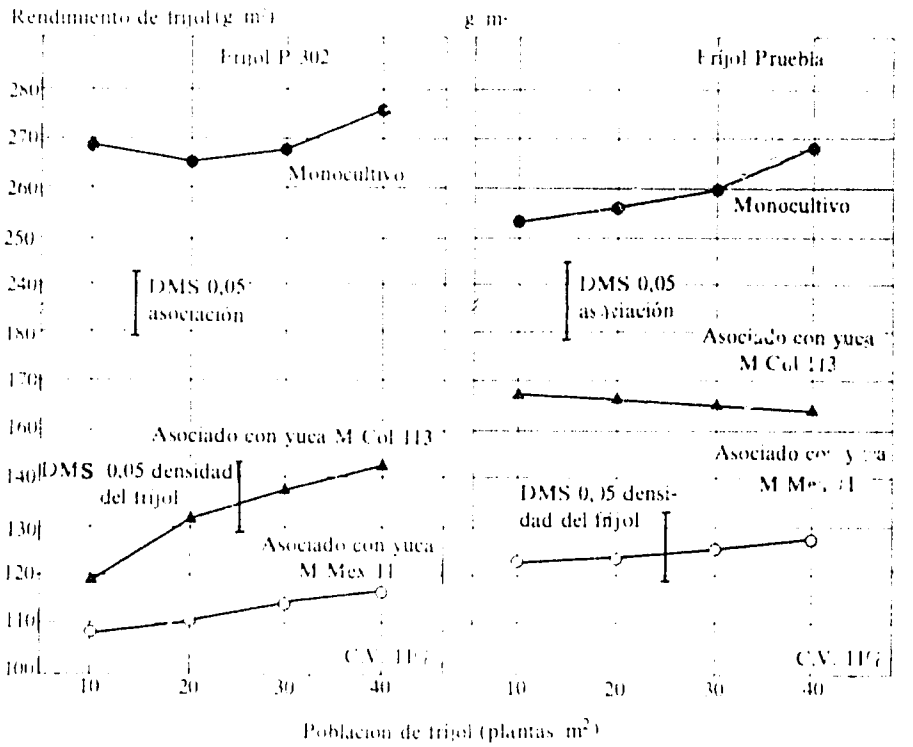


Figura 13. Rendimientos en peso seco de dos variedades de fríjol sembrados en distintas densidades, tanto en monocultivo como en asociación con dos variedades de yuca.

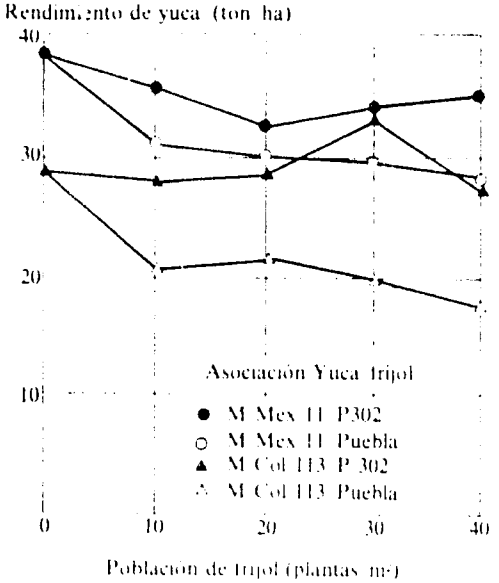


Figura 14. Rendimientos de 2 líneas de yuca en respuesta a la siembra intercalada con dos variedades de frijol sembradas a diferentes densidades.

M Col 113 a una densidad de más de 6.900 plantas/ha e intercalada con P302, el rendimiento de la yuca fue aquí superior que cuando se sembró en monocultivo, en cualquiera de las densidades de población ensayadas. Esto indica que, en ciertos casos, la asociación de fríjol y yuca puede aumentar el rendimiento de M Col 113 a niveles superiores a los obtenidos en monocultivo. Sin embargo el rendimiento de M Col 113 intercalada no alcanzó el de M Mex 11 en monocultivo. El incremento en el rendimiento de M Col 113 intercalada parece algo anormal pero puede explicarse así: la competencia temprana ejercida por el fríjol pudo haber disminuído el vigor inicial del crecimiento de la yuca, reduciendo el alto IAF a un nivel más cercano al óptimo; de este modo, el rendimiento mejoró en forma parecida a lo que ocurre cuando se remueven los ápices.

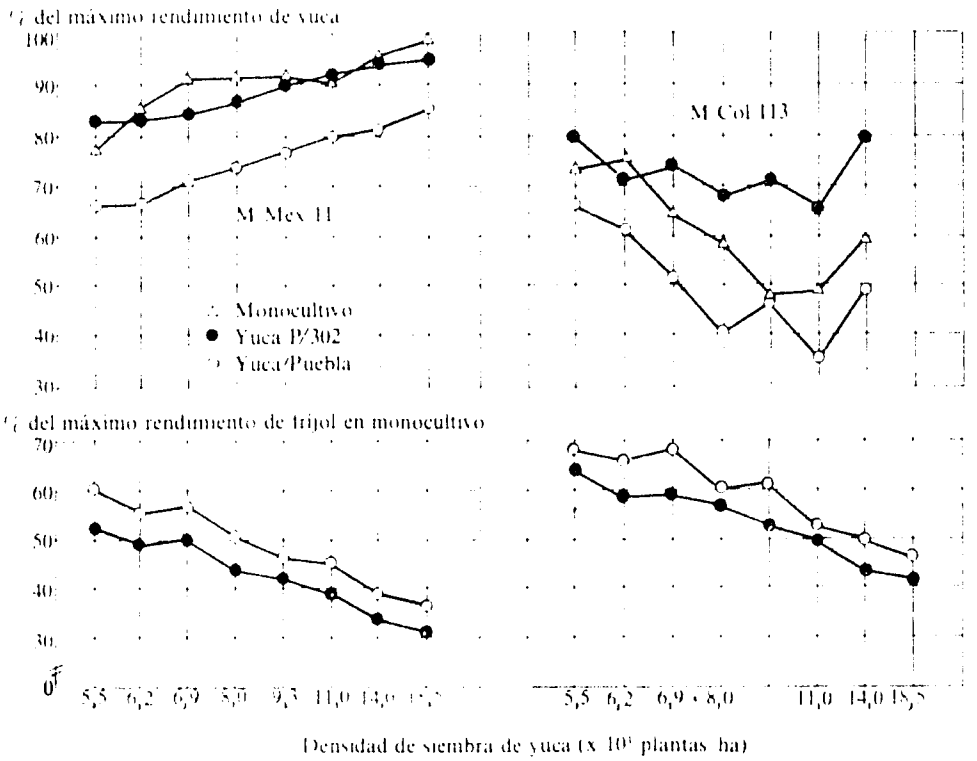


Figura 15. Rendimientos de yuca y de frijol como porcentajes del rendimiento máximo, como respuesta a las densidades de siembra de yuca, tanto en asociación con frijol como en monocultivo.

Estos daños señalan que puede ser difícil obtener híbridos de yuca con alto rendimiento para sistemas intercalados, sin que sufra el rendimiento del cultivo asociado. No obstante, cuando se utilizaron como referencia los mejores rendimientos en monocultivo (39,4 ton/ha de M Mex 11 y 2,6 ton/ha de Puebla), consistentemente se obtuvieron en este ensayo Indices Equivalentes de Tierra mayores que 1 (Figura 16). A medida que la densidad del cultivo de yuca aumentó, cuando M Col 113 se sembró con Puebla, los IET disminuyeron pero permanecieron relativamente constantes en otras combinaciones. Los rendimientos del fríjol en este experimento fueron inferiores a los obtenidos en el ensayo de fechas de siembra, quizás por culpa del Problema X en fríjol. Los mayores rendimientos de yuca (con M Mex 11) se obtuvieron sembrando la mayor densidad de población (18.500 plantas/ha), en tanto que los mayores IET resultaron de densidades de población de yuca mucho menores. Esto indica que en un sistema intercalado de yuca y fríjol la población óptima de yuca puede variar mucho; sin embargo, pueden sembrarse las poblaciones de fríjol comúnmente empleadas en monocultivo.

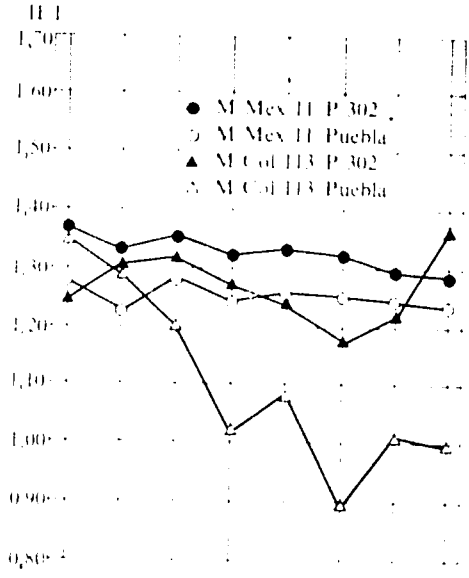


Figura 16. Indice Equivalente de Tierra (IET) de diferentes asociaciones yuca-fríjol, en comparación con el mejor rendimiento de la yuca CIAT-Palmira, 1977.

FITOPATOLOGIA

En 1977 se le dio especial énfasis a investigaciones tendientes a determinar las pérdidas ocasionadas por especies de *Cercospora* y debido al uso de estacas infectadas del agente causal del añublo bacterial de la yuca (CBB, *Xanthomonas manihotis*). Se comparó la eficacia de las evaluaciones de campo e invernadero, respecto a la resistencia al CBB y se estudió la variabilidad de los agentes causales del CBB y del superalargamiento.

Se evaluaron variedades del banco de germoplasma del CIAT e híbridos promisorios en cuanto a su resistencia al CBB, superalargamiento, a las enfermedades foliares causadas por *Cercospora* y a la mancha foliar producida por *Phoma*. También se hicieron estudios etiológicos preliminares sobre una especie bacterial, aún no descrita en la literatura, que produce agallas en tallos de diversos clones de yuca. Asimismo, se determinó el efecto de fungicidas protectantes sobre el almacenamiento y la germinación de estacas de yuca, en condiciones de campo, con el fin de evaluar las pérdidas ocasionadas por la falta de precauciones fitosanitarias al manipular el material de siembra.

ENFERMEDADES BACTERIALES

Añublo bacterial de la yuca (CBB)

En 1977 se siguió estudiando la va-

riabilidad patogénica del agente causal del CBB, inoculando 29 variedades de yuca de diferentes grados de resistencia, con dos cepas representativas de cada uno de los grupos de virulencia 1, 2, 3 y 4. Estos grupos se describieron el año pasado en el Informe Anual del CIAT. Mediante la técnica de inoculación por corte de hoja se infectaron 10 plantas de yuca de 45 días de edad variedad cepa. Los resultados confirmaron la existencia de diferencias en agresividad entre las cepas de este patógeno, pero las cepas no interactuaron en forma distinta con los genotipos de yuca usados. En consecuencia, no se ha determinado aún la existencia de razas fisiológicas del patógeno causal del CBB; para los propósitos de selección de material resistente, se deben utilizar las cepas más virulentas.

Métodos de selección de campo *versus* invernadero. La eficacia de la selección en invernadero para resistencia al CBB (Informes Anuales del CIAT, 1975 y 1976), se estudió comparando con evaluaciones de campo en áreas con alta precipitación (2.200 mm/año) por periodos prolongados (nueve meses). Se evaluaron aproximadamente 109 variedades en el invernadero (CIAT-Palmira) y en Carimagua, utilizando una cepa de Carimagua altamente virulenta. En Carimagua se sembraron 12 plantas/variedad al inicio de la estación lluviosa, y seis meses después de la siembra se evaluaron las plantas naturalmente infectadas.

Los resultados mostraron una correlación estadísticamente significativa entre las evaluaciones de invernadero y las de campo, (Figura 17). Aunque algunas variedades mostraron resistencia moderada en la evaluación a nivel de invernadero y susceptibilidad en el campo, se concluyó que la técnica de invernadero es útil como un método rápido de selección por resistencia al CBB; sin embargo, se requiere hacer luego una evaluación posterior a nivel de campo.

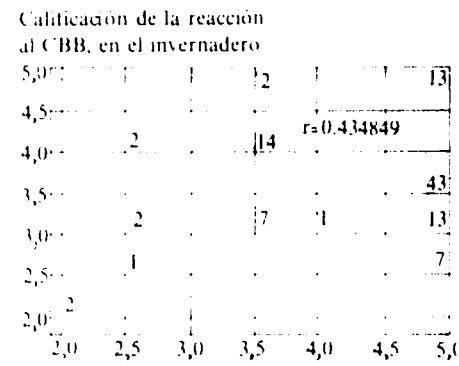


Figura 17. **Relación entre las evaluaciones de invernadero y de campo (en Carimagua) por resistencia al añublo bacterial (CBB), en 109 variedades de yuca. (Resistente = 2,0; Susceptible = 5,0).**

Cuando estas mismas variedades se evaluaron en el Valle del Cauca (400 mm de precipitación, distribuidos durante seis meses), las variedades más susceptibles en invernadero y en Carimagua sólo fueron moderadamente susceptibles en el Valle a los ocho meses de la siembra. En consecuencia, parece que la evaluación de campo por resistencia al CBB requiere: 1) inoculaciones iniciales; 2) exposición del hospedante por varios meses al patógeno, durante los periodos lluviosos; 3) alta precipitación (un mínimo de 120 mm/mes) durante, por lo menos, cuatro meses; y 4) evaluación al final de los periodos lluviosos para evitar confusión con síntomas inducidos por otros factores (insectos, sequía, etc.) y por la recuperación de la planta debido al efecto de los periodos secos sobre el desarrollo de la enfermedad.

Pérdidas de campo debido a la infección de estacas. El año pasado se determinaron las pérdidas ocasionadas por el CBB en plantaciones infectadas a intervalos mensuales (Informe Anual del CIAT, 1976), bajo las condiciones del Valle del Cauca, utilizando la variedad Llanera, la cual es moderadamente resistente, y M Col 113 y M Mex 23, susceptibles a la enfermedad. Este año, se sembraron mensualmente tres parcelas replicadas de estas variedades (36

plantas parcela), utilizando estacas tomadas de plantas de diez meses de edad, las cuales se habían infectado a intervalos mensuales. No se hicieron inoculaciones artificiales y la precipitación se presentó dispersa, totalizando 688 milímetros.

Al comparar los rendimientos de las parcelas obtenidos de estacas infectadas a los nueve meses, con los rendimientos de los testigos (Figura 18), las reducciones de rendimiento fueron de 27, 29 y 31 por ciento para las variedades Llanera, M Col 113 y M Mex 23, respectivamente. Las parcelas procedentes de estacas de plantas infectadas a los dos meses dieron rendimientos 38, 34 y 46 por ciento menores que los testigos sanos. Esto indica que CBB puede reducir severamente el rendimiento, cuando el material de siembra proviene de plantaciones infectadas de variedades de yuca susceptibles o aún moderadamente resistentes.

Como la precipitación fue baja y dispersa durante el experimento, las

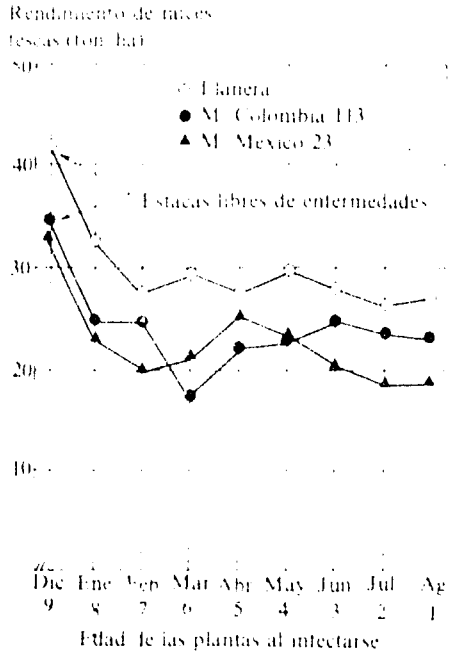


Figura 18. Pérdidas en rendimiento al tomar estacas de plantas infectadas con el añublo bacterial (CBB), a intervalos mensuales.

pérdidas en rendimiento se pueden atribuir principalmente al efecto de infecciones primarias de CBB, las cuales se reflejaron en un establecimiento deficiente de las plantas y en muerte de éstas durante los primeros dos meses. En áreas con períodos de mayor precipitación, las pérdidas ocasionadas por la enfermedad podrían ser considerablemente mayores a causa de infecciones secundarias.

Evaluación sobre resistencia. Para identificar nuevas fuentes de resistencia al CBB, se evaluaron 328 variedades bajo condiciones de invernadero; dos fueron resistentes, 90 tolerantes y 236 susceptibles. En Carimagua se evaluaron otras 585 variedades bajo condiciones de campo: 5 fueron resistentes, 31 moderadamente resistentes y 549 susceptibles. Además, bajo condiciones de invernadero, se evaluaron 668 híbridos de alto rendimiento, desarrollados por la Sección de Mejoramiento Varietal de Yuca (Cuadro 5).

Agalla bacterial del tallo

Se ha encontrado una enfermedad bacterial de la yuca en plantas de 3 años de edad la cual no se había descrito anteriormente. Las plantas infectadas presentan retraso en su crecimiento y agallas de gran tamaño sobre aquellos nudos situados en la porción más lignificada del tallo (Figura 19). Las agallas se caracterizan por la presencia en ellas de varias yemas germinales.

El patógeno se aisló moliendo tejidos que habían sido tomados de las agallas y esterilizados superficialmente, suspendiéndolos luego en agua destilada estéril y frotando esos tejidos en platos de petri con un medio de Schroth y Clark. Después de dos días de incubación a 28°C, se desarrollaron colonias bacteriales blancas y mucoides. Se hicieron pruebas de patogenicidad con diferentes variedades mediante su inoculación directa en el tallo, con una aguja, en plantas de un mes de edad. Después de un período de 30 días a partir de la inoculación, aparecieron

Cuadro 5. **Evaluación de la resistencia al añublo bacterial (CBB) en la generación F_1 de cruzamientos entre cultivares, con diferentes grados de resistencia, bajo condiciones de invernadero.**

Cruzamiento	Reacción de los progenitores	Reacción de híbridos (%) R	MR	S	No. de híbridos
M Col 22 x M Mex 59	S x S	7,4	42,6	50,0	68
M Col 22 x M Ven 318	S x S	-	81,2	18,2	11
M Col 22 x M Ven 307	S x ?	-	70,0	30,0	10
M Col 22 x M Col 647	S x R	26,8	42,1	31,6	19
M Col 113 x M Col 22	S x S	-	43,8	56,2	16
M Col 113 x M Mex 55	S x S	-	66,7	33,3	18
M Col 113 x Llanera	S x MR	-	8,3	91,7	12
M Col 113 x M Col 638	S x R	18,5	22,2	59,2	27
M Col 113 x M Col 647	S x R	7,1	42,9	50,0	16
M Col 755 x M Ven 143	S x S	-	27,8	72,2	18
M Col 755 x M Col 655A	S x S	13,2	5,3	81,6	38
M Col 755 x M Col 690	S x S	20,0	30,0	50,0	10
M Col 755 x M Col 1684	S x MR	9,5	19,0	71,5	21
M Col 755 x M Col 647	S x R	6,9	41,4	51,7	29
Llanera x M Col 690	MR x S	-	12,5	87,5	16
Llanera x M Col 1684	MR x MR	6,7	6,7	86,6	15
Llanera x M Col 647	MR x R	7,8	23,5	68,6	51
M Col 647 x M Ven 143	R x S	10,0	30,0	60,0	10
M Col 882 x 7 variedades	S x O[2]	17,6	26,5	55,9	34

R = resistente, MR = moderadamente resistente, S = susceptible
[2] susceptible, S, moderadamente resistentes, I, resistentes, I

síntomas de proliferación del tejido alrededor del sitio de inoculación; 15 días después, se formaron agallas claramente definidas. A los dos meses, las plantas se observaron débiles y con crecimiento retardado; tres meses después de la inoculación, más de un 90 por ciento de las plantas presentó muerte descendente. Sin embargo, los retoños nuevos, los cuales se desarrollaron debajo de las agallas estaban aparentemente sanos.

Este organismo bacterial ocasionó, mediante su inoculación directa en el tallo, agallas en plantas de tomate de 30 días de edad, durante un período de 20 días. Las agallas se formaron también en zanahorias frescas, recién cortadas, sobre el floema secundario; los síntomas aparecieron dos semanas después de su inoculación con un trozo de algodón saturado de una suspensión concentrada del aislamiento bacterial.

Los resultados sobre patogenicidad y las pruebas fisiológicas y bioquímicas preliminares sugieren que este patógeno pertenece al género *Agrobacterium*.

La siembra en suelo estéril de estacas enfermas produjo un 13 por ciento de

Figura 19. Agallas del tallo inducidas por *Agrobacterium* sp. con una planta de yuca de 2,5 años de edad, en el campo. Las agallas se encuentran en la porción del tallo más cercana al suelo.

plantas enfermas, bajo condiciones de invernadero, pero al tomar estacas aparentemente sanas de plantas enfermas, no se obtuvieron plantas enfermas. Parece que el patógeno bacterial se disemina a través de estacas infectadas, pero es posible obtener material de siembra sano de plantaciones enfermas, si los trozos de tallo se seleccionan cuidadosamente y si se esterilizan las herramientas (machetes).

ENFERMEDADES FUNGOSAS

La enfermedad del superalargamiento

Variabilidad patogénica. Se continuaron los estudios sobre la variabilidad de *Sphaceloma manihoticola*, agente causal de la enfermedad del superalargamiento (Informe Anual del CIAT, 1976). Un grupo de catorce variedades, seleccionadas por su reacción a este patógeno después de inoculaciones de campo e invernadero, se inoculó artificialmente, bajo condiciones ambientales controladas, con 1,5 x 10^6 esporas/ml por cada una de siete cepas procedentes de diferentes áreas geográficas.

Los grupos de cepas de *S. manihoticola* interactuaron en forma diferente con los genotipos de yuca (Cuadro 6). De las variedades de yuca estudiadas se identificaron cuatro grupos diferenciales, los cuales presentaron resistencia a tres razas fisiológicas entre las siete cepas de *S. manihoticola* que fueron evaluadas. Estas razas fisiológicas presentan las siguientes características patogénicas: la Raza 1 produce una reacción susceptible en los grupos de variedades diferenciales I y II, y una reacción de resistencia o tolerancia en los diferenciales III y IV; la Raza 2 produce una reacción de susceptibilidad en los diferenciales I y III, y una reacción de resistencia o tolerancia en los diferenciales II y IV; la Raza 3 sólo produce una reacción de susceptibilidad sobre el grupo diferencial I.

La existencia de razas fisiológicas de *S. manihoticola* se confirmó durante las evaluaciones de campo. En Quilichao y Carimagua — localidades en donde se identificaron las Razas 1 y 3, respectivamente — se sembraron 297 variedades de yuca. Algunas de las variedades resistentes en Quilichao fueron susceptibles en Carimagua y viceversa (Cuadro 7). En consecuencia, en ambas localidades, la reacción a la enfermedad estaba interactuando en forma distinta con los genotipos. Siete de estas variedades presentaron resistencia de campo en Quilichao y en Carimagua. Además, han presentado la misma reacción a la enfermedad en el área de Quilichao durante tres años de siembras continuas.

El hongo *S. manihoticola* también ataca a los siguientes hospedantes alternantes (perennes y anuales): *Manihot* spp., *Euphorbia pulcherrima*, *E. heterophylla* y *Euphorbia* sp.

Supervivencia del patógeno. Al almacenar muestras a 23°C (+8°C) y 70 por

Cuadro 6. **Reacciones de 14 variedades de yuca a siete cepas de *Sphaceloma manihoticola*, aislada en diferentes regiones geográficas.**

Grupo diferencial	Variedad	Grupo de cepa, Número[1] y reacción varietal[2]						
		Grupo 1			Grupo 2		Grupo 3	
		1	2	3	4	5	6	7
I	M Col 126	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 115	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 113	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 61	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 22	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 23	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 19	S	S	S	S	S	S	S
	M Col 113	S	S	S	S	S	S	S
II	M Col 39	S	S	S	R	T	R	T
	M Col 907	S	S	S	R	R	T	R
III	M Col 148	T	R	R	S	S	T	R
	M Col 645	R	T	T	S	S	R	T
IV	M Col 33	R	R	T	R	R	T	R
	M Col 96	R	R	T	R	R	T	R

[1] Regiones en las cuales se colectaron las cepas: 1= Jamundí (Colombia); 2= Palmira (Colombia); 3= Santander (Colombia); 4= Quilichao (Colombia); 5= CIAT (Colombia); 6= Costa Rica; 7= Carimagua (Colombia).
[2] Calificación de la reacción a la enfermedad: R= resistente (reacción de inmunidad); T= [illegible] (chaliotos en hojas y pecíolos); S= susceptible (alargamiento, chaliotos en hojas, pecíolos y tallos).

ciento de humedad relativa, el hongo se aisló de tallos, pecíolos y tejidos foliares enfermos, durante un período hasta de seis meses. Esto indica que el patógeno puede sobrevivir durante largos períodos de sequía.

Cuadro 7. **Reacciones de 297 variedades de yuca a *Sphaceloma manihoticola* en el campo, en Carimagua y en Quilichao.**

Localidad	Reacción	
	Susceptible	Resistente, Moderadamente Resistente
Carimagua	284	13
Quilichao	270	27
Quilichao Carimagua	290[1]	7[2]

[1] Variedades susceptibles en una o ambas localidades
[2] Variedades resistentes en ambas localidades

Erradicación del patógeno de las estacas. Como se indicó en el Informe Anual del CIAT de 1976, el patógeno se erradicó de las estacas sumergiéndolas durante tres minutos en captafol, a razón de 8.000 ppm de i.a., lo cual se comprobó en 1977. El hidróxido de cobre y el captan redujeron la infección, pero la erradicación no fue total (Cuadro 8). Por consiguiente, las estacas se deben tratar con captafol cuando el material de siembra se obtenga de áreas en las cuales esté presente la enfermedad del superalargamiento.

Evaluación por resistencia. En Carimagua y Quilichao, se evaluaron variedades seleccionadas e híbridos promisorios, con alto rendimiento. Entre

Cuadro 8. **Control de *Sphaceloma manihoticola* en estacas de yuca, sumergiéndolas durante tres minutos en diferentes soluciones fungicidas.**

Tratamiento	Número de Plantas sanas	Número de Plantas enfermas	Porcentaje de infección
Testigo	30	95	76
captafol	44	0	0
hidróxido de cobre	23	8	26
captan	38	4	10

Todas las soluciones contenían 5000 ppm de i.a. del fungicida

1207 variedades y 297 híbridos, evaluados en Carimagua y Quilichao, 5,1 y 16,5 por ciento, respectivamente, mostraron resistencia. En ambas localidades, las variedades M Col 19 y 258 fueron resistentes al superalargamiento. También, ambas variedades fueron altamente resistentes al CBB tanto en las evaluaciones de invernadero como en las de campo, realizadas en Carimagua. M Ven 39 fue resistente al superalargamiento y al CBB, en el invernadero, bajo condiciones de CIAT-Palmira y de Carimagua. En Quilichao, no se evaluó por resistencia al superalargamiento.

Aproximadamente, el 16,5 por ciento de los 175 híbridos con alto rendimiento presentó resistencia al superalargamiento en Quilichao. En Carimagua se evaluará el mismo material.

Manchas de anillos circulares (*Phoma* sp.)

Entre 260 variedades evaluadas para encontrar resistencia a la mancha de anillos circulares, bajo condiciones de campo en Popayán, sólo el 2 por ciento presentó algún tipo de resistencia al patógeno. La evaluación de 343 híbridos de cruzamientos entre progenitores susceptibles no mostró resistencia; el 3,2 por ciento fue tolerante y el 96,8 presentó susceptibilidad. Esto confirmó los resultados obtenidos en el año pasado, los cuales indican que la frecuencia de resistencia a esta enfermedad es baja (Informe Anual del CIAT, 1976) y que la resistencia sólo se puede lograr mediante hibridación controlada, utilizando fuentes resistentes.

Durante los últimos cuatro años se sembraron, en forma continuada, variedades resistentes (CMC 92, Popayán, M Col 712, M Col 303 y Dovio) en áreas en donde esta enfermedad es endémica y epidémica (en variedades susceptibles). Estas variedades han presentado reacciones estables, lo cual puede indicar que la resistencia a esta enfermedad es estable. Se obtuvieron resultados similares haciendo inoculaciones artificiales, bajo condiciones ambientales controladas.

Manchas foliares inducidas por *Cercospora* spp.

Se realizaron estudios sobre algunos aspectos epidemiológicos de la mancha parda ocasionada por *Cercospora henningsii*, y del añublo pardo fungoso ocasionado por *C. vicosae*, y sobre las pérdidas que ocasionan. En Caicedonia y Quilcacé, se sembraron cinco variedades y cuatro híbridos en un diseño de parcelas divididas para estudiar la mancha parda y el añublo pardo fungoso, respectivamente. La mitad de las parcelas, en cada localidad, se asperjaron semanalmente con benomyl (150 ppm de i.a. 100 litros) para el control de estas enfermedades. Se compararon las parcelas con y sin tratamiento químico, en lo que respecta al desarrollo de cada enfermedad y a sus efectos sobre la caída de hojas y las pérdidas en rendimiento. El desarrollo de la enfermedad se evaluó a intervalos de tres semanas, con base en el porcentaje del área foliar enferma y del número de lesiones hoja.

Mancha parda. En la Figura 20 se muestra el desarrollo de la enfermedad con el tiempo para tres variedades susceptibles. Los resultados indican que la fase de

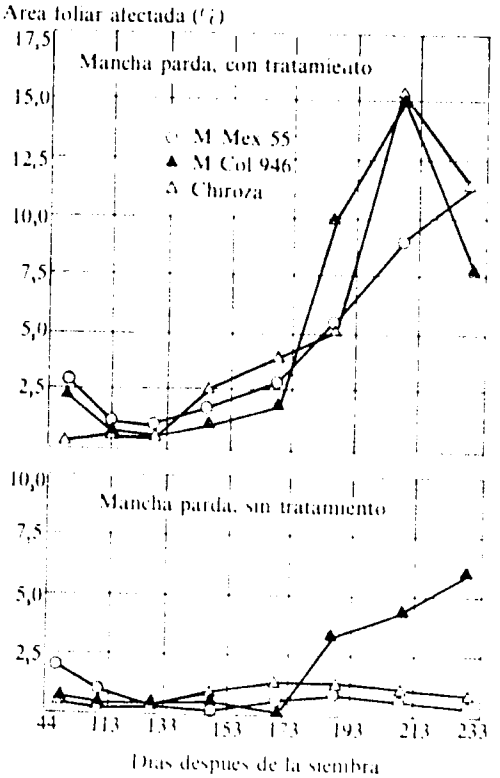


Figura 20. Porcentaje de área foliar afectado, en parcelas de yuca infectada con la mancha parda.

desarrollo inicial del inóculo ocurrió durante los primeros 183 días después de la siembra, seguida por la fase exponencial (etapa epidémica), de aproximadamente 20-60 días, que cambia según la variedad. El largo período de tiempo de la fase inicial indica que es posible prevenir o reducir la fase exponencial programando la siembra de acuerdo con las estaciones lluviosas. En regiones con una sola estación lluviosa anual, la siembra hecha al final de la estación lluviosa puede reducir el potencial de inóculo durante la estación seca, evitando o reduciendo la epidemia durante la estación lluviosa. En áreas con patrones bimodales de precipitación puede ser más conveniente sembrar al comienzo del período de mayor precipitación, de tal manera que el desarrollo inicial del inóculo se reduciría al llegar el siguiente período seco; así, si el segundo período lluvioso es leve, las oportunidades de una epidemia se reducirían.

La caída de las hojas se determinó como el inverso del porcentaje de retención de hojas. Las diferencias entre las parcelas tratadas y las no tratadas fueron altamente significativas (P=0,01). Similarmente, la interacción variedad enfermedad, en porcentaje de defoliación, fue altamente significativa (P = 0,01) (Figura 21).

En las variedades susceptibles, la enfermedad redujo significativamente el rendimiento de raíces frescas, lo cual no ocurrió en las variedades resistentes (Cuadro 9). En la variedad susceptible M Mex 55, el contenido de almidón de las raíces también se redujo en un 7,3 por ciento. Estos resultados indican que el rendimiento fresco de las raíces y el contenido de almidón se reducen en genotipos susceptibles, atacados por la mancha parda.

Añublo pardo fungoso. En la Figura 22 se presenta el desarrollo de esta enfermedad con el tiempo.

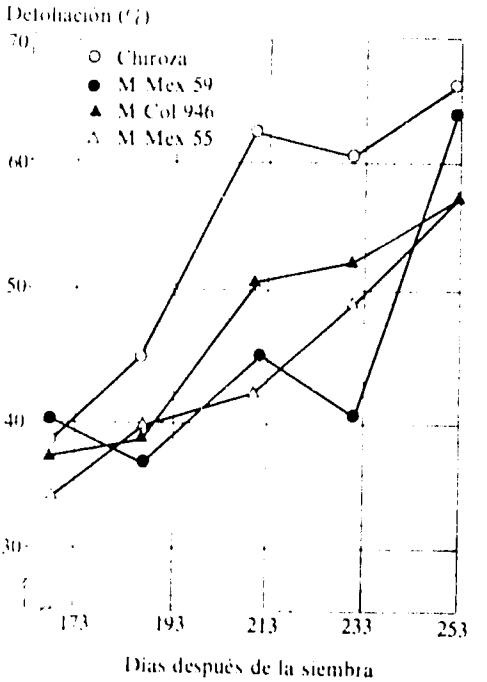


Figura 21. Defoliación relativa de variedades de yuca, resistentes y susceptibles, infectadas con la mancha parda.

Cuadro 9. **Redimiento de raíces frescas en genotipos de yuca, infectados por** *Cercospora henningsii.*

Genotipo	Reacción[1]	Rendimiento (t/ha) Con tratamiento[2]	Sin tratamiento	Aumento	Aumento porcentual del rendimiento
Variedades					
M Mex 55	S	27,96	23,79	4,17	14,91
M Col 946	S	29,70	26,65	3,05	10,27
Chiroza	I	29,13	29,57	-0,44	- 1,51
M Mex 59	R	32,72	32,95	0,23	- 0,70
Híbridos					
CMC-323-334	S	31,89	26,73	5,16	16,18
CMC-323-497	S	23,21	17,83	5,38	23,18
CMC-323-178	R	22.33	20.70	1.63	7.30
CMC-323-492	R	15,58	15,70	-0,12	- 0,77

S = susceptible, R = resistente
[2] El tratamiento fue una aspersión semanal de una solución fungicida de benomyl, a razón de 150 ppm de i.a. [illegible]

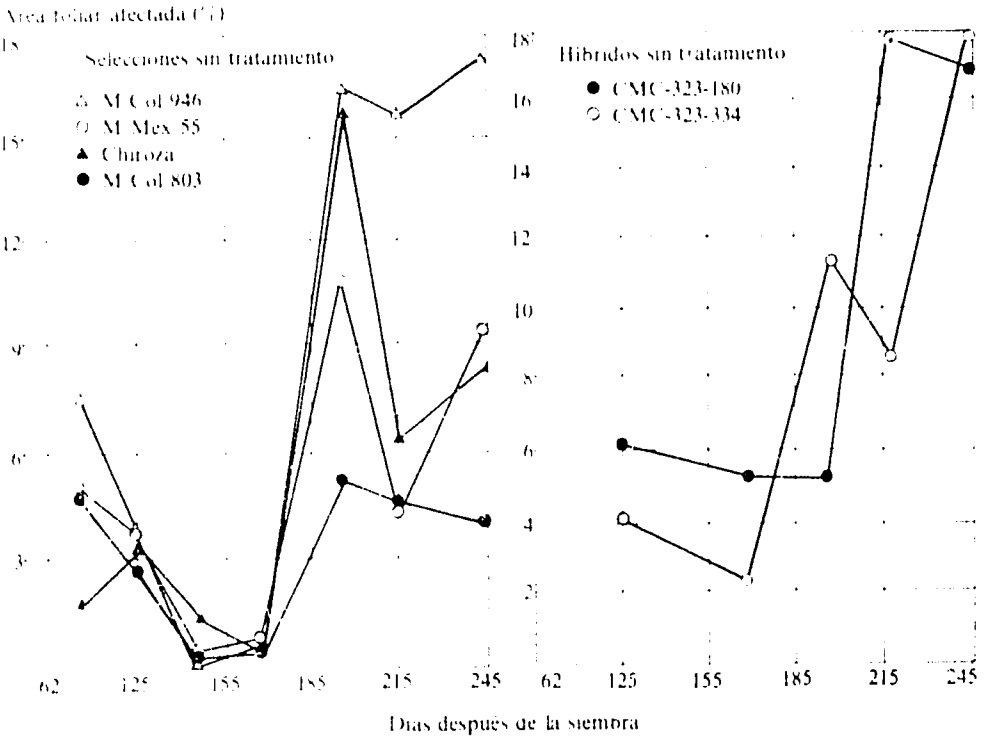


Figura 22. Porcentaje del área foliar afectado por *Cercospora*, en selecciones e híbridos de yuca no tratados con fungicida.

Aparentemente, la fase inicial de esta enfermedad es más corta que la de la mancha parda. Esto puede indicar (como lo demuestran las evaluaciones del rendimiento en los Cuadros 9 y 10) que las reducciones del rendimiento, causadas por el añublo pardo fungoso, pueden ser mayores que las ocasionadas por la mancha parda; en consecuencia, el control mediante la utilización de la resistencia varietal, es más importante para esta enfermedad. Sin embargo, como la fase inicial es prolongada, la programación de la siembra, según las estaciones lluviosas o secas, debe reducir la epidemia.

El ataque de la enfermedad ocasionó defoliación severa, como se ilustra en la Figura 23. M Col 803 presentó una infección foliar relativamente baja (Figura 22) pero una defoliación considerable (Figura 23), lo cual posiblemente indica que esta variedad es altamente sensible a la infección fungosa (es decir, sensible a la producción de toxinas fungosas). Se obtuvieron datos similares en otras variedades. La enfermedad redujo significativamente el rendimiento (Cuadro 10) y también, el contenido de almidón en las raíces (Cuadro 11).

Importancia relativa de las enfermedades inducidas por *Cercospora*. Las dos enfermedades descritas anteriormente son de gran importancia económica, si consideramos las pérdidas que ocasionan y su ocurrencia en la mayoría de las áreas productoras de yuca. El añublo pardo fungoso puede ocasionar mayores pérdidas en rendimiento que la mancha parda, pero las pérdidas inducidas por ambas enfermedades, en áreas en donde se presentan simultáneamente, pueden ser mayores que en áreas en las cuales sólo se presenta una de ellas. Es necesario desarrollar métodos de control que combinen la resistencia varietal con fechas de siembra y distanciamiento adecuado.

Cuadro 10 **Rendimiento de raíces frescas de genotipos de yuca infectados con *Cercospora vicosae* (añublo pardo fungoso)**

Genotipo	Reacción[1]	Rendimiento (t/ha) Con Tratamiento[2]	Sin Tratamiento	Aumento	Aumento porcentual del rendimiento
Variedades					
M Mex 55	S	23,36	19,74	3,62	15,50
M Col 946	S	16,24	14,21	2,03	12,50
M Col 803	S	20,83	14,86	5,97	28,66
M Mex 59	R	24,90	24,28	0,62	2,55
Chiroza	T	15,13	14,80	0,33	2,18
Híbridos					
CMC 323-180	S	35,40	24,65	10,75	30,36
CMC 323-334	S	34,40	25,43	8,95	26,08
CMC 323-483	R	27,30	27,14	0,16	0,59
CMC 323-497	R	28,20	28,90	-0,70	-2,48

[1] S = susceptible, T = tolerante, R = resistente

[2] El tratamiento incluyó la aspersión semanal de una solución de benomyl, a razón de 150 ppm de i.a. 100 litros de agua

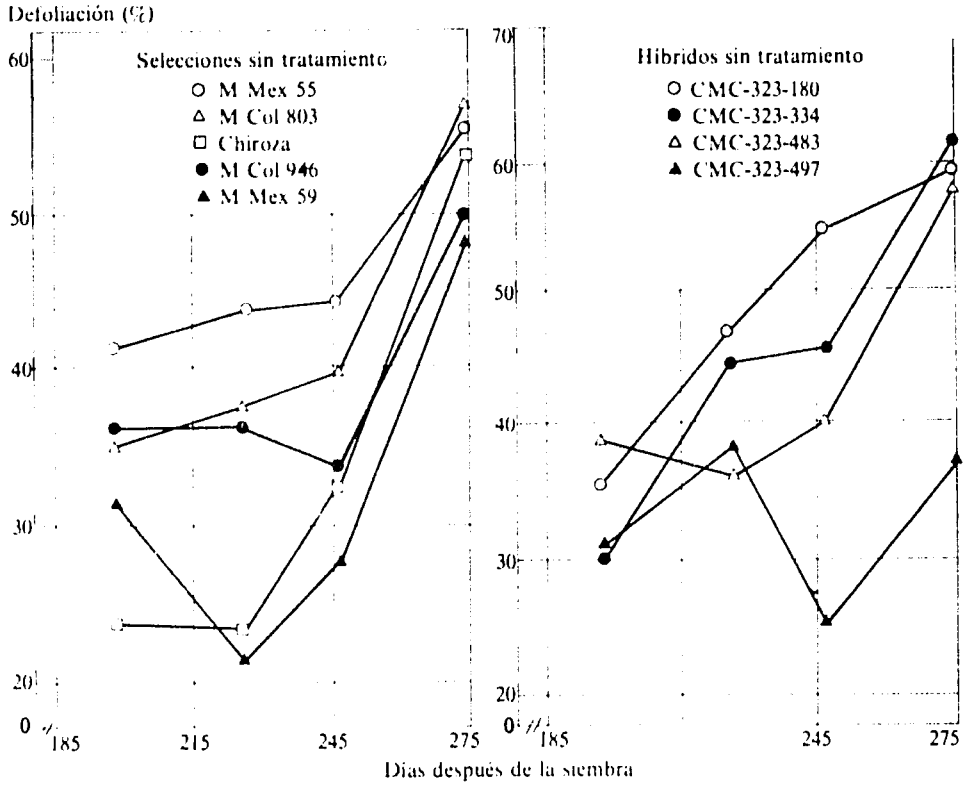


Figura 23. **Defoliación relativa en variedades e híbridos resistentes y susceptibles a la mancha foliar ocasionada por *Cercospora*.**

OTRAS ENFERMEDADES DE LA YUCA

Cuero de Sapo

Las investigaciones hechas sobre la transmisión del cuero de sapo han demostrado que, además de su diseminación a través de las estacas (Informe Anual del CIAT, 1976), la enfermedad también se trasmite por injerto (100 por ciento) y utilizando cuchillos infestados (aproximadamente, 5 por ciento). Además, el 90 por ciento de los retoños tomados de estacas de plantas enfermas y enraizados en agua estéril, produjeron plantas enfermas. Se hicieron nuevas evaluaciones sobre pérdidas ocasionadas por la enfermedad en el campo en colaboración con la Secretaría de Agricultura del Departamento del Cauca. Los resultados mostraron que cuando se utilizan estacas enfermas, puede haber una pérdida total de raíces comerciales. Al utilizar material de siembra sano, de la misma variedad, el rendimiento fue de 22 ton/ha.

Cuadro 11. **Porcentaje del contenido de almidón, en raíces de variedades de yuca infectadas con *Cercospora vicosae* (añublo pardo fungoso).**

Variedad	Reacción[1]	Disminución del contenido de almidón (%)
M Mex 55	S	3,6
M Col 803	S	8,2
M Mex 59	R	1,7
Chiroza	T	1,0

[1] S = susceptible; T = tolerante; R = resistente.

Antracnosis

En este año se determinó que la antracnosis sólo se desarrolla en un ambiente con alta humedad relativa. Después de inocular artificialmente por aspersión, el daño ocasionado por la enfermedad sólo fue severo (muerte descendente de más del 50 por ciento de las plantas) en plántulas de un mes de edad, cuando las condiciones de alta humedad se mantuvieron durante más de 24 horas. Si la humedad relativa disminuye a niveles inferiores al 90 por ciento, las plantas tienden a recuperarse, produciendo nuevos retoños. Aparentemente, esta enfermdad es importante sólo cuando la yuca se siembra durante un período de alta precipitación y cuando las plantas son atacadas durante los primeros dos meses. Sin embargo, el daño ocasionado por la enfermedad en los tallos puede reducir la calidad del material de siembra. La germinación de las estacas severamente afectadas por antracnosis (chancros) se redujo en un 15 por ciento; aproximadamente el 20 por ciento de las plantas germinadas eran más débiles y más pequeñas que las plantas testigo.

TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL DE SIEMBRA

En el Cuadro 12 se presentan los efectos del tratamiento con fungicidas sobre estacas de la variedad M Mex 55. Las estacas testigo (sin tratamiento) fueron atacadas por insectos y patógenos del tallo y deliberadamente no se seleccionaron, a fin de simular lo que los agricultores normalmente hacen en el campo. Con base en los resultados obtenidos, es evidente que las estacas no seleccionadas germinan deficientemente y las plantas dan bajos rendimientos. Al tratar las estacas con soluciones de fungicidas, la germinación aumento y los rendimientos fueron altos. Los resultados indicaron que el captafol, el cual también controla el superalargamiento en las estacas, es un fungicida promisorio para el tratamiento de estacas de yuca.

Cuadro 12. **Rendimiento de la variedad de yuca M Mex 55, a los 12 meses después de la siembra de estacas (no seleccionadas y tratadas, durante tres minutos, sumergiéndolas en diferentes soluciones fungicidas).**

Tratamientos con productos químicos[1]	Germinación (%)	Rendimiento (kg/planta)
captafol	78	4,1
carbendizim + captan	75	3,5
carbendizim + captafol + PCNB	74	3,1
carbendizim	74	2,7
carbendizim + PCNB	74	2,3
carbendizim + maneb	66	2,3
maneb	62	1,9
Testigo[1]	44	1,7

[1] Se observó una diferencia significativa (P = 0,01) entre los tratamientos y el testigo.

Para estudiar el efecto de los tratamientos con fungicidas sobre el almacenamiento de las estacas, se sumergieron durante tres minutos estacas largas (70 cm) y cortas (20 cm) de M Col 946 (una variedad que tienen buena germinación) y M Col 803 (una variedad que tiene mala germinación) en BCM y captan (2000 ppm de i.a. de cada uno) o en chlorothalonil y maneb (4000 ppm de i.a. de cada uno). Las estacas se almacenaron a la sombra en el campo y se hicieron evaluaciones semanales de la germinación, sembrando las estacas a razón de 50 plantas variedad tratamiento, en un diseño de parcelas divididas. Los resultados (Figuras 24 y 25) indicaron que: 1) hay diferencias varietales en la germinación, a través del período de almacenamiento; 2) el tratamiento de las estacas con fungicidas evita las pérdidas en germinación a causa del almacenamiento (la combinación BCM + captan fue mucho mejor que otras combinaciones); 3) las pérdidas en germinación son, en gran parte, ocasionadas por patógenos e insec-

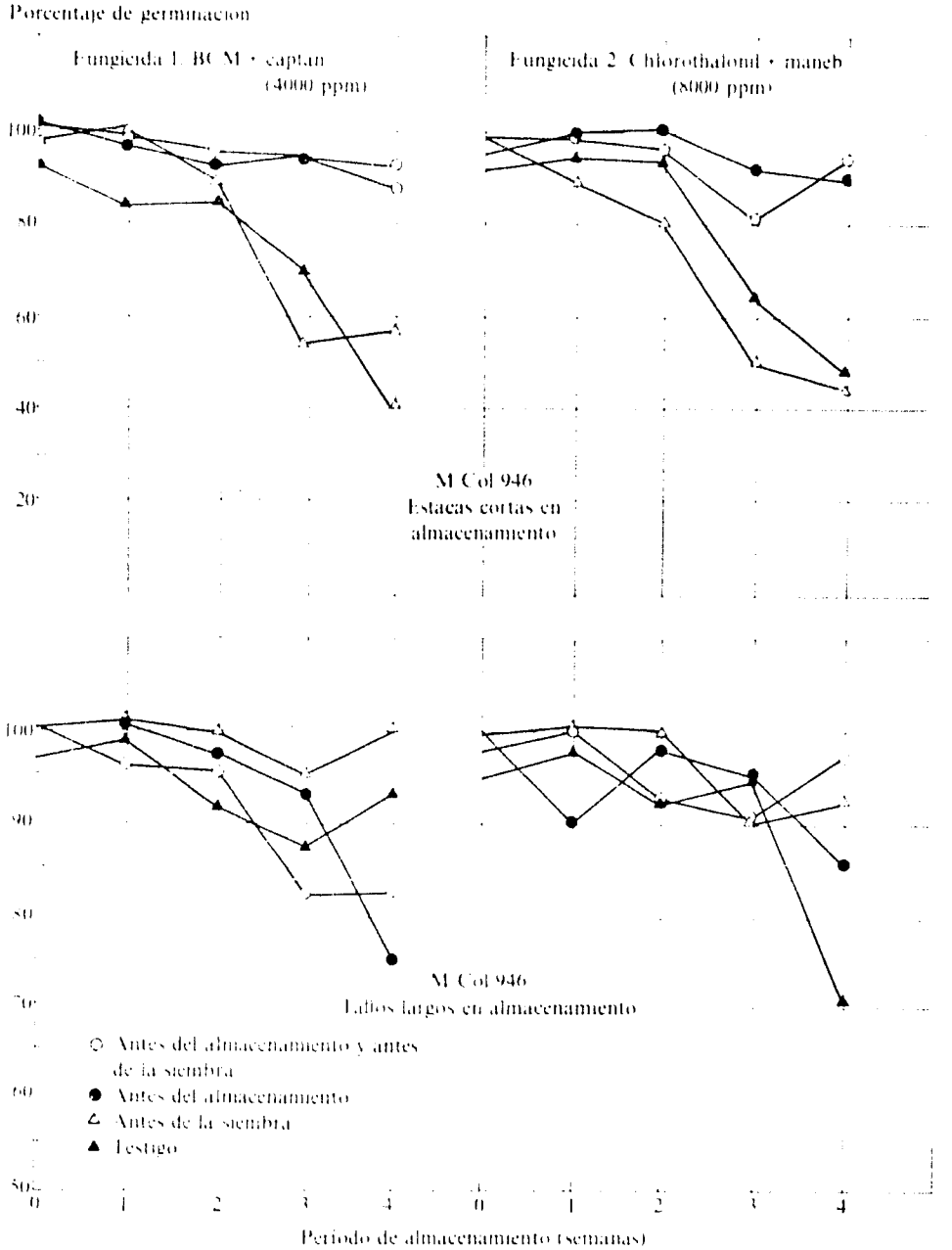


Figura 24. Efecto del tiempo de almacenamiento y del tratamiento con dos combinaciones de fungicidas, sobre la germinacion de estacas cortas (20 cm) y tallos largos (70 cm), de la variedad de yuca M Col 946, en un experimento de campo.

tos durante el almacenamiento (la deshidratación ligera de las estacas no parece afectar la germinación durante el primer mes del almacenamiento); 4) las estacas cortas (20 cm) de una variedad con buena germinación se pueden almacenar

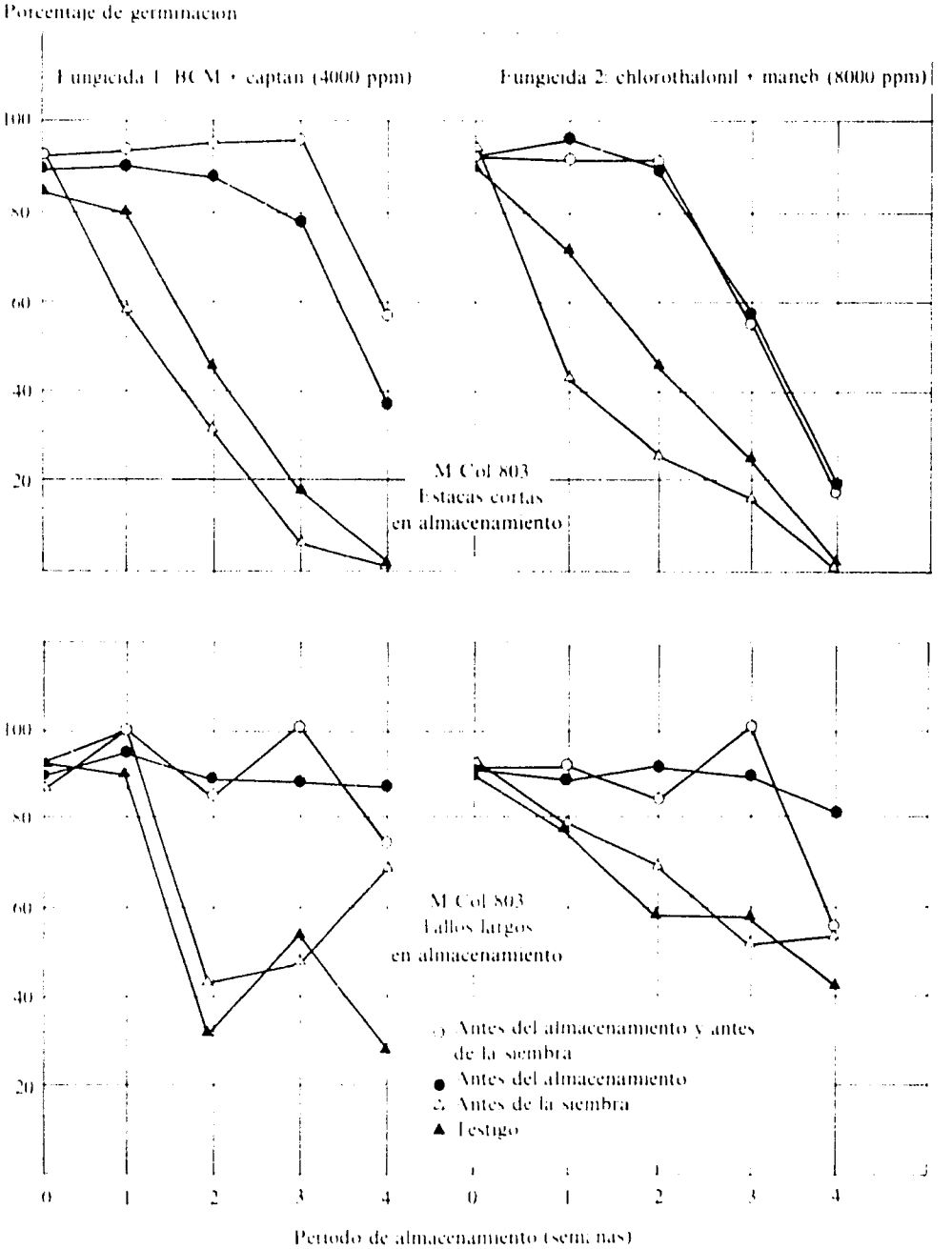


Figura 25. Efecto del tiempo de almacenamiento y del tratamiento con dos combinaciones de fungicidas, sobre la germinacion de estacas cortas (20 cm) y tallos largos (70 cm) de la variedad de yuca M Col 803, en un experimento de campo.

durante un mes sin que la germinación se vea afectada, siempre y cuando se les haga un tratamiento con soluciones fungicidas apropiadas; 5) para las variedades con

mala germinación, el material de siembra se debe almacenar en trozos de tallo largos (70 cm); y 6) todo material de siembra se debe tratar con las soluciones fungicidas apropiadas, antes de almacenarlo. Se recomienda hacer un segundo tratamiento antes de la siembra, a fin de proteger las estacas largas de las invasiones microbiales que pueden penetrar a través de heridas hechas durante el transporte y la preparación de las estacas.

ENTOMOLOGIA

El objetivo principal del programa de entomología de yuca en el CIAT, es suprimir plagas insectiles y mantener sus poblaciones por debajo del nivel de daño económico, evitando o reduciendo, hasta donde sea posible, la utilización de pesticidas y de otros insumos costosos. Los esfuerzos de las investigaciones entomológicas en yuca, hacen énfasis en la determinación de las pérdidas en rendimiento, biología y ecología de las plagas, la utilización de material de siembra libre de insectos y el desarrollo de métodos de control, utilizando la resistencia genética de la planta hospedante, el control biológico, las prácticas culturales y el uso racional de pesticidas.

EL GUSANO CACHON DE LA YUCA

Daño económico

El gusano cachón de la yuca *Erinnyis ello* (L.) ha sido descrito como un comedor voraz, el cual defolia drásticamente los campos de yuca y además consume tejidos del tallo y yemas laterales. En experimentos de simulación del daño, las pérdidas en rendimiento se han estimado en un 20 a 53 por ciento (Informe Anual del CIAT, 1976). En una finca comercial severamente atacada, en la cual se cultivó Chiroza, una variedad de yuca vigorosa y de alto rendimiento, se demarcaron cuatro lotes con 25 plantas totalmente defoliadas, próximos a cuatro lotes de 25 plantas sin daño. Las plantas fueron atacadas cuando tenían tres meses de edad y el cultivo se cosechó a los 12 meses. Las plantas afectadas tenían menos follaje y menor tamaño que las plantas sin daño. El rendimiento promedio de las plantas sin daño fue de 4,58 kg/planta, en tanto que el de las plantas defoliadas fue de 3,75 kg/planta. Esta pérdida en rendimiento (un 18 por ciento) fue equivalente a 6 ton/ha.

Control biológico.

Parasitismo en los huevos de la plaga. Las poblaciones de gusano cachón se presentan en forma cíclica, y un aumento marcado en la oviposición, durante ciertos períodos, puede romper el equilibrio natural de los predatores en muchas plantaciones de yuca. Sin embargo, se ha observado parasitismo natural en los huevos de gusano cachón por *Trichogramma* en muchos campos de yuca, en estos, la liberación planificada del predator *Trichogramma*, realizada de manera que coincida con el aumento en la oviposición del gusano cachón, podría reducir las poblaciones de esta plaga (Informe Anual del CIAT, 1976).

En 1977 se hicieron dos estudios para evaluar la efectividad de la liberación de *Trichogramma* sobre el parasitismo de huevos de gusano cachón. En el primero, establecido durante un período de alta oviposición de gusano cachón en terrenos de la sede del CIAT, se liberaron aproximadamente 100.000 adultos de *Trichogramma*, en un campo de una hectárea. Como testigo se utilizó un campo cercano, en el cual no hubo liberación de parásitos.

En este experimento, el parasitismo natural de huevos, antes de la liberación

del *Trichogramma*, fue de 52,6 y 48,3 por ciento en el campo testigo y en el campo tratado, respectivamente. Se tomaron muestras en 50 plantas parcela. Cuatro días después de la liberación de los parásitos, el porcentaje de parasitismo en el campo tratado aumentó en un 24,8 por ciento, pero en el campo no tratado, sólo aumentó en un 2,7 por ciento; hubo entonces, una diferencia de 22 por ciento en el aumento del parasitismo entre el tratamiento y el testigo.

En el segundo experimento, se asperjó un campo de yuca con *Dichlorvos* (un insecticida no residual) para reducir el parasitismo natural en los huevos del gusano cachón. Posteriormente, el campo se dividió en parcelas para establecer el ensayo; la parcela testigo presentó inicialmente un 45 por ciento de parasitismo de huevos y la parcela en la cual se hizo luego la liberación del *Trichogramma* presentó un parasitismo de 30,8 por ciento. El *Trichogramma* se libero a razón de 100.000 adultos/ha y se tomaron muestras de 150 plantas/parcela. Después de cuatro días, la diferencia en el aumento del porcentaje de parasitismo, entre la parcela tratada y la testigo fue de 23 por ciento (Cuadro 13), o sea, una tasa muy similar a la registrada en el ensayo anterior. Un día después, el parasitismo en el campo testigo aumentó hasta el 74 por ciento y en el campo en el cual se hicieron las liberaciones, el parasitismo alcanzó el 93 por ciento, lo cual demuestra la efectividad de la liberación del *Trichogramma*. Estos resultados indican que la liberación de *Trichogramma*, durante periodos de alta oviposición de gusano cachón, aumenta significativamente el parasitismo natural de los huevos de la plaga.

Parasitismo de larvas. *Apanteles congregatus* y *A. americanus*, parásitos de las larvas del gusano cachón, tienen mucha importancia en Colombia. Estas avispas bracónidas ovipositan en las larvas del gusano cachón y la larva parásita se desarrolla dentro de aquellas. Las larvas maduras salen desde dentro del hospedante y empupan formando un capullo similar a una mota de algodón blanca, alrededor del caparazón de la larva del gusano cachón.

El parasitismo por *Apanteles* probablemente ocurre durante los primeros tres estados larvales del gusano cachón. Las observaciones indican que, durante los estados larvales posteriores, *Apanteles* generalmente sale y empupa en la superficie externa de la larva del gusano cachón,

Cuadro 13. **Porcentaje de huevos de gusano cachón *(Erinnyis ello)* parasitados por *Trichogramma* sp., en campos en los cuales se liberó este microhimenóptero y en campos testigo.**

	Campos con liberación de parásito		Campos testigo (sin liberación)		
Días después de la liberación	% de huevos parasitados[1]	% de aumento del parasitismo	% de huevos parasitados	% de aumento parasitismo	% del aumento liberación/testigo
1	30,8		45		
2	54,2	23,4	61	16	7,4
3	80	49,2	73,8	28,8	20,4
4	76	45,2	67	22	23,2
5	92,7	61,90	74,3	29,3	32,6

[1] Nivel de liberación de *Trichogramma*: 100.000/ha.

[2] Muestra de 150 plantas/parcela.

pocas horas despues de la emergencia. La estructura pupal o capullo que envuelve el caparazon del gusano cachon tiene un promedio de 3,8 cm de ancho por 4,1 cm de largo. Cada capullo contiene en promedio 287 pupas de *Apanteles*, de las cuales aproximadamente el 80 por ciento emerge despues de seis o siete dias.

En 1977, se liberaron adultos de *Apanteles* en campos de yuca infestados con gusano cachon para evaluar el parasitismo de larvas. En un primer ensayo, se liberaron once capullos en un campo aislado y despues de tres semanas, se colectaron 408 capullos. Para entonces, en el mismo campo, se colectaron 382 larvas de gusano cachon no parasitadas y 633 pupas de gusano cachon; a partir de estos datos, se calculo que el *Apanteles* ocasiono aproximadamente un 29 por ciento de parasitismo. Una desventaja de la utilizacion del *Apanteles*, es el alto porcentaje de hiperparasitismo observado. En el CIAT se colectaron en *Apanteles* siete hiperparasitos diferentes y el estudio de 112 capullos de *Apanteles*, colectados en tres ocasiones, mostro un hiperparasitismo promedio de 56 por ciento.

Bacillus thuringiensis

Se hicieron aplicaciones de *B. thuringiensis* durante periodos con alta infestación de diferentes estados larvales del gusano cachon. *B. thuringiensis* fue efectivo en el control de los primeros cuatro estados larvales (no se evaluo en el quinto) pero la mayor efectividad se logro con el primer estado larval. En los campos tratados cuatro dias despues de la aplicacion las poblaciones del primer estado larval disminuyeron en un 88 por ciento y del segundo estado larval, en un 46 por ciento. Despues de seis dias, las poblaciones del tercer estado larval disminuyeron en un 84 por ciento y despues de tres dias, la disminucion de la poblacion del cuarto estado larval fue del 70 por ciento. Es necesario anotar que la población del primer estado larval, en el testigo (sin tratamiento), se redujo en un 45 por ciento, probablemente a causa del parasitismo natural en el campo, antes del inicio del experimento; la población del tercer estado larval, en el testigo, tambien se redujo en un 53 por ciento a causa de las lluvias fuertes.

RESISTENCIA DE LA PLANTA HOSPEDANTE

Acaros

Selección en el invernadero y en la casa de malla. Se continuó la seleccion de variedades de yuca por resistencia a *Mononychellus* y *Tetranychus*, bajo condiciones controladas en el invernadero y en la casa de malla. Algunas variedades promisorias seleccionadas en pruebas de tamizado realizadas anteriormente (Informes Anuales del CIAT, 1975 y 1976), se reevaluaron en ensayos replicados para identificar las variedades más promisorias; se evaluaron 705 variedades adicionales, utilizando la escala de resistencia (0-1 = resistente; 2-3 = resistencia intermedia; 4-5 = susceptible). Se seleccionaron 58 variedades como promisorias por su resistencia a *M. tanajoa* y 31 como resistencia a *T. urticae*. Entre los materiales evaluados 20 variedades presentaron resistencia, tanto a *M. tanajoa* como a *T. urticae;* ésto indica cierto grado de resistencia cruzada, cuya existencia no se sospechaba anteriormente.

Seleccion de campo para encontrar resistencia a *M. tanajoa*. Se evaluaron aproximadamente 2.200 variedades de yuca por su resistencia a *M. tanajoa* durante un brote natural, ocurrido en terrenos de la sede del CIAT. Se identificaron 152 variedades resistentes (6,9 por ciento) y 847 presentaron resistencia intermedia (38,5 por ciento). Indudablemente, si hubiera ocurrido ataque de acaros más severo, se habrian seleccionado menos variedades como resistentes; también, si eso hubiera

ocurrido, algunas variedades seleccionadas como resistentes podrían simplemente haber escapado al ataque y en consecuencia, hubieran sido clasificadas en forma distinta. Sin embargo, los resultados obtenidos indican que existe una resistencia significativa a *M. tanajoa* bajo las condiciones del CIAT. Estas condiciones, como consecuencia de las cortas estaciones secas (2 a 3 meses), no permiten el establecimiento de grandes poblaciones de ácaros.

Moscas blancas. Se evaluaron 169 líneas del banco de germoplasma de yuca, para determinar su resistencia a la mosca blanca (*Aleurotrachelus* sp.). Se hicieron tres evaluaciones separadas, cuando las plantas tenían dos, cuatro y seis meses de edad: una, basada en el nivel de infestación de moscas blancas, otra, basada en el número de pupas de mosca blanca por hoja; y la tercera, basada en el nivel de daño causado a la planta.

Todas las 169 variedades fueron severamente infestadas por adultos y por pupas de las moscas blancas. Sin embargo, los grados de resistencia asignados con base en síntomas del daño, indican que el daño físico sólo puede llegar a ser moderado a pesar de que las plantas presenten una severa infestación. Aunque es posible que la alta infestación de moscas blancas no afecte los rendimientos de estas variedades, si pueden ser susceptibles a los virus transmitidos por la mosca blanca.

Trips

Se evaluó el banco de germoplasma de yuca del CIAT (2.247 variedades) para determinar su resistencia a los trips (*Frankliniella williamsi*), durante una infestación natural ocurrida en la estación seca (la cual tuvo una duración de tres meses). Los resultados obtenidos (Cuadro 14), indican que existen muchas fuentes de resistencia a los trips entre las variedades de yuca incluidas en el banco. Más del 58 por ciento fue altamente resistente (0-1 en una escala de daño de 0 a 5) y solo un 20 por ciento fue susceptible (3-5 en la misma escala). Aunque si ocurriesen ataques más severos de trips estas evaluaciones podrían ser alteradas, los resultados obtenidos indican que, en el germoplasma de yuca, la regla es la resistencia a los trips en vez de la excepción.

Cuadro 14. **Evaluación de 2247 variedades de yuca para determinar su resistencia a los trips (*Frankliniella williamsi*), en infestaciones naturales, a nivel de campo.**

Escala de daño	No. de variedades	Porcentaje dentro de cada escala
0	656	29,2
1	656	29,2
2	369	16,4
2,5	124	5,5
3	129	5,5
3,5	102	4,5
4	176	7,8
4,5	34	1.5
5	1	0,04

Escamas

En el Informe Anual del CIAT de 1974 se informó acerca del efecto adverso que ejercen las escamas sobre la germinación de estacas de yuca durante las estaciones secas. Se diseñó un experimento para evaluar el daño que ocasiona la escama blanca (*Aonidomytilus albus*) a las estacas de yuca de M Col 22 (una variedad altamente susceptible), tratadas con methamidophos y almacenadas durante un mes antes de su siembra. El grado de daño también se correlacionó con la germinación de las estacas, después de la siembra de éstas en un diseño de bloques al azar, en cuatro parcelas, con 25 estacas por parcelas (Cuadro 15). La germinación se redujo considerablemente cuando las estacas infestadas de escamas se almacenaron durante un mes; el tratamiento con insecticidas no aumentó la germinación.

Cuadro 15 **Efecto de la escama blanca (*Aonidomytilus albus*) sobre la germinación de estacas de yuca (variedad M Col 22), tratadas con metamidofós y almacenadas durante un mes, antes de su siembra.**

Escala de daño[1]	% de germinación en estacas			
	Almacenadas		No almacenadas	
	Tratadas	No tratadas	Tratadas	No tratadas
0	84	72	95	95
1	33	40	88	91
2	17	16	40	85
3	12	3	10	23
4	0	4	2	9

[illegible]

Tratamiento del material de siembra. Las observaciones hechas en estacas de CMC 40 y de M Col 113 (seleccionadas por su tolerancia o por su susceptibilidad a las escamas, respectivamente), infectadas con una o dos escamas alrededor de la yema, indicaron que se puede presentar un ataque severo de escamas cuando las estacas se siembran verticalmente en el campo, bajo condiciones ambientales que son favorables al ataque (cuando la estación seca se inicia poco tiempo después de la siembra). Sin embargo, se determinó que los insecticidas malathion (4 por ciento, a razón de 1 g/litro), triazophos (1 cc/litro), methamidophos (1 cc/litro) y triona + malathion (2 cc + 1 g/litro) evitan el rápido aumento de las poblaciones de escamas después de la siembra. Los tratamientos fueron más efectivos para la variedad CMC 40 que para M Col 113, lo cual indica una respuesta varietal al ataque de escamas.

Pérdidas en rendimiento. Se evaluó un campo de M Col 22, al momento de la cosecha, por nivel de daños ocasionados por las escamas, utilizando la siguiente escala de daño: 0 = plantas con daño considerable en el follaje y ninguna o pocas escamas en los tallos; 1 = reducción del follaje y escamas que cubren menos del 50 por ciento de la superficie del tallo; y 2 = defoliación severa, muerte de las yemas germinales y escamas que cubren la totalidad de la superficie del tallo. Se cosecharon 100 plantas de cada una de las tres categorías de daño y se registró su peso a fin de correlacionar la puntuación asignada a cada planta en la escala de daño con las pérdidas en rendimiento. Los resultados indicaron una pérdida de rendimiento del 4 por ciento para las plantas con grado de daño 1 y una pérdida del 19 por ciento para las de grado de daño 2, este último nivel de daño representa una pérdida de 3 toneladas por hectárea.

Biología de *Aonidomytilus albus*. Se estudió la biología de la escama blanca, *Aonidomytilus albus* (Cockerell), en el laboratorio (temperatura 26-28°C, HR de 75-85%) en tallos cortados de yuca (M Col 22 y M Col 113). Las escamas macho pasaron por dos estados ninfales, con una duración promedio de 10 y 6,5 días, respectivamente, y un estado de prepupa y pupa con una duración total de 4,5 días. Los adultos tuvieron una vida promedio de 1 a 3 días y el ciclo de vida del macho fue de aproximadamente 23 días. En una muestra de 30 hembras, se observaron tres estados ninfales, los cuales tuvieron una duración promedio de 10, 5 y 9 días, respectivamente. El tercer estado ninfal es el estado adulto. Los huevos son ovipositados debajo de la escama y las ninfas emergen durante un período de siete días. De los 3 a los 5 días ocurrió la máxima emergencia y cada hembra produjo un promedio de 43 ninfas. Las ninfas son móviles durante tres días y luego se vuelven estacionarias; entonces se inicia la alimentación. Los machos tienen alas y pueden volar, en tanto que las hembras son estacionarias pues no tienen alas. La diferenciación entre el macho y la hembra se evidencia durante el segundo estado

pupal. La copulacion ocurre cuando la hembra alcanza el tercer estado.

La mosca de la fruta

Las moscas de la fruta (*Anastrepha pickeli* y *A. manihoti*) dañan el material de siembra de yuca produciendo tuneles en los tallos de las plantas en crecimiento y proporcionando una entrada para el patógeno bacterial *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, el cual causa una pudricion severa en el tejido del tallo.

Se evaluaron los daños ocasionados por la mosca de la fruta y el ataque posterior producido por *E. carotovora* en campos de yuca (variedad Chiroza) de agricultores en Caicedonia, Colombia, clasificando tales daños en cinco grados los cuales se correlacionaron con las perdidas en rendimiento (Cuadro 16). Las perdidas en rendimiento oscilaron entre 4,2 por ciento para el grado 1 (menor daño), y 33,1 por ciento para el grado 3. En todos los ensayos, las perdidas en rendimiento para el grado 4 fueron menores que para el grado 3. Es posible que, aunque las estacas del grado 4 presentaban mayor daño, pudieron haber sido obtenidas de una mejor parte de la planta. Además, este patrón de perdida en los rendimientos, observado en las tres fincas, no se repitió en el ensayo realizado en CIAT-Palmira, en donde se utilizó una variedad diferente (CMC 40). En el ensayo realizado en CIAT-Palmira solo se utilizaron tres grados de daño, puesto que el daño fue menos severo. Los resultados mostraron que las estacas con grado de daño 3 dieron un rendimiento ligeramente mayor que las estacas sin daño, posiblemente, debido a que tambien se obtuvieron de una mejor parte de la planta.

Piojo harinoso

En 1977, los brotes de piojo harinoso, *Phenacoccus gossypii*, nuevamente ocasionaron una defoliacion severa y el secamiento de los tejidos de tallo de la yuca, en los terrenos de la sede del CIAT, pero la aplicación de malathion redujo las poblaciones en forma efectiva.

Se estudió la biología de la hembra del piojo harinoso con 24 hembras colocadas en tallos cortados de yuca (M Col 113), bajo condiciones de laboratorio (temperatura de 26-28°C, HR de 75-85%). Se observaron tres estados ninfales con promedios de 8,6, 5,7 y 6,3 días, respec-

Cuadro 16. **Efecto del daño ocasionado por la mosca de la fruta (*Anastrepha manihoti*) y el patógeno bacterial *Erwinia carotovora*, sobre la germinación de estacas de yucas.**

Escala de daño	Germinación (%)	Rendimiento (ton/ha)[F] Fincas 1	2	3	$\bar{X}$	Disminucion del rendimiento (%)	Rendimiento en el CIAT (ton/ha)
0	90,3	38,9	41,0	41,7	40,2		23,9
1	85,7	32,9	38,1	44,5	38,5	4,2	21,9
2	83,7	26,3	39,2	38,4	34,6	13,9	22,1
3	82,7	19,9	26,5	34,2	26,9	33,1	26,2
4	74,0	29,3	31,6	37,7	32,9	18,3	

Escala de daño: 1 = decoloramiento castaño en la medula, 2 = decoloramiento y algo de pudricion [illegible] 3, las estacas 3 = pudricion severa de la medula, 4 = pudricion severa del tunel y de la medula.
La variedad sembrada fue Chiroza.
La variedad sembrada fue CMC 40.

tivamente. Las hembras adultas sobrevivieron durante un periodo de hasta 21 días. La oviposición se inició entre el quinto y el séptimo día y continuó por espacio de 5 días más. El piojo harinoso oviposita un promedio de 328 huevos por hembra, la mayoría de los huevos son producidos el primer día, y luego van disminuyendo en cantidad en forma constante. Todos los huevos permanecen en una ooteca, en la parte posterior del cuerpo de la hembra, hasta que eclosionan las ninfas.

Al ser móviles, las ninfas, en todos los estados, se pueden alimentar durante varios días en una área determinada. Prefieren alimentarse del envés de las hojas o con los tallos tiernos. La hembra no tiene alas, en tanto que los machos son alados y vuelan.

En CIAT-Palmira se colectaron varios predatores y parásitos de piojos harinosos y escamas (Cuadro 17); aún no se han identificado todos estos parásitos.

Comejenes

Los comejenes (*Coptotermes* spp.) atacan los cultivos de yuca principalmente en las tierras bajas tropicales. Se alimentan del material de propagación de las plantas en crecimiento y de las raíces. El principal daño ocasionado por esta plaga parece ser la pérdida de estacas; durante periodos secos prolongados, también pueden afectar severamente el establecimiento de las plantas.

Como generalmente el material de propagación de yuca se almacena por varios meses, durante los periodos secos antes del inicio de la estación lluviosa, se hizo un estudio preliminar para determinar el efecto de los comejenes sobre el material de siembra almacenado. Se almacenaron, durante 80 días en el campo, 100 tallos de yuca no tratados y 100 tallos tratados con una mezcla de 10 por ciento de aldrín y 10 por ciento de parathion. Las aplicaciones de estos insecticidas se hicieron cada 20 días. Todos los tallos sin tratamiento presentaron daño por comejen, en tanto que los tallos tratados sólo presentaron una pérdida del 24 por ciento.

Se establecieron dos experimentos para estudiar la prevención del ataque de

Cuadro 17 **Predatores naturales de *Aonidomytilus albus* Cockerell y *Phenacoccus gossypii* Townsend y Cockerell, en yuca, durante 1977, en terrenos de la sede del CIAT.**

Orden	Familia	Genero	Especies	Depredación sobre:
Coleoptera	Coccinellidae	*Cleotera*	*Omerata*	Huevos y ninfas de piojo harinoso
		Cleotera	sp.	Huevos y ninfas de piojo harinoso
		Scymnus	spp.	Huevos y ninfas de piojo harinoso
		Coccidophilus	sp.	Todos los estados ninfales de las escamas blancas
Neuroptera	Chrysopidae	*Chrysopa*	*arioles*	Huevos y ninfas de piojo harinoso
	Hemerobiidae	*Sympherobious*	sp.	Huevos y ninfas de piojo harinoso
Diptera	Syrphidae	*Ocyptamus*	Complejo *stenogaster*	Ninfas de piojo harinoso
Lepidoptera	Cosmopterigidae	*Pyroderces*	sp.	Huevos y ninfas de piojo harinoso y escamas blancas

comején en material de propagación almacenado y la prevención del daño causado a las estacas por comején, después de la siembra. En el primer experimento, se trataron manojos de 15 tallos de yuca con un insecticida y se almacenaron en el campo durante 80 días. Los tratamientos más efectivos (Cuadro 18) fueron: aldrín aplicado en polvo, a razón de 1 g tallo (0% de pérdida), clorvel aplicado en aspersión a razón de 1 cc litro de agua (0% de pérdida) y Sevin en polvo, a razón de 1 g tallo (6,6% de pérdida). El 46 por ciento de los tallos no tratados fueron destruidos por los comejenes.

En el segundo experimento, las estacas se trataron individualmente con un insecticida y se sembraron en un diseño de bloques al azar, con cuatro parcelas de 25 estacas por parcela, y se evaluaron 80 días después del tratamiento. Los tratamientos más efectivos fueron: aldrín aplicado en polvo (3% de pérdida) y la inmersión de las estacas en una solución con 10 por ciento de aldrín y 10 por ciento de parathion (6%

Cuadro 18. **Efectos de la aplicación de varios pesticidas sobre la prevención del daño ocasionado por los comejenes al material de propagación de yuca, almacenado en el campo, durante 80 días.**

Tratamiento	Forma de Aplicación[1]	Pérdida (%)
Aldrín	polvo	0
Clorvel	aspersión	9
Sevin	polvo	6,7
Chlordane	aspersión	8,3
Fentión	aspersión	33,3
Testigo	—	46,7
Monocrotofós	aspersión	66,67
Aldrín (10%) + Paratión (10%)	aspersión	73,3
Tiram	aspersión	86,7
Tiram	inmersión	86,7

[1] Las aplicaciones en aspersión e inmersión en soluciones separadas a razón de 1 cc litro de agua y las aplicaciones en polvo, a razón de 1 g tallo

Cuadro 19. **Niveles de población insectil en monocultivo de yuca y en asociación con frijol, con y sin aplicación de insecticida.**

Insecto	Monocultivo[1]		Asociación[2]		% de reducción de la población en asociación monocultivo, sin insecticida
	Con insecticida[3]	Sin insecticida	Con insecticida[3]	Sin insecticida	
Chinche de encaje: 3 hojas planta	4,5	5,6	2,7	3,8	32,1
Moscas blancas: 3 hojas planta	7,2	6,5	3,3	4,5	30,0
Moscas del cogollo parcela	2,1	2,0	1,5	2,2	-
Gusano cachón parcela	0,5	0,8	0,5	0,6	30,0
Huevos de gusano cachón parasitados parcela	50,7	52,4	51,2	45,5	-

[1] Variedad de yuca M Mex 11
[2] Variedad de frijol Porrillo Sintético, con la variedad de yuca M Mex 11
[3] Endosulfan

de pérdida). El comején destruyó el 15 por ciento de las estacas no tratadas.

POBLACIONES DE INSECTOS EN LA ASOCIACION YUCA-FRIJOL

Se hizo un experimento preliminar sobre protección potencial en el cultivo intercalado yuca-frijol. Las siguientes poblaciones de insectos se evaluaron semanalmente, durante 2 1/2 meses, en la yuca en monocultivo y en la yuca intercalada con frijol: gusano cachón *(Erinnyis ello)*, chinche de encaje *(Vatiga manihotis)*, mosca blanca (*Aleurotrachelus* sp.) y mosca del cogollo *(Silba pendula)*. Además, se hizo una comparación entre tratamiento, con y sin insecticida, en el sistema intercalado.

Las poblaciones de larvas del gusano cachón fueron inferiores en el sistema intercalado que en la yuca en monocultivo, pero fueron aún menores al aplicar insecticida a la yuca en monocultivo o en asociación (Cuadro 19). Sin embargo, el parasitismo de huevos fue menor en el sistema intercalado, sin tratamiento con insecticida, y mayor en la yuca en monocultivo. Las poblaciones de chinche de encaje y de mosca blanca fueron también menores en el sistema intercalado que en el monocultivo de yuca, con o sin la aplicación de insecticida. Sin embargo, se obtuvo la menor población de insectos al aplicar un insecticida al sistema intercalado.

MEJORAMIENTO VARIETAL

En 1977, se intensificó la labor de hibridación, evaluación y selección del material de yuca en la sede del CIAT y en ensayos establecidos en otros sitios de Colombia. Asimismo, se obtuvieron datos para los primeros grupos de híbridos de cruzamientos entre genotipos progenitores seleccionados.

En el CIAT, Caribia y Carimagua se cosecharon dos ensayos replicados de rendimiento. Cada parcela tenía 30 plantas por genotipo y cada ensayo tenía dos replicaciones. Las distancias de siembra fueron de 1 x 1 metro en el CIAT, 1 x 1,5 metros en Caribia y 0,8 x 1 metro en Carimagua. Después de doce meses, se cosecharon las nueve plantas del centro de cada parcela para obtener información experimental dejando dos surcos de bordura.

ENSAYOS REPLICADOS DE RENDIMIENTO

Ensayo de primera estación en el CIAT

En julio de 1976 se sembró para su evaluación, una colección de 200 híbridos y 25 selecciones del germoplasma y además, algunos cultivares testigo. La precipitación total, para el año, fue de 655 milímetros y el experimento no recibió agua de riego. No se aplicó fertilizantes, fungicidas o insecticidas. Los resultados se presentan en el Cuadro 20.

En general, los rendimientos fueron bajos (el promedio para todos los genotipos fue de 26,2 ton/ha en peso fresco). Sin embargo, muchos materiales dieron rendimientos de más de 40 ton/ha y algunos de ellos más de 50 ton/ha en peso fresco (o sea, un rendimiento 100 por ciento superior al obtenido con el cultivar local). El rendimiento promedio de los diez cultivares superiores (en peso fresco) fue de 48 ton/ha/año o bien, 16 ton/ha/año, en peso seco. Este rendimiento, obtenido con menos de 700 milímetros de precipitación, es aceptable.

Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo en CIAT-Palmira

Este ensayo se sembró en diciembre de

Cuadro 20 **Resultados seleccionados del ensayo replicado sobre rendimientos obtenidos en la siembra hecha en el CIAT en el primer ciclo de cultivo (cosechada el 15 de abril, 1977).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco) (ton/ha/año)	Índices de cosecha
Selecciones híbridas				
CM 309-211	50,8	0,353	17,9	0,57
CM 308-597	50,3	0,350	17,6	0,66
CM 323-30	48,3	0,344	16,6	0,54
CM 317-16	48,1	0,320	15,4	0,49
CM 91-8	48,1	0,288	13,9	0,73
CM 321-170	47,8	0,330	15,8	0,64
CM 96-23	47,8	0,280	13,4	0,61
CM 309-281	46,9	0,306	14,4	0,68
CM 321-18	46,1	0,344	15,9	0,58
CM 323-69	46,1	0,291	13,4	0,61
CM 152-12	45,0	0,327	14,7	0,62
CM 181-14	44,4	0,288	12,8	0,75
CM 307-135	44,0	0,349	15,4	0,43
CM 152-30	43,9	0,312	13,7	0,58
CM 308-1	43,3	0,376	16,3	0,60
CM 309-32	43,3	0,296	12,8	0,69
CM 256	42,6	0,332	14,2	0,65
CM 309-11	42,2	0,342	14,4	0,57
CM 157-7	41,7	0,296	12,3	0,61
CM 307-133	41,1	0,297	12,2	0,52
CM 309-84	41,1	0,375	15,4	0,47
Selecciones del germoplasma				
M Col 1684	41,9	0,321	13,4	0,56
M Vein 218	41,7	0,326	13,7	0,62
M Mex 17	39,0	0,334	13,0	0,52
M M[illegible] 59	37,6	0,290	10,9	0,48
M PTR 26	34,7	0,305	10,6	0,51
M Pan 70	33,6	0,312	10,5	0,54
M Col 1468	33,6	0,307	10,3	0,51
M Col 1292	28,6	0,344	9,8	0,41
M Vein 2[illegible]0	26,7	0,348	9,3	0,[illegible]3
M Col 255A	26,1	0,355	9,3	0,[illegible]
Clones				
M Col 113 (Locab)	25,6	0,327	8,4	0,33
[illegible]	24,7	0,321	7,9	0,50
M [illegible]	19,7	0,358	7,1	0,[illegible]1
[illegible] de todos los grupos	26,2	0,324	8,5	[illegible]

1976. Durante el ensayo, la precipitación total fue de 705 milímetros, bien distribuidos. El experimento no recibió riego y no se aplicaron fertilizantes, fungicidas o insecticidas. Los resultados se presentan en el Cuadro 21.

En general, los rendimientos fueron altos (el promedio para todos los genotipos fue de 35 ton ha en peso fresco). El rendimiento promedio (materia seca) de las raíces de los diez genotipos superiores, fue de 21 ton ha año o 57 ton ha año (peso fresco). Entre estos materiales, 21 selecciones híbridas dieron un rendimiento de más de 50 ton ha (peso fresco), superando al cultivar local en más del 100 por ciento.

Ensayo establecido en el primer ciclo de cultivo en Caribia

Este ensayo se sembró en junio de 1976. La precipitación total fue de 1100 milímetros y la estación seca (con menos de 50 milímetros de precipitación) duró cuatro meses. El experimento no recibió riego ni aplicaciones de fertilizante, fungicida o insecticida. Se evaluó un grupo de 81 híbridos y 9 selecciones del germoplasma, comparado con cultivares testigo. Los resultados se presentan en el Cuadro 22. El rendimiento promedio (peso fresco) de las diez selecciones híbridas superiores (39 ton ha de peso fresco), fue el doble del rendimiento del cultivar local.

Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo en Caribia

Este ensayo se sembró en octubre de 1976 y recibió dos riegos durante la estación seca; no se aplicó fertilizantes, fungicidas o insecticidas. Se evaluó un grupo de 25 selecciones híbridas y dos cultivares testigo. Los resultados se presentan en el Cuadro 23.

Una de las selecciones híbridas dio un rendimiento de aproximadamente 50 ton ha (peso fresco) y el rendimiento promedio de las diez selecciones híbridas superiores (38 ton ha en peso fresco) fue aproximadamente el doble del obtenido con el cultivar local.

Ensayo establecido en el primer ciclo de cultivo en Carimagua

Este ensayo se sembró en junio de 1976. Se aplicó el equivalente a 100 kg ha de nitrógeno, 200 kg ha de P_2O_5, 200 kg ha de K_2O, 500 kg ha de cal dolomítica y 52 kg ha de magnesio. Se hizo una serie de cuatro aplicaciones de fungicida, pero éstos no lograron controlar el superalargamiento. El añublo bacterial de la yuca (CBB), la enfermedad de la yuca más devastadora en el área, se controló efectivamente utilizando material de siembra libre de la enfermedad, en un campo aislado. Se evaluaron 36 selecciones híbridas y 14 selecciones del germoplasma comparándolas con cultivares testigo. Los resultados se presentan en el Cuadro 24.

En general, los rendimientos fueron bajos (el promedio de todos los genotipos fue de 17 ton ha en peso fresco) en comparación con los de las otras dos localidades. Sin embargo, el promedio de los diez genotipos superiores (29 ton ha en peso fresco), fue casi un 50 por ciento superior al rendimiento del cultivar local y es aceptable para las condiciones de suelos de baja fertilidad que se encuentran en Carimagua.

Ensayo establecido en el segundo ciclo de cultivo en Carimagua

Este ensayo se sembró en noviembre de 1976. Se evaluaron 25 selecciones híbridas y seis selecciones del germoplasma, comparándolas con cultivares testigo. Los resultados se presentan en el Cuadro 25.

El experimento fue severamente atacado por la enfermedad del superalargamiento y por el gusano cachón, lo cual explica el bajo rendimiento obtenido (el promedio de todos los genotipos fue 18 ton ha de peso fresco. Esto se apoya en el hecho de que los genotipos que presentaron alguna

Cuadro 21. **Resultados seleccionados del ensayo replicado sobre rendimientos obtenidos en la siembra hecha en el CIAT y en el primer ciclo de cultivo (cosechada el 20 de octubre, 1977).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca de las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco) (ton/ha/año)	Indice de cosecha
Selecciones híbridas				
CM 323-275	63,1	0,365	23,0	0,60
CM 321-188	60,6	0,388	23,5	0,69
CM 327-514	57,2	0,346	19,8	0,71
CM 326-407	56,7	0,379	21,5	0,67
CM 305-122	56,1	0,401	22,5	0,62
CM 327-135	55,3	0,402	22,2	0,62
CM 305-118	55,0	0,372	20,5	0,70
CM 344-27	54,7	0,353	19,3	0,65
CM 340-138	54,2	0,329	17,8	0,68
CM 344-17	54,2	0,329	17,8	0,59
CM 340-30	53,3	0,328	17,5	0,60
CM 323-142	52,2	0,327	17,1	0,55
SM1-150	51,7	0,323	16,7	0,65
CM 305-38	51,4	0,376	19,3	0,60
CM 344-71	51,4	0,335	17,2	0,55
CM 311-69	51,1	0,364	18,6	0,66
CM 314-12	50,8	0,384	19,5	0,57
CM 305-120	50,8	0,332	16,9	0,56
CM 345-68	50,6	0,324	16,4	0,64
CM 327-383	50,3	0,346	17,4	0,69
Selecciones del germoplasma				
M Pan 70	46,7	0,367	17,1	0,54
M PTR 26	44,4	0,378	16,8	0,55
M Mex 17	43,7	0,367	16,0	0,69
M Ven 270	42,8	0,376	16,1	0,51
M Ven 218	41,1	0,371	15,2	0,59
M Col 1468	33,3	0,319	10,6	0,61
M Ecu 47	32,5	0,325	10,6	0,54
M Col 638	30,6	0,336	10,3	0,47
M Col 1347	28,3	0,245	6,9	0,40
M Col 655A	27,2	0,370	10,1	0,33
M Col 1684	2,50	0,307	7,7	0,66
M Mex 59	22,5	0,338	7,6	0,32
Testigos				
Llanera	28,5	0,323	9,2	0,58
M Col 22	26,1	0,370	9,6	0,60
M Col 113 (Local)	22,2	0,286	6,4	0,30
Promedio de todos los genotipos	34,6	0,350	12,1	0,54

Cuadro 22. **Resultados seleccionados del ensayo replicado sobre rendimientos obtenidos en la siembra hecha en Caribia en el primer ciclo de cultivo (cosechada el 29 de abril, 1977, a los 11 meses después de la siembra).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca de las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco) (ton/ha/año)	Indice de cosecha
Selecciones híbridas				
CM 309-163	44,3	0,288	12,8	0,66
CM 320-2	42,0	0,327	13,7	0,51
CM 309-50	41,7	0,328	13,7	0,50
CM 309-32	38,0	0,282	10,7	0,63
CM 321-78	38,0	0,290	11,0	0,64
CM 323-75	37,8	0,323	12,2	0,62
CM 323-41	37,6	0,324	12,2	0,65
CM 322-20	36,7	0,329	12,1	0,56
CM 321-85	36,1	0,320	11,6	0,66
CM 309-128	34,8	0,318	11,1	0,60
CM 308-197	34,5	0,332	11,4	0,66
CM 309-227A	34,5	0,302	10,4	0,64
ICA, 72-3-07	33,7	0,323	10,90	0,58
ICA, 72-3-58	32,0	0,290	9,3	0,52
CM 308-75	31,3	0,307	9,6	0,48
CM 309-61	31,1	0,325	10,1	0,63
CM 321-58	30,9	0,323	10,0	0,53
CM 309-165	30,8	0,330	10,2	0,43
SM 92-73	29,9	0,287	8,6	0,47
CM 309-110	29,3	0,279	8,2	0,55
Selecciones del germoplasma				
M Mex 59	42,0	0,327	13,8	0,44
M Col 638	30,6	0,321	9,8	0,57
M Col 1684	25,2	0,304	7,7	0,61
M Col 1468 (CMC 40)	21,9	0,240	5,5	0,66
Testigos				
M Col 22	33,6	0,341	11,4	0,64
Llanera	20,7	0,288	6,0	0,47
Manteca (Local)	18,1	0,279	5,0	0,48
Montero (Local)	12,6	0,342	4,3	0,37
Promedio de todos los genotipos	24,1	0,301	72	0,54

resistencia a la enfermedad del superalargamiento, tales como CM 323-52, SM 92-73 y CM 308-197 (establecidos en el ensayo del primer ciclo de cultivo) y SM

Cuadro 23. **Resultados seleccionados del ensayo replicado sobre rendimientos obtenidos en la siembra hecha en Caribia en el segundo ciclo de cultivo (cosechada el 6 de septiembre, 1977).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca de las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco (ton/ha/año)	Indice de cosecha
Selecciones híbridas				
CM 309-196	49,8	0,295	14,7	0,56
CM 323-403	47,6	0,309	14,7	0,71
CM 178-4	38,7	0,308	11,9	0,64
CM 309-163	37,1	0,290	10,8	0,58
CM 326-151	35,6	0,294	10,5	0,56
CM 310-140	35,2	0,273	9,6	0,54
CM 309-713	35,0	0,291	10,2	0,58
CM 314-2	34,8	0,301	10,5	0,60
CM 309-206	33,5	0,294	9,8	0,52
CM 309-146	32,5	0,297	9,7	0,46
CM 315-101	32,1	0,299	9,6	0,51
CM 309-303	31,4	0,283	8,9	0,58
CM 146-4	31,0	0,302	9,4	0,51
CM 309-239	29,8	0,308	9,2	0,46
CM 305-40	24,9	0,307	7,6	0,48
CM 305-17	24,7	0,295	7,3	0,62
CM 309-227	24,5	0,277	6,8	0,46
CM 314-202	24,5	0,294	7,2	0,59
CM 320-2	23,0	0,309	7,1	0,54
CM 309-93	22,3	0,293	6,5	0,42
Testigos				
M Col 22	35,0	0,310	10,9	0,66
Manteca (Local)	21,9	0,313	6,9	0,47
Promedio de todos los genotipos	29,8	0299	8,9	0,53

92-73, CM 321-15 y CM 181-13 (en el segundo ciclo de cultivo) produjeron los mayores rendimientos. Aun bajo estas condiciones, la selección híbrida superior dio un rendimiento mayor en comparación con el cultivar local, de más de un 50 por ciento, y el rendimiento promedio de los diez genotipos superiores (30 ton/ha en peso fresco) fue un 35 por ciento superior al rendimiento del cultivar local.

LINEAS PROMISORIAS

Se ha demostrado que, en ausencia del CBB y de la enfermedad del superalargamiento, las diez selecciones híbridas superiores del CIAT dieron un rendimiento de, por lo menos, 20 ton/ha (peso seco) en suelos fértiles, con menos de 1000 milímetros de precipitación y sin

Cuadro 24. **Resultados seleccionados del ensayo replicado sobre rendimientos obtenidos en la siembra hecha en Carimagua en el primer ciclo de cultivo (cosechada en mayo, 1977).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca de las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco) (ton/ha/año)	Indice de cosecha
Selecciones híbridas				
CM 323-52	33,0	0,303	10,0	0,68
SM 92-73	33,0	0,321	10,6	0,71
CM 308-197	30,6	0,324	9,9	0,74
CM 323-142	26,0	0,287	7,5	0,62
CM 314-2	25,7	0,328	8,4	0,64
CM 323-99	24,3	0,321	7,8	0,55
CM 305-11	24,0	0,266	6,9	0,68
CM 323-41	24,0	0,275	6,6	0,58
CM 309-2	23,3	0,322	7,5	0,60
CM 321-88	21,5	0,328	7,1	0,62
Selecciones del germoplasma				
M Col 1684	32,3	0,321	10,4	0,74
M Mex 16	29,9	0,318	9,5	0,69
M Pan 114	29,9	0,317	9,5	0,64
M Ven 218	27,8	0,317	8,8	0,62
M Mex 59	25,7	0,323	8,3	0,53
M Col 638	25,3	0,324	8,2	0,60
M Ven 77	25,0	0,323	8,1	0,60
M Ecu 47	18,4	0,281	5,2	0,54
M Col 1292	17,4	0,330	5,7	0,46
M Mex 52	16,3	0,290	4,7	0,44
Testigos				
Llaneta (Local)	21,5	0,320	6,9	
M Col 22	19,4	0,309	6,0	
M Col 113	10,4	0,260	2,7	
Promedio de todos los genotipos	19,1	0,313	5,9	

fertilizantes, fungicidas, insecticidas o riego, y de 10 ton/ha en suelos muy infértiles, en las sabanas tropicales. Estos híbridos superaron en rendimiento a los cultivares locales en un 50-200 por ciento, dependiendo del suelo y del clima. Los altos rendimientos de CM 308-197, en las tres localidades, indican que un genotipo puede abarcar un amplio rango de condiciones ambientales, con temperaturas promedio superiores a 24°C (ver la sección de Fisiología de Yuca).

Durante los últimos tres años, el índice de cosecha promedio inicial (0,42) de la población original del germoplasma, ha

Cuadro 25. **Resultados seleccionados del ensayo replicado de rendimiento de segunda estación realizado en Carimagua (cosechado el 19 de septiembre, 1977).**

Material estudiado	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha/año)	Contenido de materia seca de las raíces	Rendimiento de las raíces (en peso seco) (ton/ha/año)	Indice de cosecha
Selecciones híbridas				
SM 92-73	24,7	0,320	7,9	0,72
CM 321-15	24,3	0,318	7,8	0,76
CM 181-13	23,6	0,328	7,7	0,68
CM 309-56	21,5	0,342	7,4	0,68
CM 305-1	21,5	0,283	6,1	0,75
CM 309-37	21,2	0,323	6,8	0,72
CM 309-41	20,5	0,333	6,8	0,71
CM 180-4	20,5	0,325	6,7	0,73
CM 180-2	20,1	0,316	6,4	0,76
CM 315-101	20,1	0,303	6,1	0,71
CM 309-196	19,8	0,314	6,2	0,68
CM 309-165	18,4	0,346	6,4	0,65
CM 91-3	18,1	0,327	5,9	0,70
CM 305-15	17,4	0,340	5,9	0,83
CM 323-87	17,4	0,335	5,8	0,83
CM 91-1	16,7	0,332	5,5	0,75
CM 308-26	16,3	0,300	4,9	0,70
CM 304-160	16,0	0,341	5,5	0,56
CM 309-189	16,0	0,335	5,4	0,65
CM 328-10	16,0	0,327	5,2	072
Testigos				
M Col 1684	21,5	0,301	6,5	0,77
M Col 1468	18,0	0,292	5,3	0,72
Llanera (Local)	16,0	0,330	5,3	0,54
M Mex 59	15,6	0,291	4,5	0,64
M Ven 218	13,2	0,314	4,1	0,73
Promedio de todos los genotipos	18,0	0,321	5,8	0,70

aumentado a 0,55 en las últimas poblaciones. El Cuadro 26 muestra las 14 características de mejoramiento utilizadas para comparar las selecciones híbridas y promisorias con las mejores selecciones del germoplasma. Estas líneas promisorias son el resultado de hibridaciones hechas a finales de 1973 y comienzos de 1974; cada año, se han adicionado más híbridos nuevos. Los materiales híbridos sobresalientes se enviaron a la sección de Agronomía del Programa de Yuca para su rápida multiplicación y su evaluación posterior, en

Cuadro 26. **Calificaciones asignadas a varias líneas promisorias de yuca, con base en 14 características importantes.**

Material estudiado	Rendimiento en el CIAT	Rendimiento en Caribia	Rendimiento en Carimagua	Resistencia al volcamiento	Facilidad para cosecha	Forma y color de la raíz	Calidad para el consumo	Contenido de almidón	Contenido de HCN	Durabilidad de las raíces después de la cosecha	Resistencia al CBB	Resistencia al superalargamiento	Resistencia a los ácaros	Resistencia a los trips
	Características													
Selecciones híbridas														
CM 181-13	2	2	4	4	2	4	4	2	2	1	3	2	1	1
CM 308-197	4	3	4	4	3	3	2	2	2	2	1	2	2	4
CM 309-41	3	2	3	3	1	2	4	3	2	1	3	1	1	3
CM 309-56	2	2	3	3	2	3	2	3	2	1	4	1	1	2
CM 309-163	3	4	2	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	3
CM 309-196	2	4	2	3	1	2	3	3	2	2	4	1	1	3
CM 321-15	3	2	4	4	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1
CM 323-52	2	2	4	3	3	4	3	2	2	1	1	2	2	2
CM 323-142	4	2	3	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	3
SM 92-73	2	2	4	1	4	4	1	2	2	1	1	2	1	2
CM 305-38	4			2	3	2	4	3	2	1	1	1	2	4
CM 305-120	4			3	4	4	4	2	2	2	1	1	2	4
CM 305-122	4			3	3	4	4	4	2	1	2	1	2	3
CM 311-69	4			4	4	4	4	3	2	1	1	3	1	3
CM 321-188	4			3	4	4	3	4	2	1	1	1	1	3
CM 323-375	4			3	3	3	3	3	2	1	2	1	2	4
CM 326-407	4			4	2	2	3	3	2	1	1	2	1	3
CM 340-30	4			3	4	4	2	2	2	1	2	1	1	3
CM 344-27	4			3	2	2	3	3	2	1	1	3	1	3
CM 344-71	4			1	2	2	4	2	2	2	2	3	1	3
Selecciones del germoplasma														
M Col 1684	3	3	4	4	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1
M Ven 218	4	2	3	2	1	3	4	3	2	1	1	2	1	3
M Ven 270	3	2	2	2	3	3	2	4	2	1	1	1	1	2
M Pan 70	4	2	3	2	1	3	4	3	2	1	1	2	2	3
M Mex 59	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2
Cultivares testigo o locales														
Llanera	2	1	2	3	1	3	3	2	2	1	2	3	1	2
M Col 22	2	3	2	4	4	3	4	4	2	1	1	2	1	3
M Col 113	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	4
M Col 638	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	4	3	1	3
M Col 1468	3	3	1	2	4	4	3	1	2	2	1	1	1	1

4 = muy buena, 3 = buena, 2 = aceptable, 1 = deficiente.

Los espacios en blanco indican que las selecciones no se evaluaron en las respectivas localidades.

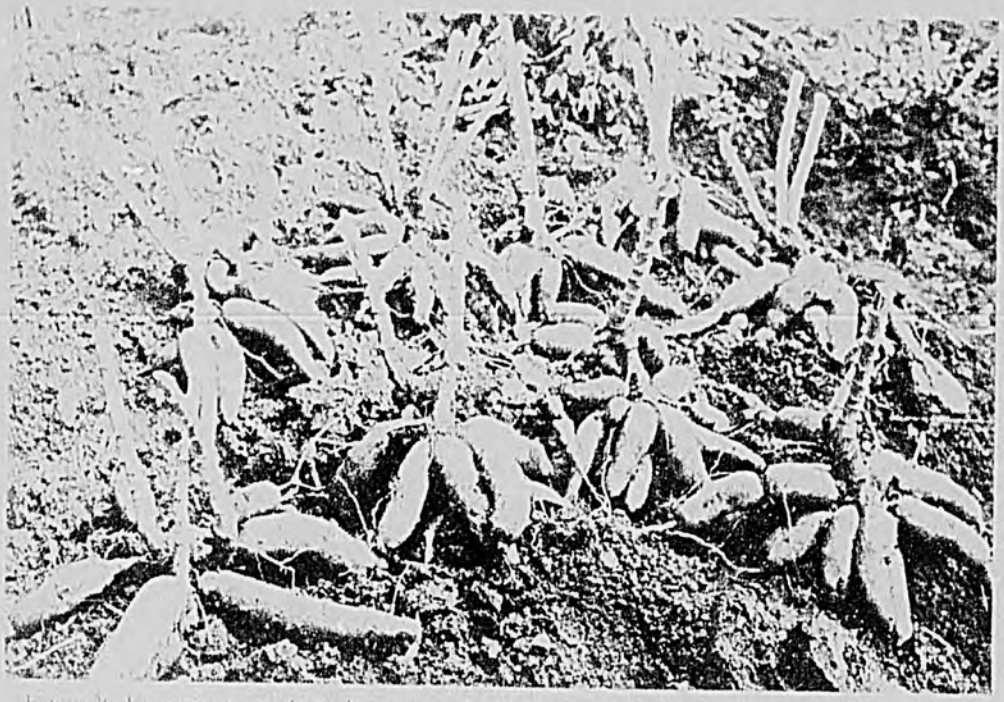


Figura 26. Un conjunto excelente de raíces producido por una de las líneas híbridas promisorias de yuca desarrolladas por el CIAT.

pruebas regionales. Sin embargo, el énfasis en el mejoramiento varietal se ha desplazado hacia la incorporación de resistencia a enfermedades e insectos, en líneas de alto rendimiento.

AGRONOMIA

En 1977, la sección de Agronomía del Programa de Yuca del CIAT ha completado tres años de pruebas regionales utilizando variedades seleccionadas y ha iniciado la evaluación regional de la primera generación de híbridos producidos por el CIAT. Además, con el ingreso al equipo de trabajo del Programa de dos nuevos agrónomos, se le ha dado mayor atención a la investigación sobre prácticas culturales. También se hizo énfasis en la propagación rápida y en la evaluación de nuevas líneas promisorias producidas por la sección de Mejoramiento Varietal del Programa de Yuca.

PRUEBAS REGIONALES EN COLOMBIA

Se constató nuevamente, en 1977, que en las pruebas regionales, las selecciones del CIAT superaron en rendimiento a las variedades locales en todas aquellas localidades en las cuales se hizo investigación, excepto en Popayán (Cuadro 27). El Cuadro 28 presenta las condiciones ecológicas y edáficas de las diferentes localidades en las cuales se hacen pruebas de materiales, dentro y fuera de Colombia.

Hasta ahora, el rendimiento más alto

Cuadro 27. **Rendimientos de raíces frescas obtenidos con variedades promisorias de yuca ICA-CIAT, en 10 localidades de Colombia.**

	Localidades									
	Pereira	Rionegro	Media Luna	Carimagua	CIAT Caicedonia	CIAT Palmira	Nataima	El Tambo	Popayán	Florencia
	Días hasta la cosecha									
	416	369	367	355	370	352	363	357	460	393
Variedades	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)									
CMC 40 (M Col 1468)	48,8	32,4	16,6	22,1		45,6	27,8	21,5		20,6
M Mex 59	25,3	45,0	16,6	26,3	52,0		7,2	24,3		21,2
CMC 84 (M Col 1513)		47,9	7,9	23,2		43,6	-	24,4		12,2
MPTR 26						34,1	31,9	12,2		
M Mex 17						38,6	28,6	13,6		
M Ven 218				22,4	45,8		28,7	20,9		
M Pan 70				21,0	54,3	33,9	32,5	17,6		
M Ven 156		33,0	14,2	21,6	41,4	37,3	18,8	20,0		
M Col 1684						30,0	36,6	32,3		
CMC 57 (M Col 1486)		18,3	3,3	14,6	26,9	35,8		23,7		
CMC 54 (M Col 1488)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27,9	36,4	24,5	28,5		
CMC 76 (M Col 1505)	37,0	32,4				33,7				21,6
CMC 99 (M Col 1529)		42,9	11,1	17,0	42,3	28,1	26,0	21,6		
M Col 1666						21,6	31,2	15,0		
M Col 670		31,0	4,7	16,4	35,7	34,1	16,6	17,7		
M Col 561		23,8	4,1	16,3	28,8	33,6	27,3	23,1		
M Ven 77		38,5	11,4	20,1	45,9		28,0			
M Col 67		39,1		12,5	37,2	17,5		13,4	2,7	14,0
M Col 1292		24,2	3,6	14,9	47,5		8,9			
M Col 655		19,4	2,9	12,6	44,7	12,4	12,1	13,6		
M Ven 168						31,2	13,7	20,2		
M Col 22			16,1			24,8	26,8			8,8
M Ecu 159	38,3	15,7	3,4	13,2	42,8				4,3	15,3
M Col 673		41,8							1,7	9,9
M Mex 23					37,4	22,9				
M Ven 119	26,3								1,3	10,1
M Mex 52	28,1								3,4	12,2
M Col 113	36,8									10,5
Otras variedades[1]	40,(4)			22,(7)					12,4(3)	
	32,5(6)								9,9(4)	
	28,9(2)								17,6(2)	
									2,5(5)	11,5(5)
Variedades regionales[2]	45,8(8)	16,1(9)	5,7(11)	17,3(12)	41,2(8)	22,5(13)	8,1(16)	26,2(13)	14,3(14)	18,5(15)
		14,1(10)								
Promedio incluyendo variedades regionales	36,0	29,5	8,5	18,4	40,7	30,7	23,7	20,3	7,0	14,3
Promedio de las mejores variedades promisorias	48,8	47,9	18,1	26,3	54,3	45,6	36,6	32,3	17,6	21,6

[1] Variedades aplicadas: [illegible]

[2] Variedades que completan el 5 más de evaluación en la localidad [illegible]

[3] Otras variedades: [illegible] CMC 91 (M Col 1472) (10) MC 102 (M Col [illegible]) (11) CMC 77 (M Col [illegible]) (12) M Mex 35 (13) CMC 71 (M Col 1466) y 71 (Chetata).

[4] Variedades regionales: (8) Cuenca Ecuatoriana, (9) Costeñas, (10) Costeña Nigeria, (11) Nacional, (12) Nacional, (13) CMC 91 (Costeña), (14) M Col 1513 (Valluna), (14) Regional (Popayán), (15) Caucedonia (Florencia), (16) CMC 91 (Costeña).

Cuadro 28. **Principales características edáficas y climatológicas de las localidades en las cuales se realizaron ensayos nacionales e internacionales sobre rendimiento de materiales promisorios de yuca, en el periodo 1976-77.**

Localidades	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Temperatura promedio (°C)	Precipitación (mm/año)	Textura del suelo	pH[1]	Contenido materia orgánica (%)	P Bray II (ppm)[2]	K (meq/100 gr)[2]
Limmore (Guyana)										
Anira Peat No. 20	6°25'N	52°30'W	0	27,0	2 928	Arcilla limosa	3,7(MA)	52,0	37,5(M)	0,17(M)
Inky Clay No. 100	6°25'N	52°30'W	0	27,0	2 928	Arcillosa	4,2(MA)	10,0	1,2(B)	0,30(M)
Xulha (Quintana-Roo, Mexico)	18°24'N	88°38'W	10	26,0	1 608	Franco arcillosa	7,8(AL)	5,3(ALT)	5,1(B)	2,18(ALT)
Mediatuna (Magdalena, Col.)	10°33'N	74°30'W	10	27,2	1 326	Arenosa	7,0(AL)	0,6(B)	7,3(B)	0,09(B)
Pichilingue (Quevedo-Ecuador)	1°06'S	79°29'W	100	25,0	1 483	Franco limosa	6,5(N)	4,9(ALT)	45,6(ALT)	1,10(ALT)
Carimagua (Meta, Col.)	4°40'N	71°24'W	200	26,2	1 586	Franco arcillosa	4,9(MA)	3,6(M)	1,0(B)	0,26(M)
Natalima (Tolima, Col.)	4°10'N	74°56'W	430	27,6	1 249	Arenosa	5,8(A)	1,2(M)	51,0(ALT)	0,35(ALT)
Florencia (Caqueta, Col.)	1°31'N	75°14'W	450	25,0	3 186	Limosa	4,7(MA)	3,9(M)	8,0(B)	0,38(ALT)
Rionegro (N. del Sur, Col.)	2°15'N	73°09'W	480	26,6	1 134	Franco arcillosa	5,0(MA)	2,3(M)	10,4(B)	0,15(M)
El Tambo (Cauca, Col.)	2°19'N	76°54'W	900	26,0	1 797	Franco arcillosa	4,9(MA)	5,1(ALT)	1,8(B)	0,16(M)
CIAT (Valle del Cauca, Col.)	3°31'N	76°21'W	1000	23,8	984	Arcillosa	7,4(AL)	4,1(ALT)	81,5(ALT)	0,69(ALT)
Caicedonia (Valle del Cauca, Col.)	4°20'N	75°50'W	1100	22,2	1 684	Franco limosa	5,6(A)	2,7(M)	13,8(B)	0,18(M)
Pereira (Risaralda, Col.)	4°49'N	75°41'W	1480	19,0	3 171	Arcillo limosa	5,3(A)	7,8(ALT)	20,0(M)	0,18(M)
Popayán (Cauca, Col.)	2°27'N	76°34'W	1760	18,0	2 935	Franco arcillosa	5,5(A)	7,3(ALT)	2,0(B)	0,04(B)

[1] En Jaco de Pereira, Popayán y Florencia corresponden al cuarto de siembra (1975-76).
[2] Corresponde a la precipitación real durante el ciclo de crecimiento.
[3] Origen de la Unidad: N = Neutro; A = Alcalino; Ácido; MA = muy ácido; Bajo; M = medio; AL = alto.

obtenido en los ensayos regionales de 1977 fue producido por M Pan 70 (54 ton ha en peso fresco) en Caicedonia una de las principales regiones productoras de yuca en Colombia. En el ensayo realizado en esta región, la variedad local Chiroza dio un rendimiento de 41 ton ha. Los agricultores de la región no creían que existieran mejores variedades que la Chiroza. Sin embargo, después de que se mostraron este año los resultados de la prueba regional, los agricultores llevaron a sus parcelas material de siembra de las variedades de mayor rendimiento.

El menor rendimiento (1 ton ha) fue producido por M Ven 119 en Popayán, en donde la variedad local dio un rendimiento de 14 ton ha. M Ven 119 sufrió de un ataque severo de mancha de anillos circulares, inducida por *Phoma*, en tanto que la variedad local presentó buena resistencia. Esto indica que todavía no se dispone de buenas selecciones para localidades altas y frías.

El análisis del comportamiento de las tres variedades que dieron el mayor rendimiento en cada localidad, durante tres años, indica que no sólo fue siempre superior el rendimiento promedio de estas variedades en comparación con la mejor variedad local, sino que los rendimientos fueron más de tres veces el promedio nacional de Colombia (estimado en 8 ton ha) (Cuadro 29). El rendimiento promedio de las variedades seleccionadas en el tercer ciclo de pruebas fue mayor, ya que se incluyeron mejores selecciones, en tanto que el rendimiento de las variedades locales fue estable.

Si bien el rendimiento promedio de las variedades locales permaneció en 19,6 ton ha, durante el período de tres años, éste fue más del doble del promedio

Cuadro 29. **Rendimiento promedio de raíces frescas de las tres mejores variedades promisorias de yuca, en nueve localidades de Colombia, en comparación con la mejor variedad local en cada localidad, durante tres ciclos de cultivo.**

	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)							
	Ciclo de cultivo						Rendimiento promedio localidad	
	1974-75		1975-76		1976-77			
Localidades	Promisorias	Locales	Promisorias	Locales	Promisorias	Locales	Promisorias	Locales
Rionegro	29,7	15,7	21,9	11,7	45,2	16,1	32,2	14,5
Media Luna	26,7	17,7	17,6	4,0	17,1	5,7	20,4	9,1
Carimagua	6,2	3,8	25,6	22,9	23,9	17,3	18,5	14,6
CIAT	40,6	26,3	30,9	22,1	42,6	22,5	38,0	23,8
Caicedonia	37,3	32,3	25,0	15,8	51,2	41,2	37,8	29,7
Popayán	10,8	14,5	13,3	14,3	*	*	12,0	14,4
Pereira	19,8	16,9	44,5	45,8	*	*	32,1	31,3
El Tambo	-	-	22,4	22,3	28,4	26,2	25,4	24,2
Nataima	41,1	33,6	28,4	16,3	33,6	8,0	34,3	19,3
Rendimiento prom. ciclo	26,5	20,1	25,5	19,4	34,5	19,5	28,8	19,6

* En las localidades de Popayán y Pereira aún no se había hecho la cosecha (30 de octubre 1977)

nacional. Esto indica que, con la tecnología uniforme, sencilla y de bajo costo utilizada en estos ensayos, los productores de yuca colombianos pueden doblar su producción con el uso de las variedades locales. Sin embargo, el promedio global de las tres mejores selecciones (28,8 ton/ha) fue un 47 por ciento superior al promedio de las mejores variedades locales, lo cual valida los procedimientos de selección empleados por el CIAT.

En 1977, se sembró la primera generación de híbridos producidos por el CIAT, en nueve localidades en Colombia. Las variedades M Mex 59, CMC 40 (M Col 1468), CMC 84 (M Col 1513) y M Col 22 han mostrado un alto rendimiento y estabilidad en todas las localidades, durante los últimos tres años, razón por la cual servirán como testigo en pruebas comparativas de variedades.

Se han mantenido también los lazos cooperativos con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Federación Nacional de Cafeteros (FEDECAFE), y las diversas Secretarías de Agricultura departamentales. Este año, la estación experimental del ICA en Palmira vendió a agricultores locales 60.000 estacas de variedades promisorias ya evaluadas por el ICA y el CIAT.

PRUEBAS REGIONALES FUERA DE COLOMBIA

En Argentina, Costa Rica, Ecuador, México y Venezuela se establecieron pruebas regionales. Se cosecharon pruebas similares en Ecuador, Guyana y México; los resultados de estos ensayos se presentan en el Cuadro 30.

Cuadro 30. **Rendimientos de raíces frescas de variedades promisorias de yuca, en Guyana, Ecuador y México.**

		Localidades			
		Zimmore, Guyana		Pichilingue, Ecuador	Kulha, México
		Suelo turboso 20 de Anira		Suelo arcilloso 100 de Inky	
		Días hasta la cosecha			
		361	361	314	398
		Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)			
Variedades	Origen				
Tacana	Brasil	28,0	24,3		
Iracema	Brasil	27,6	23,3		
M Mex-23	CIAT	23,2	16,8		
Piracununga	Brasil	18,3	19,7		
CMC-40 (M Col 1468)	CIAT	17,9	18,1	24,6	7,2
M Mex-59	CIAT	17,3	16,1	28,3	13,0
Llanera CMC-9	CIAT	16,9	18,3	17,3	0,9
M Col-673	CIAT	14,2	12,3	7,3	

Cuadro 30 (continuación)

Variedades	Origen	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)			
Del País	Puerto Rico	13,0	11,5		
Badwoman	Guyana	11,6	10,0		
Twelve month	Guyana	8,6	5,5		
M Mex-55	CIAT	8,2	12,0		
Four month	Guyana	6,7	5,0		
Chinese stick	Guyana	6,4	4,3		
M Col-22	CIAT	6,3	9,9	18,8	14,0
Uncle Mack	Guyana	5,3	8,0		
Brancha Butterstick	Guyana	4,6	6,4		
Butterstick	Guyana	4,4			
R Singh	Guyana	3,8	5,6		
I H Z	Guyana	2,9	1,8		
CMC-84 (M Col 1513)	CIAT			25,6	9,3
Yema de Huevo	Ecuador			21,6	
Negrita	Ecuador			21,1	
Quintal	Ecuador			19,5	
CMC-76 (M Col 1505)	CIAT			19,4	6,7
M Ecu 159	CIAT			17,2	1,7
M Mex 52	CIAT			15,7	
M Col 113	CIAT			15,6	1,6
M Ven 156	CIAT			11,1	9,0
M Ven 119	CIAT			10,8	0,1
M Ven 218	CIAT				7,2
SMF 150	CIAT				8,6
M Col 677	CIAT				4,1
CMC-59 (M Col 1488)	CIAT				5,7
CMC-57 (M Col 1486)	CIAT				

En Ecuador, la mejor variedad seleccionada por el CIAT (M Mex 59) sobrepasó en rendimiento a la mejor variedad local (Yema de Huevo) en 6,7 ton/ha (peso fresco). Se si toma en consideración que la variedad local representa el resultado de un proceso de selección hecho por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, estos resultados indican que las variedades seleccionadas por el CIAT — aun antes de que se entreguen híbridos a los agricultores en ese país — pueden ser muy útiles.

PRACTICAS CULTURALES

En 1977, la investigación sobre prácticas culturales para el cultivo de la yuca pasó a

ocupar una posición fundamental en el Programa, con énfasis en 1) identificación y resolución de problemas de la producción de yuca; 2) integración de las mejores prácticas culturales en un "paquete tecnológico" de producción de yuca; y 3) desarrollo de diseños experimentales simples y efectivos para validar tecnología y adaptarla a las condiciones locales.

Ensayos de fertilidad a largo plazo

Aunque generalmente la yuca es considerada como un cultivo que agota el suelo, se dispone de poca información acerca del efecto que tienen sobre el rendimiento de la yuca, las interacciones entre la fertilización, el genotipo de las plantas y las densidades de siembra, en una amplia gama de condiciones de fertilidad del suelo.

Se sembraron plantas de yuca de tres fenotipos en densidades de 5-10-15 y 20.000 plantas por hectárea sin fertilización o con 50-100-100 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O en CIAT-Palmira (alta fertilidad) y con 100-0-50-20 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O-Zn en Caribia (mediana fertilidad). El fertilizante se aplicó en dos dosis iguales. En este informe se presentan resultados preliminares obtenidos en el primer año de investigación, para CIAT-Palmira y Caribia.

Bajo las condiciones de CIAT-Palmira, la fertilización no afectó el rendimiento de raíces en las variedades ensayadas (Cuadro 31) y no se observó interacción entre fertilización x densidad de población en términos de rendimiento total de raíces. Sin embargo, al considerar todos los tratamientos, CMC 40 y M Col 22 produjeron un rendimiento de raíces significativamente más alto, a mayores densidades de siembra, en comparación con M Mex 52 (Figura 27). La densidad de siembra sólo afectó significativamente ($P = 0,05$) la producción comercial de raíces en el cultivar CMC 40, sembrado a 10.000 plantas/hectárea.

En Caribia, el rendimiento de raíces frescas sólo fue significativamente mayor ($P = 0,05$) para la variedad CMC 40 sembrada a 10.000 plantas/hectárea, aunque M Col 22 tendió a aumentar su rendimiento al sembrarla a razón de 15.000 plantas/hectárea (Figura 27). En Caribia, al igual que en CIAT-Palmira, no fue significativa la interacción entre la fertilización y la densidad de siembra.

La falta de una respuesta a la fer-

Cuadro 31. **Efectos de la fertilización sobre el rendimiento de raíces frescas de yuca, de tres cultivares (promedios de cuatro densidades de siembra), en terrenos de la sede del CIAT, en 1977.**

Fertilizante (kg/ha) N-P_2O_5-K_2O	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)		
	CMC 40	M Col 22	M Mex 52
CIAT			
Sin fertilización	50,5[1]	31,6[1]	19,2
50-100-100	49,2[1]	33,8[1]	20,1
Caribia			
Sin fertilización	25,9[2]	34,9[2]	18,4
100-0-150 + 20 kg Zn	33,7[2]	38,3[2]	22,0

[1] La prueba ($P = 0,05$) no fue significativa entre variedades
[2] DMS (5%) 2,4 entre variedades

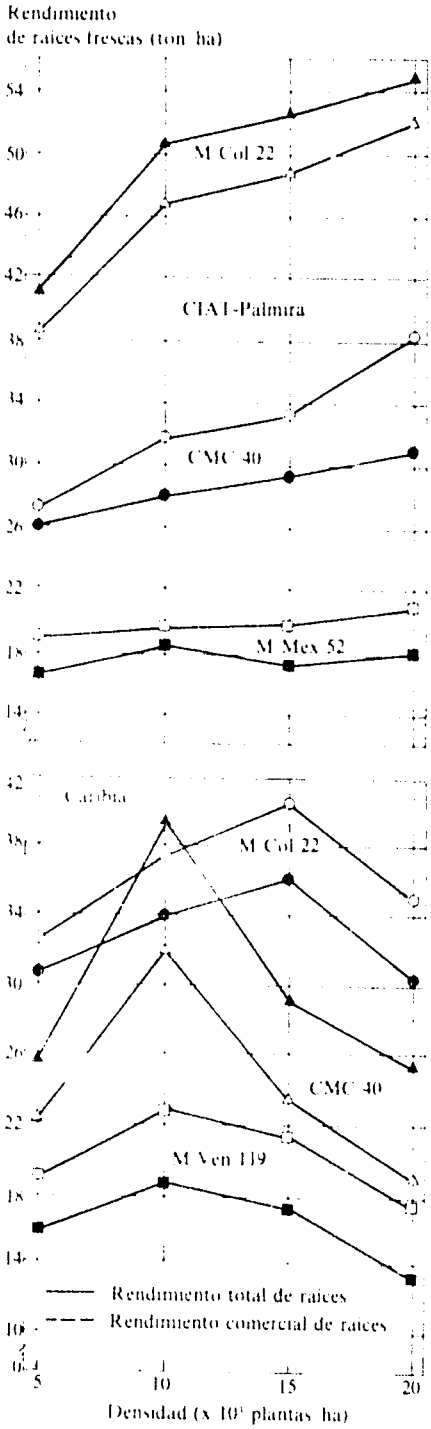


Figura 27. Efectos de la densidad de siembra sobre el rendimiento de raíces de seis cultivares, en CIAT-Palmira y en Caribia, 1977.

tilización del primer año se puede explicar con base en las condiciones de alta y mediana fertilidad del suelo en las dos localidades. Los análisis del suelo, antes y después de la cosecha, en CIAT-Palmira y en Caribia (Cuadro 32), no mostraron un mejoramiento significativo en el nivel de fertilidad. Sin embargo, los cultivos hechos en el segundo ciclo de siembra, ya están manifestando los efectos de la fertilización en el mayor crecimiento de la parte aérea de los cultivares más vigorosos.

Ordenamiento espacial

Buenas prácticas culturales requieren la hechura de camellones para mejorar el drenaje superficial en algunos tipos de suelo y para evitar la pudrición de las raíces. Sin embargo, no se ha comprobado si el ordenamiento espacial de las plantas en camellones afecta el rendimiento de raíces. En CIAT-Palmira, se sembraron tres diferentes fenotipos de yuca (CMC 40, M Col 22 y M Mex 52) a razón de 10.000 plantas hectárea en cinco patrones diferentes de ordenamiento espacial (Figura 28). Los resultados mostraron que los ordenamientos espaciales no afectaron significativamente ($P \leq 0,05$) el rendimiento total y comercial de las raíces, en las distintas variedades (Figura 29). Como se esperaba, los rendimientos variaron significativamente entre variedades.

Modificación del sistema de propagación rápida

Este año se comprobó que los retoños de yuca, para lograr su propagación rápida, no tienen que ser colocados en recipientes individuales de enraizamiento, como se había acostumbrado hacer con anterioridad. En un vaso de precipitados (beaker) de 500 cc con 200 cc de agua fresca previamente hervida, es posible enraizar 40 retoños jóvenes. Esta nueva técnica ahorra tiempo y esfuerzos.

Calidad de las yemas y posición de siembra

Se estudió la posición en que se siembran

Cuadro 32. **Análisis de los suelos de parcelas en CIAT-Palmira y en Caribia, antes de la siembra y después de la primera cosecha de yuca.**

	Condiciones del suelo		
	Contenido de materia orgánica (%)	P Bray II (ppm)	K (meq 100 g)
CIAT			
Nivel inicial	3,8	36	0,55
Después de la cosecha, sin fertilización	4,1	46	0,49
Después de la cosecha, con fertilización[1]	4,2	51	0,54
Caribia			
Nivel inicial	1,9	81	0,13
Después de la cosecha, sin fertilización	2,3	93	0,12
Después de la cosecha, con fertilización[2]	2,4	96	0,13

[1] 50-100-100 kg/ha N-P_2O_5-K_2O, respectivamente
[2] 100-0-150-20 kg/ha N-P_2O_5-K_2O - Zn, respectivamente

las estacas y la calidad de las yemas para determinar el efecto que tenían sobre el porcentaje y la tasa de germinación, la producción de retoños, la formación de callo y la iniciación de raíces, utilizando el método de propagación rápida.

Se tomaron 200 estacas con dos yemas normales y 200 con una yema golpeada y otra normal obtenidas de tallos maduros (12 meses de edad) de la variedad CMC 40 (M Col 1468), y se sembraron en una cámara de propagación rápida, en bloques

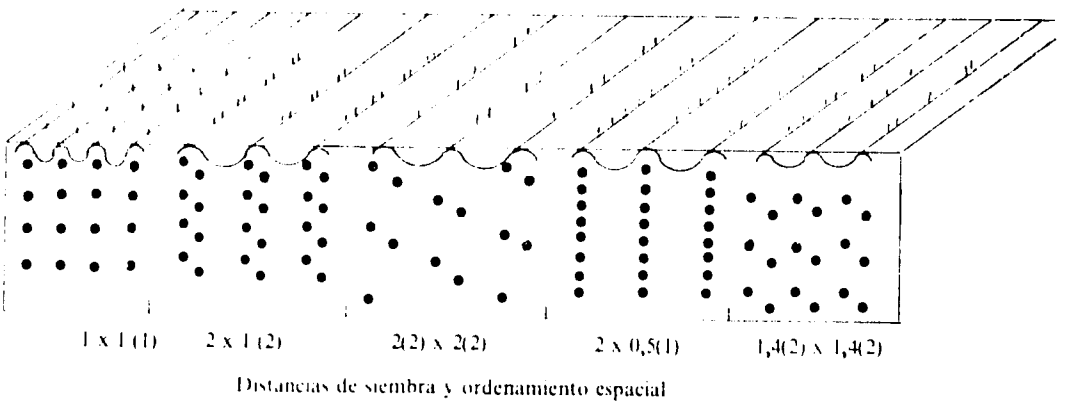


Figura 28. **Ordenamiento espacial de yuca sembrada a una densidad de 10.000 plantas/ha, en el CIAT, 1977. Las primeras cifras corresponden a distancias (metros) entre camellones y las segundas, a las distancias entre plantas en los camellones. Las cifras entre paréntesis corresponden al número de plantas por sitio de siembra (golpe).**

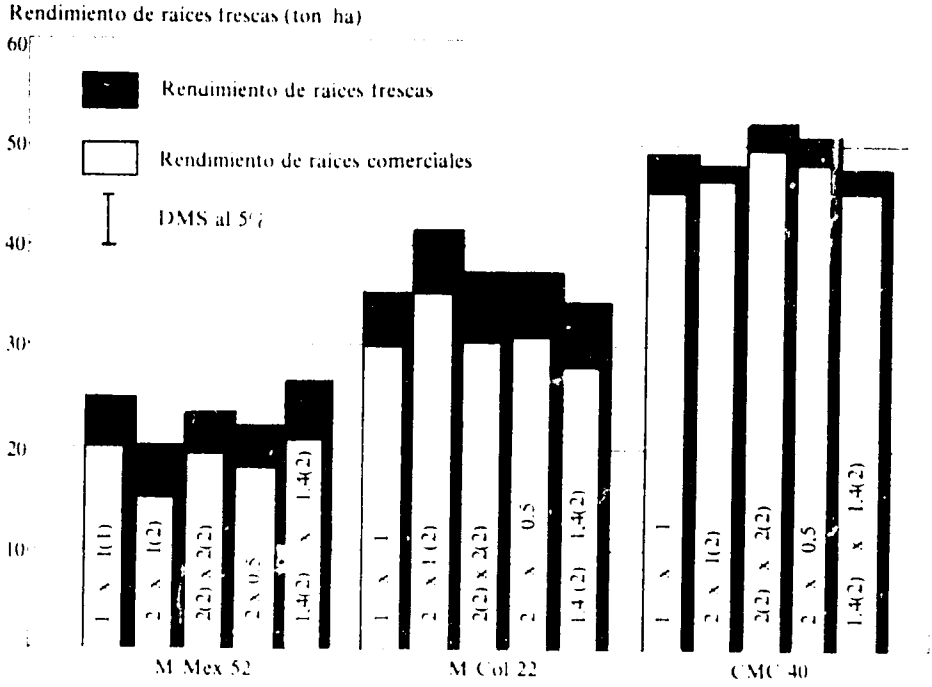


Figura 29. Efectos de los patrones de siembra sobre el rendimiento total y comercial de raices de tres variedades de yuca, sembradas a una densidad de 10.000 plantas/ha, en el CIAT, 1977. Las primeras cifras en las columnas corresponden a las distancias (metros) entre camellones y las segundas, a las distancias entre plantas. Las cifras entre parentesis corresponden al número de plantas por sitio de siembra.

replicados de 50 estacas cada uno. Las estacas se sembraron estableciendo cuatro tratamientos: 1) 100 estacas normales, con dos nudos, sembradas horizontalmente en la cámara; 2) 100 estacas normales de dos nudos sembradas con una yema hacia arriba; 3) 100 estacas con dos nudos, con una yema normal y otra yema golpeada, ambas orientadas horizontalmente, y 4) 100 estacas con dos nudos, con una yema golpeada y otra normal, sembradas con la yema normal dirigida hacia arriba.

La germinación de las estacas, en cada tratamiento, se midió a los 21 días después de la siembra. Los retoños, de cinco centímetros de altura, se cortaron y trasfirieron a recipientes de 500 cc, que contenían 200 cc de agua fresca previamente hervida, el propósito de este ensayo era examinar la formación de callo en el corte hecho en el pie del retoño y la iniciación de raíces en el mismo.

Los resultados (Cuadro 33) mostraron que la tasa de germinación aumentó rápidamente, a partir del sexto día, alcanzando un máximo el día 12, tiempo después del cual la germinación continuó aumentando en forma lenta hasta el día 21. Al finalizar el ensayo se observó que el tratamiento 1 tuvo la mayor germinación.

En el Cuadro 34 se registra el número de retoños producidos mensualmente, a partir de las estacas, durante un período de cinco meses. Aunque las diferencias entre los tratamientos fueron significativas, durante los tres primeros meses, esto no ocurrió durante los últimos dos meses. El Tratamiento 1 produjo el mayor número de retoños. Sin embargo, en cada tratamiento, el número de retoños producido fue mayor durante el segundo mes y luego, disminuyó lentamente.

La formación de callo fue constante para

Cuadro 33. **Porcentaje acumulado de germinación, en diferentes épocas hasta los 21 días después de la siembra, en estacas de yuca con dos nudos, sembradas en dos posiciones y con diferentes calidades de yemas.**

	Días después de la siembra					
Tratamientos[1]	6	9	12	15	18	21
1	9b[2]	52a	78a	80a	84a	87a
2	23a	48a	57b	60b	64b	72b
3	5b	32b	45b	47c	53c	58c
4	12b	34b	49b	54b	54bc	57c
C.V. (%)	21	3	9	6	5	4

Tratamientos. 1 = estacas sembradas horizontalmente en las camaras de propagacion, 2 = estacas sembradas con una de las yemas colocada hacia arriba; 3 = estacas con una yema golpeada y otra normal, ambas en posicion horizontal, 4 = estacas con una yema golpeada y otra normal, esta ultima colocada hacia arriba

Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes (P = 0,05), segun la prueba de rango multiple de Duncan

todos los tratamientos. Los callos se formaron ocho días después de haber colocado los retoños en los recipientes de enraizamiento. Dos días después de la formación del callo se inició el enraizamiento, y a los 18 días más del 95 por ciento de los retoños había enraizado, en todos los tratamientos.

Se observó una clara interacción entre la calidad y la posición de siembra de las estacas; estos factores afectaron la germinación y la producción de retoños. La posición de siembra horizontal sólo favoreció a las estacas de dos yemas normales, pero no ejerció efecto sobre la capacidad de producción de las estacas con una sola yema normal y con la otra golpeada (Cuadro 34). La comparación entre los Cuadros 33 y 34 indica que, cuando fue mayor el número de yemas germinadas, aumentó el número de retoños producidos; esta observación indica que la producción de retoños está estrechamente correlacionada con el número de yemas germinadas.

Cuadro 34. **Número de retoños producidos mensualmente, durante cinco meses, en 100 estacas de yuca con dos nudos cada una, sembradas en dos posiciones y con yemas de diferente calidad.**

	Meses después de la siembra					
Tratamiento[1]	1	2	3	4	5	Total de retoños
1	111a[2]	144a	115a	100a	82a	553a
2	85b	119b	100ab	87a	84a	476b
3	66c	107b	91b	82a	60a	416c
4	79bc	110b	90b	76a	65a	421c
C.V. (%)	7	3	5	9	8	2

[1] La descripción de los tratamientos se encuentra en la nota 1, al pie del Cuadro 33

[2] Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes (P = 0,05), segun la prueba de rango multiple de Duncan.

Selección de estacas de dos nudos

Las mismas dos variedades del experimento anterior se utilizaron para evaluar el efecto de la selección de estacas de dos nudos, cortadas de la parte apical, media o basal del tallo, sobre el porcentaje y tasa de germinación, la producción de retoños, la formación de callo y la iniciación de raíces. Se tomaron 600 estacas de plantas que tenían doce meses de edad, de cada una de las dos variedades; luego se sembraron en la cámara de propagación rápida, con un diseño de bloques completos al azar.

Las estacas de dos nudos, tomadas de las partes basal, media y apical de los tallos de CMC 40 y M Col 22, constituyeron los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente. Dos a tres semanas después de la siembra se determinó la germinación (Cuadro 35). La formación de callo y la iniciación de raíces se midió después de cortar los retoños de las estacas.

El Cuadro 36 presenta la capacidad de producción de retoños nudo, en las estacas de dos nudos. Las estacas tomadas de la porción media del tallo de CMC 40 produjeron la mayor germinación, en tanto que las estacas de la sección apical del tallo de M Col 22 produjeron el menor porcentaje de germinación. La germinación global de las estacas de las tres porciones diferentes del tallo de CMC 40 fue superior al 90 por ciento, pero fue menor del 80 por ciento para M Col 22.

En ambas variedades, las estacas de la parte media del tallo produjeron el mayor porcentaje de germinación. La tasa de germinación, para todos los tratamientos, aumentó rápidamente a partir del sexto día, llegó a un máximo a los doce días, y luego subió lentamente. El mayor número de retoños producidos ocurrió durante el segundo mes y disminuyó lentamente, durante el resto del período experimental, para todos los tratamientos (Cuadro 37). El Tratamiento 2 dio la mayor producción de retoños y el Tratamiento 6, la menor. El Tratamiento 1 produjo el mayor número promedio de retoños nudo y el Tratamiento 6, el menor. La formación de callo ocurrió a los ocho días después de la siembra y el enraizamiento se inició dos días después. A los 18 días, la iniciación de raíces fue del 90 por ciento, en todos los tratamientos. En la etapa más temprana, el

Cuadro 35. **Porcentajes de germinación, en diferentes épocas hasta los 21 días despuces de la siembra, en estacas con dos nudos, tomadas de diferentes partes del tallo, en dos variedades de yuca.**

	Días despues de la siembra					
Tratamientos[1]	6	9	12	15	18	21
1	16a[2]	65abc	78a	84a	88a	90ab
2	14a	82a	88a	91a	94a	96a
3	18a	73ab	86a	89a	90a	91ab
4	3a	44cd	62b	67b	70b	71c
5	2a	50bcd	65b	70b	71b	77bc
6	2a	33d	57b	65b	66b	68c
C.V. (%)	69	10	5	2	3	4

[1] Los tratamientos 1, 2 y 3 corresponden a estacas de CMC 40 de las porciones basal, media y apical, respectivamente, y 4, 5 y 6 a estacas de M Col 22 de las porciones basal, media y apical, respectivamente.

[2] Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes (P = 0,01) según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 36. **Capacidad de producción de retoños por nudo, después de seis meses, en estacas con dos nudos tomadas de diferentes porciones del tallo, en dos variedades de yuca.**

Tratamientos[1]	No. de yemas germinadas	Total de retoños producidos	Retoños por nudo
1	190ab[2]	1453a	8a
2	192a	1481a	7ab
3	132ab	1209b	6c
4	143c	1018bc	7bc
5	154bc	817cd	5d
6	137c	656d	4d
C.V. (%)	4	5	3

[1] La descripción de los tratamientos se encuentra en la nota 1, al pie del Cuadro 35.
[2] Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes (P = 0,05), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

porcentaje de iniciación de raíces fue mayor en CMC 40 que en M Col 22.

Los resultados indican que CMC 40 es más vigorosa que M Col 22 en lo que respecta a la germinación y a la producción de retoños. Esta diferencia se puede deber al mayor tamaño de las estacas siendo esta una característica varietal. En consecuencia, las estacas de dos nudos de distintas variedades pueden dar porcentajes diferentes de germinación y de producción de retoños. Al tomar estacas de diferentes porciones de los tallos de la misma variedad, el porcentaje de germinación se mantiene relativamente constante. Las estacas de la parte basal de los tallos produjeron el mayor número de retoños por nudo (Cuadro 36). Es posible que estas estacas sean más vigorosas. Sin embargo,

Cuadro 37. **Número de retoños producidos mensualmente, durante seis meses después de la siembra, en 100 estacas con dos nudos, tomadas de diferentes porciones del tallo, en dos variedades de yuca.**

Tratamientos[1]	Meses después de la siembra						Total de retoños
	1	2	3	4	5	6	
1	241ab[2]	429a	315a	196a	147ab	125a	1453a
2	295a	418a	293a	191a	166a	117a	1481a
3	229ab	356a	247ab	154a	129abc	101a	1209b
4	134b	225b	213ab	164a	132abc	149a	1018bc
5	148b	173b	148b	132a	110bc	105a	817cd
6	197b	116b	141b	111b	85c	95a	656d
C.V. (%)	13	9	12	15	9	16	5

[1] La descripción de los tratamientos se encuentra la nota 1, al pie del Cuadro 35.
[2] Los valores seguidos por letras distintas son significativamente diferentes (P= 0,01), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

cuando el material de siembra es escaso, se pueden utilizar en forma efectiva las estacas tomadas de la parte basal, media o apical, tomando la precaución de que las estacas apicales sean leñosas.

SUELOS Y NUTRICION DE LA PLANTA

La planta de yuca es generalmente tolerante a la acidez del suelo. Por lo tanto, frecuentemente se cultiva en suelos ácidos y de relativa baja fertilidad. Como dentro de esta especie vegetal existen diferentes grados de tolerancia a los suelos ácidos es posible seleccionar variedades que requieran un mínimo de encalamiento y de fertilización para producir buenos rendimientos en esos suelos. En 1977, se inició una selección de la colección de germoplasma para encontrar tolerancia a la acidez del suelo y a bajos niveles de fósforo y de potasio, o sea, a los tres factores que son más limitantes del rendimiento en los Oxisoles y Ultisoles de baja fertilidad del trópico de América Latina y de Africa. También se continuaron las investigaciones sobre los requerimientos nutricionales del cultivo y sobre los métodos más económicos de aplicación de fertilizantes.

SELECCION PARA ENCONTRAR TOLERANCIA AL ALUMINIO EN SOLUCIONES NUTRITIVAS

En 1977, se desarrolló una técnica de invernadero para seleccionar materiales de yuca tolerantes a los bajos niveles de aluminio, utilizando retoños enraizados por el método de propagación rápida. Los retoños se colocaron en soluciones nutritivas, que contenían 3 y 30 ppm de aluminio. En un ensayo preliminar, el crecimiento fue mayor a 3 ppm de aluminio que a cero; por lo tanto, este nivel de concentración se utilizó como el óptimo. Se determinó la producción de materia seca de cada variedad en ambas soluciones, después de tres semanas.

La diferencia entre el peso seco obtenido a 30 ppm y el peso seco a 3 ppm de aluminio, se utilizó como índice de tolerancia del material estudiado.

SELECCION DE CAMPO PARA ENCONTRAR TOLERANCIA A LA ACIDEZ DEL SUELO

Cincuenta variedades e híbridos procedentes del banco de germoplasma de yuca del CIAT se sembraron en Carimagua, en hileras individuales, con tres repeticiones. Se aplicaron cuatro niveles de cal: 0; 0,5; 2,0 y 6,0 ton/ha. También se incorporó MgO en una relación equivalente calcio:magnesio de 5:1. Estas aplicaciones de cal aumentaron el pH de 4,3 a 5,3 y disminuyeron la cantidad de aluminio intercambiable de 2,0 a 0,3 meq/100 mg, es decir, se eliminó prácticamente el aluminio al aplicar la mayor dosis de cal. Las parcelas se fertilizaron en la forma indicada en el Cuadro 38; además, se aplicó zinc, cobre, boro, molibdeno y manganeso, para evitar deficiencias de micronutrimentos inducidas por la cal. Las plantas se cosecharon a los 14,5 meses.

Aunque las plantas quedaron totalmente defoliadas a los ocho meses, como consecuencia de un severo ataque de gusano cachón, los rendimientos obtenidos fueron relativamente altos. Algunas variedades fueron eliminadas a causa de la enfermedad del superalargamiento, que atacó severamente el cultivo. Las plantas que no recibieron tratamiento de cal, mostraron poco desarrollo (56 *versus* 90 centímetros con 6 ton de cal/ha) y también hojas bajeras

Cuadro 38. **Niveles de fertilización utilizados en los experimentos con yuca, realizados en Carimagua.**

Experimento	Cal	N	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	S	Zn
Selección por cal, 1976A[2]	variable	100	100	200		15
Selección por cal, 1976B	variable	100	100	200		10
Selección por P, 1976A	500	100	variable	200		Estacas[3]
Selección por P, 1976B	1000	100	variable	200		10
Selección por K, 1976A	500	100	150	variable	20	Estacas
Fertilización con K	500	100	100	variable	20	Estacas
Ensayos con rocas fosfatadas 1976B	500	100	variable	200		10
Interacción N x K	500	variable	100	variable		10
Fertilización con Zn	6000	100	100	200		variable
Fertilización con estiércol	500	variable	variable	variable		

[1] Tamizado, selección de materiales utilizando una técnica de eliminación rápida, como se hace en la separación de partículas de diferente tamaño utilizando tamices o cribas.
[2] Las letras mayúsculas, después del año, representan: A= primer ciclo de cultivo ; B= segundo ciclo de cultivo.
[3] Tratamiento hecho a las estacas.

amarillas a causa de las deficiencias de calcio y de magnesio.

La Figura 30 ilustra la respuesta promedio obtenida en Carimagua de las 42 variedades de yuca, en comparación con otros cultivos seleccionados por su tolerancia a la acidez del suelo. En promedio, la yuca y el caupí son mucho más tolerantes a la acidez que el arroz (variedades enanas), el maíz, el sorgo o el fríjol. Los rendimientos globales de la yuca, sin aplicación de cal, alcanzaron aproximadamente, un 40 por ciento de nivel de rendimiento obtenido con cal. Sin embargo, algunas variedades específicas de arroz y de yuca pueden tolerar la alta acidez de los suelos como lo ilustra la respuesta de M Col 1604 en la Figura 31. Sin aplicación de cal, esta variedad rindió el 83 por ciento del máximo rendimiento obtenido con 2 ton de cal/ha. La variedad Llanera, utilizada como testigo en casi todos los ensayos de fertilidad, se mostró como uno de los materiales más tolerantes a la acidez del suelo, produciendo sin cal el 55 por ciento del máximo rendimiento. El Cuadro 39 incluye los rendimientos y el

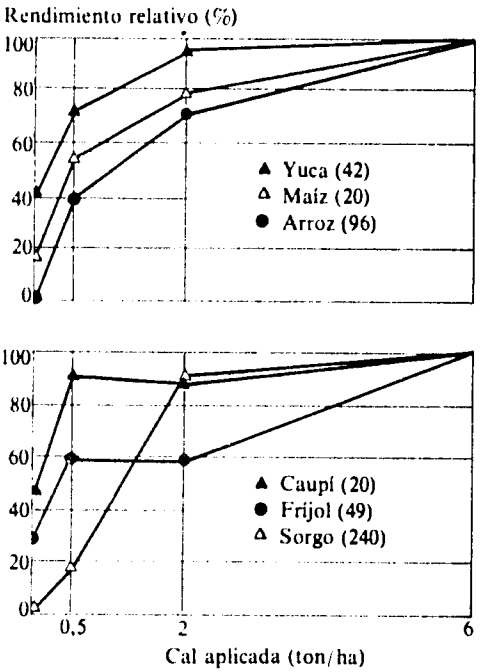


Figura 30. **Rendimiento promedio relativo de la yuca y de otros cinco cultivos, en respuesta a la aplicación de varios niveles de cal, en Carimagua. Las cifras entre paréntesis corresponden al número de variedades ensayadas.**

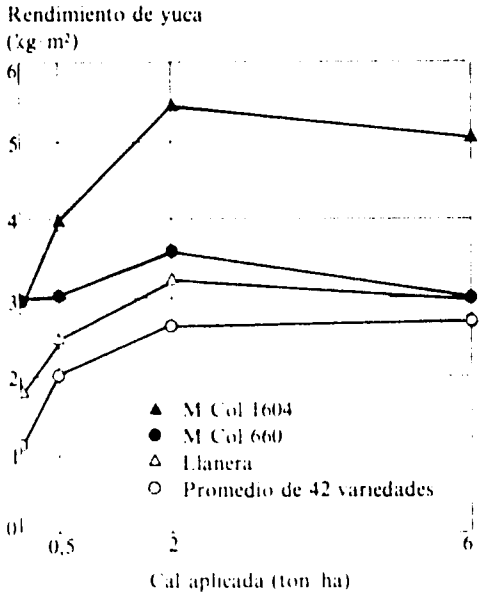


Figura 31. Rendimientos obtenidos al cosechar hileras individuales de tres variedades de yuca de alto rendimiento seleccionadas entre 42 variedades evaluadas, en respuesta a la aplicación de diversos niveles de cal, en Carimagua.

índice de tolerancia de las diez variedades que demostraron ser más tolerantes en cada ensayo. Como índice de tolerancia se utilizó el cuadrado del rendimiento, a un nivel de cal de cero, dividido por el rendimiento a 6 ton/ha.

A principios de 1977, se seleccionó otro grupo de 183 variedades, a niveles de cal de 0,5; 1; 2 y 6 ton/ha. Aunque el crecimiento de las parte aéreas de las plantas fue extremadamente vigoroso, los rendimientos de las raíces resultaron relativamente bajos. El superalargamiento afectó, en algún grado, a la mayoría de las variedades; la bacteriosis y las escamas afectaron a otras pocas. Los rendimientos promedio fueron de 13,9; 16,4; 16,0 y 17,1 ton/ha para niveles de cal de 0,5; 1; 2 y 6 ton/ha, respectivamente. Por consiguiente, con sólo aplicar 0,5 ton de cal/ha, la yuca produjo el 81 por ciento de su máximo rendimiento potencial. El Cuadro 39 muestra el rendimiento de las diez variedades que tuvieron el mayor índice de tolerancia. La variedad Llanera presentó el índice de tolerancia más alto aunque su rendimiento, con 2 y 6 ton/ha de cal, fue bajo, posiblemente a causa de la deficiencia inducida de zinc.

SELECCION DE CAMPO PARA ENCONTRAR TOLERANCIA A LOS BAJOS NIVELES DE FOSFORO

En un primer ensayo se sembraron cien variedades en hileras individuales, con dos replicaciones y con niveles de 0 y 150 kg/ha de P_2O_5, aplicados al momento de la siembra, en bandas, como superfosfato triple (SFT). Las parcelas se encalaron y se fertilizaron, como se indica en el Cuadro 38.

A los 2 1/2 meses, las plantas que no recibieron aplicación de fósforo presentaron poco desarrollo (47 centímetros *versus* 68 centímetros con fósforo) y carecían de vigor. Las hojas bajeras de algunas variedades presentaron amarillamiento o coloraciones purpúreas y daban signos de debilidad. El contenido de fósforo, en las hojas moradas y amarillas, fue de 0,09 y 0,11 por ciento, respectivamente, en tanto que las mismas variedades a las cuales se les aplicó fósforo presentaron 0,21 por ciento de este elemento, en sus hojas bajeras.

El Cuadro 40 incluye las respuestas de las variedades más tolerantes y la Figura 32 (sección A) muestra la respuesta de algunas variedades seleccionadas. En promedio, la ausencia de fósforo redujo los rendimientos de 1,7 a 0,5 kg/m², o sea, a 29 por ciento del máximo en el primer ensayo. La variedad M Col 1684 fue la más tolerante a los bajos niveles de fósforo pero su rendimiento fue anormalmente bajo. La variedad Llanera presentó un bajo índice de tolerancia (solamenoe 1,28).

En el segundo ensayo, establecido en un lote diferente, se seleccionaron otras 160 variedades para encontrar tolerancia a los

Cuadro 39. **Rendimiento de raíces y tolerancia a la acidez del suelo (de distintas variedades de yuca sembradas en hileras individuales).**

Variedad	Rendimiento de raíces (unidades arbitrarias)				
	Cal aplicada (ton/ha)				Indice de tolerancia
1976A	0	0,5	2	6	
M Col 660	29,3	39,2	54,7	50,9	16,9[1]
M Mex 59	24,0	35,9	55,8	48,2	11,9
CM 334-25	15,2	22,1	23,6	21,5	10,7
SM 1-133	18,9	26,7	31,7	33,3	10,7
Llanera	17,8	24,6	32,3	29,9	10,6
M Ven 168	19,4	37,7	55,2	42,5	8,8
M Pan 114	19,9	31,3	39,5	51,6	7,7
M Col 22	13,0	18,0	30,7	23,4	7,2
CM 308-23	19,0	37,3	38,6	50,9	7,1
M Ven 270	15,6	23,7	39,9	41,3	5,9
1976B	0.5	1	2	6	
Llanera	27,9	29,2	12,5	5,4	144,1[2]
M Col 88	26,2	20,0	7,9	9,6	71,5
M Col 1879	32,5	16,2	16,7	17,1	61,8
M Ven 33	38,3	24,2	30,4	27,9	52,6
M Col 565	26,7	33,3	14,6	15,8	45,1
M Ven 186	29,2	27,1	33,3	25,0	34,1
M Ven 183	35,8	21,2	25,8	39,2	32,7
M Col 1421	28,3	31,2	14,6	24,6	32,6
M Col 988	31,7	24,2	28,3	32,5	30,9
M Col 1468	38,3	19,6	52,9	55,0	26,7

A = primer ciclo de siembra; B = segundo ciclo de siembra (ambos, en 1976)

[1] Indice de tolerancia = $\frac{\text{(Rendimiento con 0 aplicación de cal)}}{\text{(Rendimiento con 6 ton de cal/ha)}}$

[2] Indice de tolerancia = $\frac{\text{(Rendimiento con 0,5 ton de cal/ha)}}{\text{(Rendimiento con 6 ton de cal/ha)}}$

bajos niveles de fósforo. Como consecuencia de las enfermedades, los rendimientos de la parcela con 150 kg de P_2O_5/ha fueron ligeramente inferiores que la sin fósforo. Al mismo tiempo, algo de fósforo residual en el suelo aumentó los rendimientos de la parcela sin fósforo un poco más que los obtenidos en la primera selección (tamizado), lo cual resultó en un mayor índice de tolerancia, como se indica en el Cuadro 40. La variedad M Mex 59 tuvo el mayor índice de tolerancia.

Como consecuencia de las diferencias de suelo y de las condiciones climatéricas, no es posible comparar los índices de toleran-

Cuadro 40. Rendimiento de raíces y tolerancia a bajos niveles de fósforo en el suelo, de diversas variedades de yuca (sembradas en hileras individuales).

Variedades	Rendimiento (unidades arbitrarias)		Indice de tolerancia
	P_2O_5 aplicado (kg/ha)		
1976A	0	150	
M Col 1684	8,6	10,[illegible]	6,9
M Col 660	13,6	30,1	6,1
M Pan 114	14,4	37,3	5,5
CM 213-9	9,2	17,2	4,9
CM 309-25	8,4	15,4	4,6
M Col 1686	9,0	19,3	4,2
M Ven 168	11,5	32,9	4,0
M Mex 59	11,3	31,8	4,0
CM 323-64	8,2	17,9	3,7
M Col 22	7,2	14,0	3,7
1976B	0	150	
M Mex 59	23,0	23,6	22,4
M Pan 102	12,1	8,9	16,4
M Ven 246	12,1	10,5	13,9
M Col 1505	12,1	11,1	13,9
M Col 1524	13,4	15,0	12,0
M Ven 217	18,7	32,2	10,8
M Ven 156	14,0	19,1	10,3
M Ven 187	11,9	14,0	9,7
M Col 1513	8,2	7,2	9,3
M Mex 23	12,3	16,8	9,0

$$\text{Indice de tolerancia} = \frac{(\text{Rendimiento con 0 aplicación de } P_2O_5)}{(\text{Rendimiento con 150 kg de } P_2O_5/\text{ha})}$$

cia de las variedades en diferentes selecciones (tamizados) de campo. La selección hecha en soluciones nutritivas proporciona condiciones más uniformes para este tipo de experimento. Aun más, la susceptibilidad diferencial a las enfermedades rara vez constituye un factor que interfiera en las selecciones que se hacen en soluciones nutritivas. En consecuencia, en futuras investigaciones se pondrá mayor énfasis en la selección de variedades que se desarrolla en soluciones nutritivas.

SELECCION DE CAMPO PARA ENCONTRAR TOLERANCIA A LOS BAJOS NIVELES DE POTASIO

Las mismas 100 variedades utilizadas para efectuar la primera selección de tolejancia a bajos niveles de fósforo, se utilizaron para seleccionar por tolerancia a bajos niveles de potasio. Se utilizaron dos tratamientos de este elemento: 0 y 200 kg de K_2O/ha aplicados en la forma de KCl, en aplicaciones divididas, al momento de la

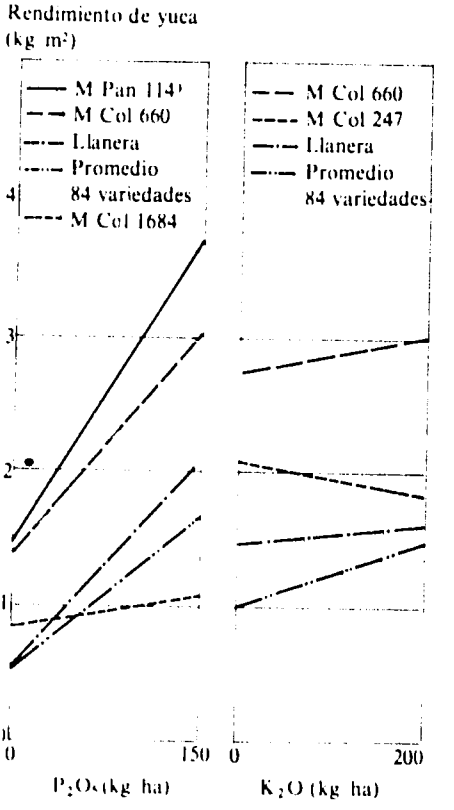


Figura 32. Rendimientos obtenidos al cosechar hileras individuales de varias variedades de yuca y rendimientos promedio de 84 variedades, en respuesta a la aplicación de dos niveles de fósforo y de potasio.

Cuadro 41. **Rendimiento de raíces y tolerancia a bajos niveles de potasio en el suelo, de diversas variedades de yuca (sembradas en hileras individuales).**

Variedades	Rendimiento de raíces (Unidades arbitrarias)		Indice de tolerancia
	K_2O aplicado (kg/ha)		
1976 A	0	200	
CM 308-23	19,1	13,6	26,8[1]
M Col 660	27,1	29,7	24,7
M Col 247	20,7	18,5	23,2
M Ven 83	25,2	28,1	22,6
M Mex 23	11,5	6,4	20,7
CM 320-19	13,0	10,0	16,9
M Ven 168	21,6	27,7	16,8
M Col 1823	17,5	22,0	13,9
M Col 783	10,9	8,6	13,8
Llanera	14,6	15,6	13,7

[1] Indice de tolerancia = $\frac{\text{(Rendimiento con aplicación de 0 } K_2O)}{\text{(Rendimiento con 200 kg de } K_2O \text{ ha)}}$

siembra y a los 60 días. Las parcelas se encalaron y fertilizaron, como se indica en el Cuadro 38.

Sin aplicar potasio, el crecimiento de las plantas a los 2,5 meses, sólo se redujo ligeramente: de 66 a 60 centímetros. El contenido de potasio, en las hojas superiores, disminuyó significativamente: de 1,70 a 0,98 por ciento. Los contenidos de nitrógeno, fósforo y magnesio aumentaron en ausencia del potasio. El contenido de calcio no varió. La Figura 32(sección B) y el Cuadro 41 presentan la respuesta al potasio de las variedades evaluadas más tolerantes. En promedio, la falta de aplicación de potasio redujo los rendimientos de 1,45 a 1,0 kg/m²; es decir, redujo los rendimientos al 70 por ciento del máximo.

DOSIS Y EPOCA DE APLICACION DEL POTASIO

Bajo condiciones de alta precipitación, el potasio aplicado se puede perder parcialmente por lixiviación. En consecuencia,se recomienda aplicar el potasio en forma dividida. A fin de estudiar este efecto, se sembró la variedad Llanera, y se le abonó con KCl a razón de 0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha de K_2O en una sola aplicación o en aplicaciones divididas, en diversas épocas después de la siembra. En el Cuadro 38 se indican los diversos regímenes de fertilización.

La aplicación aumentó el contenido de potasio en las hojas superiores a los tres meses de 1,83 a 2,21, por ciento, en tanto que los contenidos de calcio y de magnesio fueron bajos, pero no significativamente afectados por la aplicación del potasio. Sin embargo, a los nueve meses, las plantas tratadas con altos niveles de potasio tenían sus hojas bajeras con coloración amarillenta, con contenidos de magnesio de sólo 0,06 por ciento, en comparación con 0,15

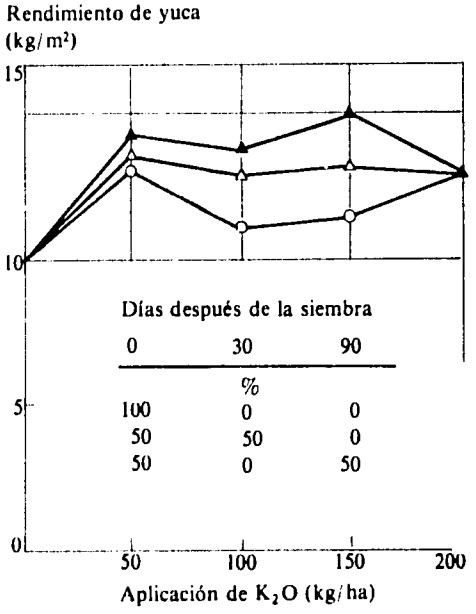


Figura 33. **Respuesta de la variedad de yuca Llanera a diversos niveles de potasio, aplicados en diferentes épocas, después de la siembra, en Carimagua.**

por ciento en las parcelas sin potasio. Esto indica que los altos niveles de aplicación de potasio indujeron una deficiencia de magnesio pero no afectaron los niveles de calcio de la planta. La Figura 33 muestra la respuesta en términos de rendimiento. Aunque los rendimientos fueron bajos, se observó una respuesta significativa a la aplicación de potasio, pero no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de aplicación; una sola aplicación hecha al momento de la siembra fue superior a cualquiera de las combinaciones de aplicaciones divididas o a una sola aplicación a los 30 días. Por lo tanto, bajo las condiciones climatéricas y edáficas de Carimagua, no parece necesario hacer una aplicación de potasio en forma dividida. La aplicación de 20 kg de Mg/ha no evitó la deficiencia de magnesio inducida por los altos niveles de aplicación de potasio.

EFECTOS RESIDUALES DE LAS ROCAS FOSFORICAS

En el Informe Anual del CIAT, 1976, se presentó la respuesta que dio la yuca en Carimagua, a las aplicaciones de varias rocas fosfóricas. En 1977, se resembró el ensayo para medir el efecto residual de las aplicaciones de fosfato. Uno de los dos grupos de parcelas, en el cual se había aplicado SFT, se utilizó para medir el efecto residual en tanto que en el otro grupo se reaplicó la misma cantidad de SFT como testigo óptimo. A todas las parcelas se les reaplicó uniformemente nitrógeno, potasio y zinc. Las plantas se cosecharon a los once meses.

Los rendimientos de todas las parcelas fueron considerablemente más bajos en la segunda siembra que en la primera; el

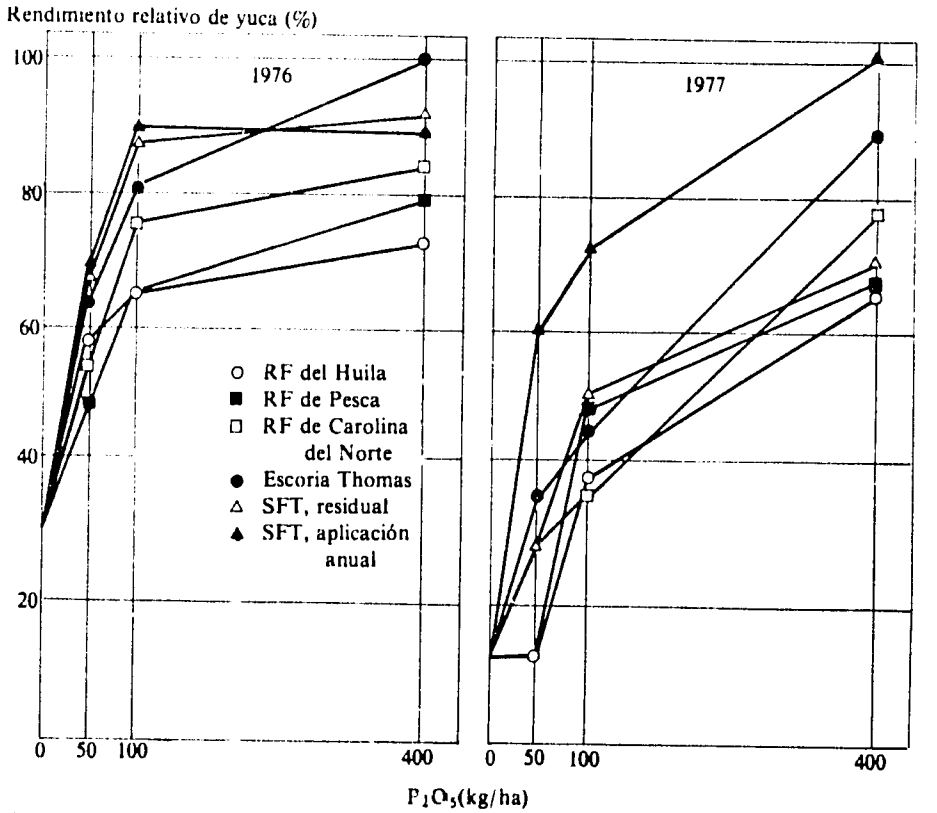


Figura 34. Efectos iniciales (1976) y residuales (1977), de diversos niveles y de distintas fuentes de fósforo, sobre el rendimiento relativo de la variedad de yuca Llanera, en Carimagua. (RF = roca fosfórica; SFT = superfosfato triple).

rendimiento más alto fue de 21,9 ton/ha obtenido con 400 kg de P_2O_5/ha del SFT reaplicado. La Figura 34 muestra los rendimientos relativos de ambas siembras. La aplicación de Escorias Thomas produjo los mayores rendimientos en la primera siembra y tuvo el efecto residual más ventajoso al comparar tal aplicación con cualquiera otra fuente de P_2O_5 en la segunda siembra. Entre las rocas fosfóricas, el efecto residual de la roca de Gafsa fue mejor que el SFT y que la roca de Carolina del Norte. En la primera siembra, la yuca sólo respondió a 100 kg de P_2O_5/ha, pero en la segunda siembra,hubo una respuesta significativa a 400 kg de P_2O_5/ha, tanto para el fosfato residual como para el reaplicado, lo cual indica que 100 kg de P_2O_5/ha no fueron suficientes para obtener los máximos rendimientos.

INTERACCIONES POTASIO x NITROGENO

En el Informe Anual del CIAT 1976, se publicaron los resultados de un ensayo sistemático establecido para estudiar el efecto de la aplicación potasio x fósforo con la vriedad Llanera. En Carimagua, se sembró este año año un ensayo similar de potasio x nitrógeno, utilizando 14 niveles de potasio en combinación con 14 niveles de nitrógeno, aplicados en bandas al momento de la siembra, en la forma de K_2SO_4 y urea, respectivamente. Los rendimientos de Llanera variaron entre 17 ton/ha con dosis bajas de nitrógeno y potasio y 30 ton/ha, con la aplicación de 130 kg de N/ha y 160 kg de K_2O/ha. En ausencia de potasio, no se observó respuesta al nitrógeno y en ausencia del nitrógeno, no se observó respuesta al potasio. Ambos elementos fueron igualmente importantes para aumentar el rendimiento, pero ninguno logró producir la respuesta que se obtuvo con fósforo en el ensayo potasio x fósforo.

Utilizando valores de $1.500 por tonelada de yuca y de $17,50/kg de N, $18,50/kg de K_2O y $23,20/kg de P_2O_5 (en moneda colombiana), el valor del mayor rendimiento como consecuencia de la fertilización, excedió al costo de los fertilizantes y de su transporte.

La Figura 35 muestra el efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el índice de cosecha. Las aplicaciones de nitrógeno y de potasio disminuyeron el índice de cosecha, lo cual indica que el fertilizante estimuló en mayor grado el crecimiento aéreo que el crecimiento de las raíces. La fertilización con fósforo aumentó el índice de cosecha cuando el nivel aplicado de P_2O_5 fue de 50 kg/ha, pero, pasado este nivel, el índice de cosecha comenzó a disminuir. Este aumento inicial en el índice de cosecha, a medida que aumentaron los niveles de fósforo, se observó también en otros ensayos hechos con fósforo (Informe Anual del CIAT, 1976), lo cual confirma que el fósforo,

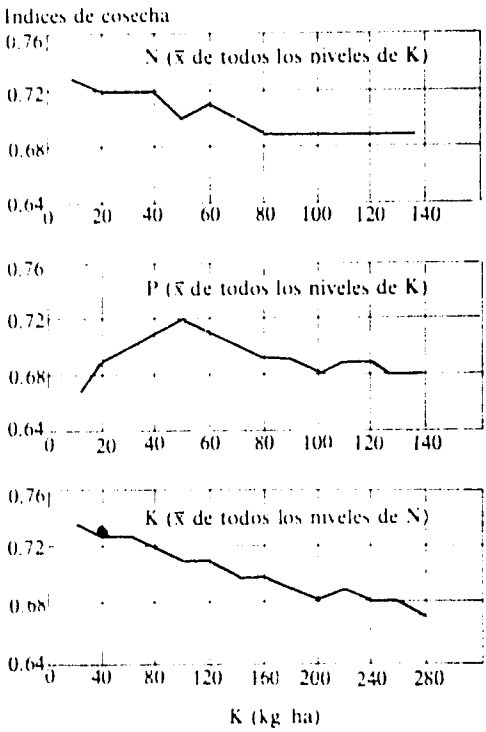


Figura 35. Efectos de diversos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el índice de cosecha de la variedad de yuca Llanera, en Carimagua.

aplicado en niveles bajos y medios es más eficiente para la formación de raíces.

FERTILIZACION CON ZINC

La deficiencia de zinc es muy frecuente en cultivos de yuca, tanto en suelos ácidos como en suelos alcalinos. Por tal razón, se realizó en Carimagua (suelos ácidos) y en el CIAT (suelos alcalinos), un ensayo sobre fuentes, niveles y métodos de aplicación de zinc. El Cuadro 38 presenta los regímenes de fertilización en Carimagua; en CIAT-Palmira, las plantas sólo se fertilizaron con zinc. Las variedades ensayadas en Carimagua fueron M Mex 23 y M Mex 59; en CIAT-Palmira se utilizó la variedad Llanera. Las plantas se cosecharon a los 12 meses en Carimagua y a los 15 meses en el CIAT.

El Cuadro 42 muestra las respuestas a la aplicación de zinc. En Carimagua, ambas variedades produjeron bajos rendimientos como consecuencia de un ataque severo de gusano cachón y bacteriosis. Sin embargo, ambas respondieron significativamente a la aplicación de 5 kg de Zn/ha al suelo, pero no dieron respuestas adicionales a mayores niveles; no hubo una diferencia significativa entre el ZnSO aplicado en

Cuadro 42. **Contenido de zinc en las hojas superiores de la planta de yuca, a los tres meses, y rendimiento de raíces, como respuesta a varios tratamientos de aplicación de zinc, en dos variedades en Carimagua y una en CIAT-Palmira.**

	Carimagua				CIAT	
	Rendimiento (ton/ha)		Contenido de Zn en las hojas (ppm)		Rendimiento (ton/ha)	Contenido de Zn en las hojas (ppm)
Tratamientos	M Mex 59	M Mex 23	M Mex 59	M Mex 23	Llanera	
Testigo	8,3	1,7	25	21	34,7	38,2
5 kg Zn/ha, $ZnSO_4$	12,7	8,4	35	34	33,2	37,2
10 kg Zn/ha, $ZnSO_4$	13,2	7,8	41	37	31,9	40,5
20 kg Zn/ha, $ZnSO_4$	14,1	7,4	60	52	40,0	42,2
5 kg Zn/ha, ZnO_4	15,1	6,0	45	32	39,1	42,2
10 kg Zn/ha, ZnO	12,5	10,2	50	34	27,8	35,0
20 kg Zn/ha, ZnO	13,0	10,7	50	45	38,8	39,5
1% $ZnSO_4$, foliar	10,9	4,2	—	—	38,4	44,7
2% $ZnSO_4$, foliar	11,2	6,2	—	—	32,3	43,0
4% $ZnSO_4$, foliar	13,2	4,4	—		37,4	45,0
1% $ZnSO_4$, estacas	6,5	3,5	34	30	35,6	32,0
2% $ZnSO_4$, estacas	10,7	5,5	26	27	34,3	37,5
4% $ZnSO_4$, estacas	13,8	3,3	32	25	43,4	38,0
1% ZnO, estacas	9,4	4,8	30	26	29,9	31,7
2% ZnO, estacas	8,6	5,5	28	26	29,8	39,2
4% ZnO, estacas	11,1	5,6	26	25	52,1	32,7

bandas y el ZnO aplicado al voleo. Los métodos de aplicación foliar o de tratamiento de las estacas, fueron menos efectivos en comparación con la aplicación al suelo. Cuando se correlacionó el rendimiento con el contenido de zinc de las hojas superiores, a los tres meses, se determinó un nivel crítico de deficiencia de zinc de 37 ppm en M Mex 59 y de 51 ppm en M Mex 23.

En el CIAT la variedad Llanera respondió inicialmente muy bien al tratamiento de las estacas con ZnSO al 2 y al 4 por ciento. Sin embargo, la mayoría de las plantas se recuperaron de la deficiencia de zinc, en tanto que algunas sufrieron por la salinidad del suelo. Los rendimientos variaron ampliamente como consecuencia de la variabilidad del suelo (pH 6,7 a 8,0). Los mejores rendimientos se obtuvieron sumergiendo las estacas, antes de la siembra, durante 15 minutos en una suspensión de ZnO al 4 por ciento, o en una solución ZnSO al 4 por ciento. Los altos rendimientos obtenidos se correlacionaron con un alto contenido de zinc (más de 45 ppm) en las hojas superiores, pero no se logró determinar cuál es el nivel crítico.

Por lo tanto, en los suelos ácidos, es efectiva la aplicación de ZnO o de ZnSO al suelo, en tanto que, bajo condiciones alcalinas se recomienda el tratamiento de las estacas, puesto que el zinc, aplicado al suelo, se precipita rápidamente bajo condiciones de alto pH.

FERTILIZACION CON ESTIERCOL DE BOVINOS

Las áreas de suelos ácidos y de baja fertilidad, actualmente utilizadas para la producción de ganado de carne, con regiones potencialmente útiles para la producción de yuca. La utilización del estiércol bovino —disponible localmente— para fertilizar la yuca, es una alternativa lógica para reemplazar los

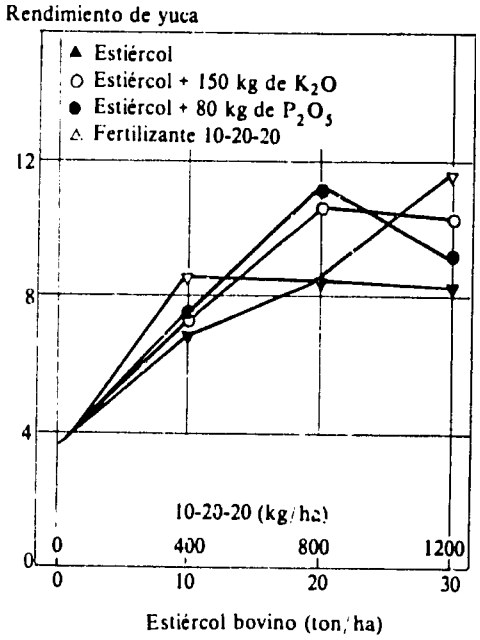


Figura 36. **Respuesta de la variedad de yuca Llanera a varios niveles de estiércol bovino, aplicado sólo o en mezcla con fósforo o potasio, en comparación con la aplicación de cantidades equivalentes del fertilizante químico 10-20-20.**

fertilizantes químicos importados. Se estudió la efectividad de varios niveles de estiércol, en comparación con: a) estiércol combinado con aplicaciones de fósforo o potasio, y b) fertilizantes químicos completos (10-20-20) aplicados en cantidades equivalentes al fósforo contenido en el estiércol. Se utilizó la variedad Llanera. El estiércol se incorporó al suelo, en tanto que los fertilizantes químicos se aplicaron en bandas al lado de las estacas.

La Figura 36 muestra que la aplicación de 20 y 30 ton/ha de estiércol duplicó los rendimientos, pero que la adición de 80 kg de P O /ha o de 150 kg de K O/ha, aumentó significativamente los rendimientos, en comparación con la aplicación del estiércol solo. La utilización de cantidades equivalentes de fósforo, en el fertilizante 10-20-20, generalmente fue superior a la utilización del estiércol solo, pero no significativamente diferente al estiércol combinado con fósforo o con potasio.

Utilizando precios actuales (moneda colombiana) de $1.500/ton de yuca y de $8.400/ton para el fertilizante 10-20-20 (incluyendo el transporte), la utilización del estiércol, en promedio dio un ingreso neto mayor, solo si el valor del estiércol, incluyendo el costo de la colección y de la aplicación fuera inferior a $200/ton. En término generales, los aumentos en rendimieto obtenidos por la aplicación de fósforo o de potasio al estiércol, no compensó el costo de estos fertilizantes.

ALMACENAMIENTO DE LA YUCA

Las raíces de la yuca se deterioran rápidamente después de su cosecha. Básicamente, el deterioro de las raíces tiene dos causas: 1) fisiológica y 2) microbial. La primera forma de deterioro generalmente ocurre dentro de las primeras 48 horas después de la cosecha; se caracteriza por una necrosis de color marrón oscuro, de consistencia seca, la cual reviste forma de anillos alrededor de la periferia de la corteza, y aparece preferentemente en las variedades susceptibles. El deterioro microbial se inicia generalmente con un veteado vascular, seguido por una pudrición suave, fermentación y maceración de los tejidos radicales. Este tipo de deterioro, que no se presenta en un orden secuencial determinado, comienza a ser observado entre los cinco y los ocho días después de la cosecha (Figura 37).

PODA

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la poda sobre el deterioro de la yuca. Se seleccionaron ocho variedades con diversos grados de resistencia, tanto al deterioro fisiológico como al microbial (ver la sección sobre Almacenamiento de la Yuca, en el Informe Anual del CIAT, 1976). Las plantas de cada variedad fueron podadas dejando sólo 25 centímetros de tallo y se dejó las raíces en el suelo durante diferentes intervalos de tiempo antes de

Figura 37. Dos formas de deterioración de las raíces de yuca. Izquierda: fisiológica necrosis parda oscura, de consistencia seca y en forma de anillos, alrededor de la periferia de la corteza. Derecha: microbial pudrición húmeda, acompañada por la fermentación y maceración de los tejidos radicales.

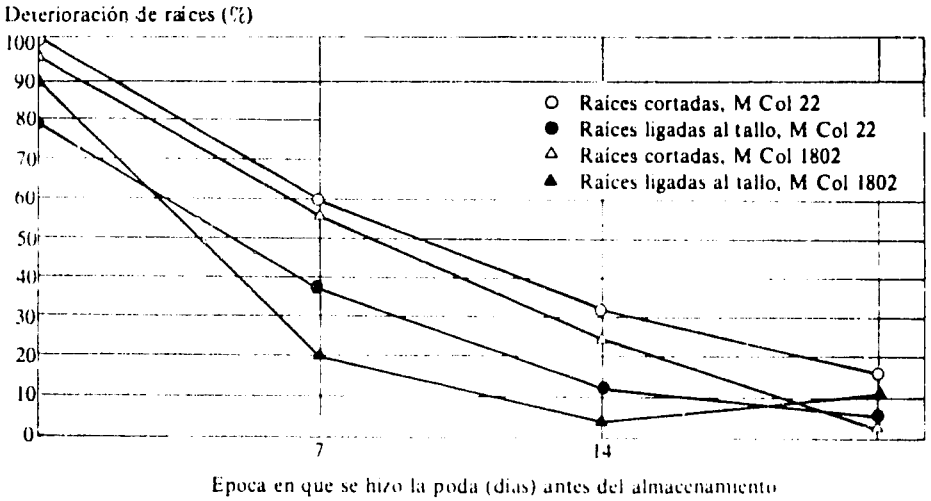


Figura 38. Efecto del tallo sobre la deterioración de raíces de yuca, después de 20 días de almacenamiento.

cosecharlas. Los resultados obtenidos indicaron que el porcentaje de deterioro tanto fisiológico como microbial, disminuyó progresivamente con el tiempo, de la poda a la cosecha, hasta un mínimo que se registró entre los 14 y 21 días (Figura 38). El deterioro de las raíces que quedaron ligadas al tallo fue más lento, en todos los casos, en comparación con el ocurrido en las raíces cortadas. Como se observó en 1976, la susceptibilidad al deterioro es una característica varietal; por ejemplo, M Col 1807 y M Col 22 fueron más susceptibles que M Col 1802 y M Mex 59 (Figura 39). Sin embargo, después de 21 días, al podar estas variedades las primeras dos sufrieron menos deterioro que las últimas dos. En consecuencia, la reacción varietal a

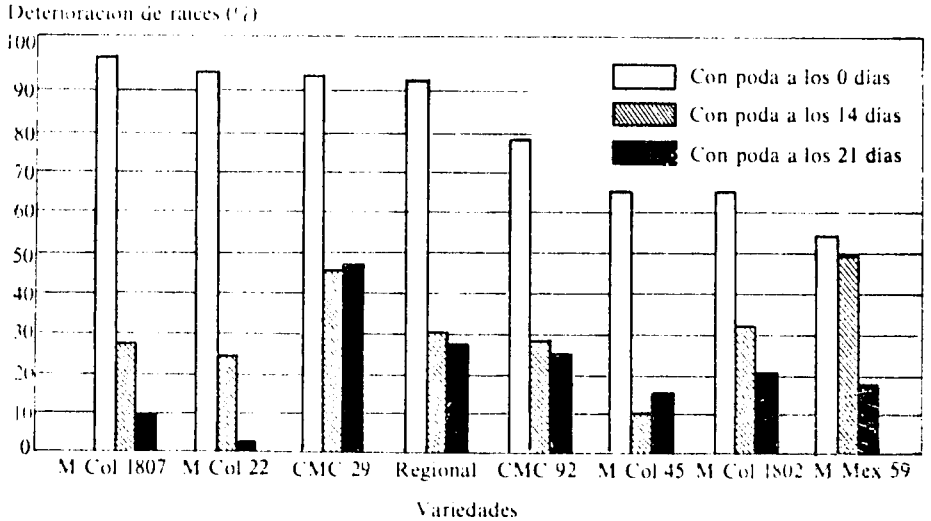


Figura 39. Deterioración de las raíces de ocho variedades de yuca, las cuales se podaron a los 0, 14 y 21 días antes de la cosecha y luego almacenadas, durante 20 días.

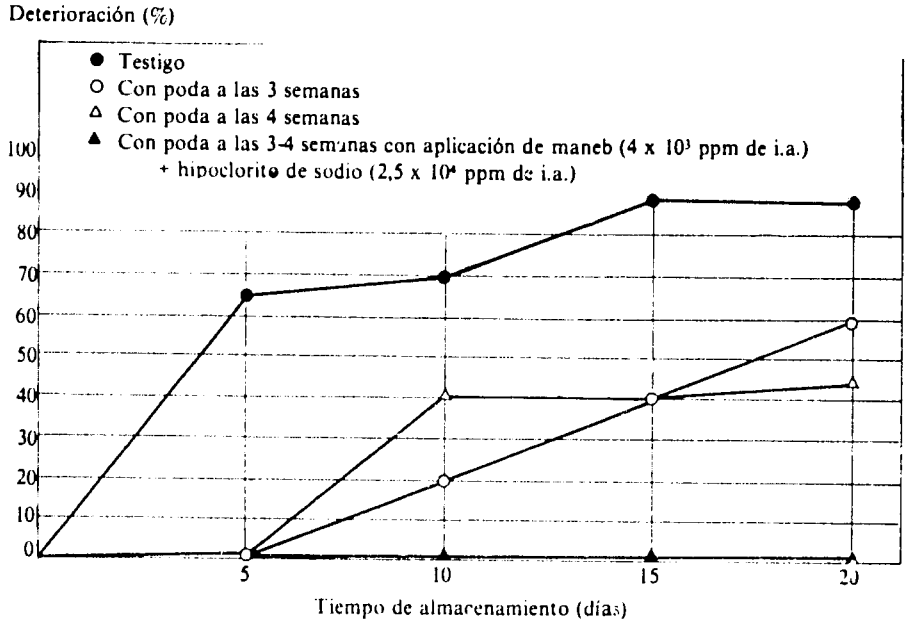


Figura 40. Efecto de la poda de las plantas y del tratamiento químico sobre la deterioración de las raíces de la variedad de yuca M Col 113.

la poda varía y la resistencia sin tratamiento no está relacionada con la resistencia con tratamiento.

Por lo general, las raíces cortadas se deterioran más rápidamente que las raíces enteras. Sin embargo, después de la poda, las raíces cortadas para simular el daño se deterioraron al mismo ritmo que las raíces tratadas y sin daño, aun manteniéndolas en condiciones de baja humedad para evitar la cicatrización.

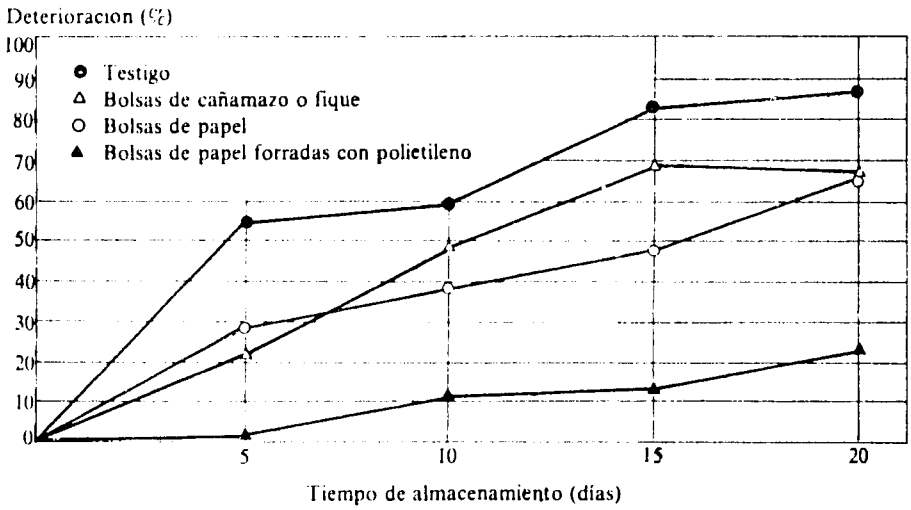


Figura 41. Efecto del almacenamiento de raíces de la variedad de yuca M Col 113, en bolsas de diferentes materiales, sobre su deterioración.

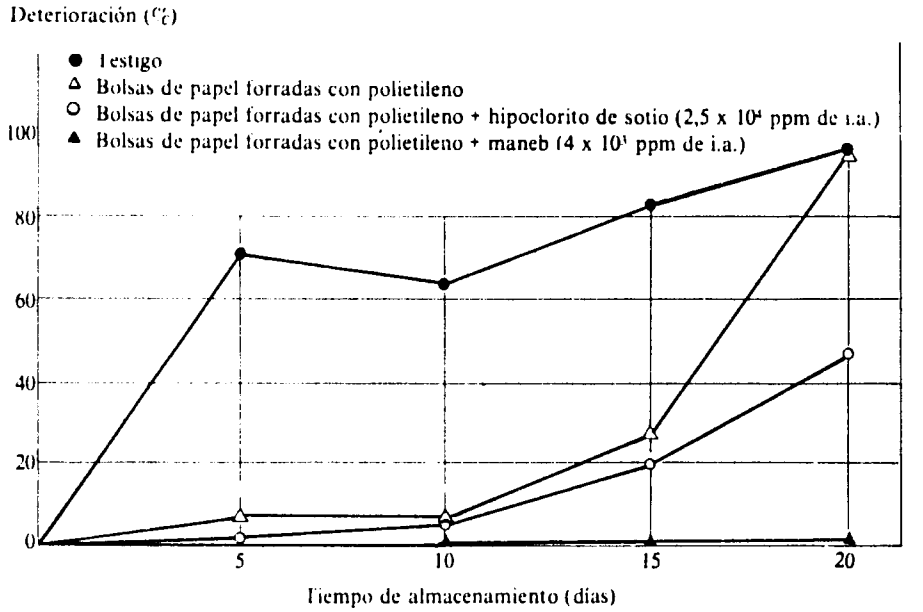


Figura 42. Efectos de la utilización de las bolsas de papel forradas con polietileno y del tratamiento químico, sobre la deterioración de raíces almacenadas de yuca.

Al almacenar las raíces con tallo, después de la poda, se logró evitar el deterioro fisiológico, lo cual ocurre normalmente durante los primeros dos días. Sin embargo, después de diez días, se presentó la pudrición microbial, pero ésta se logró prevenir sumergiendo las raíces en una solución de maneb e hipoclorito de sodio (4 x 10^3 y 2,5 x 10^4 ppm de i.a., respectivamente) (Figura 40).

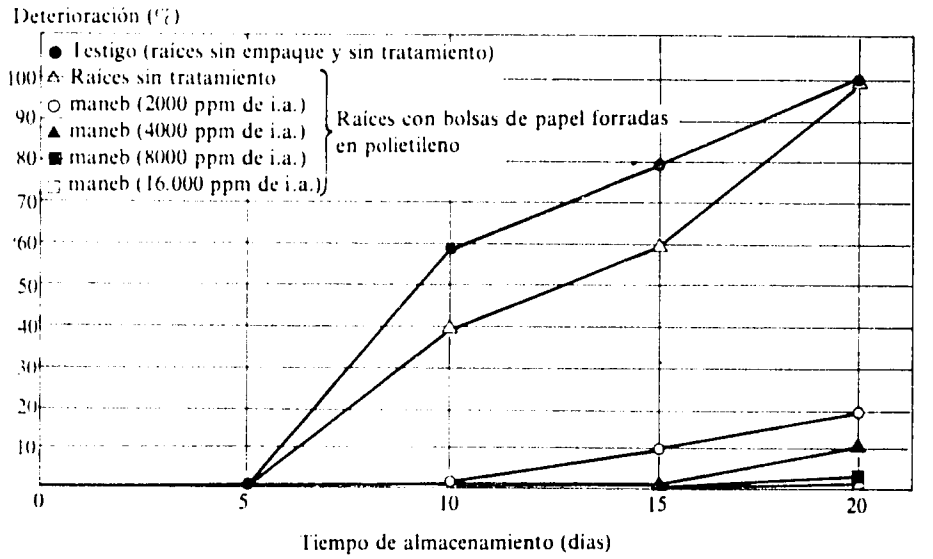


Figura 43. Prevención de la deterioración microbial de raíces de yuca, con diferentes tratamientos a base de maneb

ALMACENAMIENTO EN BOLSAS

El almacenamiento de raíces de yuca en bolsas de cañamazo (fique) y de papel, aumentó el número de raíces no deterioradas, en comparación con las raíces testigo (Figura 41); sin embargo, aun así, los tratamientos dieron un alto porcentaje de deterioro microbial y fisiológico. Sin embargo, se observó que el deterioro microbial tendía a comenzar aproximadamente después de cinco días, tiempo similar al observado en los tratamientos que incluían la poda de las plantas. El deterioro se evitó parcialmente tratando las raíces con hipoclorito de sodio ($2,5 \times 10^4$ ppm de i.a.) y se evitó totalmente mediante un tratamiento con 4×10^4 ppm de i.a. de maneb (Figura 42). Otros ensayos hechos posteriormente mostraron que, a esta concentración de maneb puede ocurrir alguna pudrición microbial, pero que a concentraciones de 8×10^4 ppm de i.a. se obtiene un excelente control (Figura 43).

COOPERACION INTERNACIONAL

Las actividades de cooperación internacional del Programa de Yuca se intensificaron desde Enero de 1977 con la asignación de dos nuevos científicos principales, uno con sede en CIAT-Palmira y el otro, con sede en SEARCA, Filipinas, para coordinar las actividades de proyección externa en América Latina y Asia, respectivamente. Ambas posiciones son financiadas por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

Es conveniente mencionar que las actividades de cooperación internacional las inició el CIAT en 1972, con la visita a algunos países de América Latina. El CIAT, siendo una organización apolítica sólo puede influenciar, lo que ocurra en otros países, demostrando la utilidad de la tecnología que puede ofrecer. La red establecida de visitas técnicas, adiestramiento, y de comunicación personal y amistad, son las bases de este programa.

A través de los años, estos enfoques han servido como un medio para: a) ayudar a otros países, con diversos grados de éxito, en la organización de sus programas de investigación en yuca; b) adaptar, adoptar y proporcionar la tecnología basada en la utilización de insumos mínimos desarrollada en CIAT; c) probar, a nivel de campo, cultivares e híbridos desarrollados por el CIAT y otras instituciones, y d) cooperar en el establecimiento de una red internacional para el intercambio de información y de germoplasma. La realización de ensayos regionales uniformes, utilizando cultivares seleccionados de yuca, ha contribuído al logro de este propósito. Por solicitud especial, científicos del Programa de Yuca han trabajado en colaboración con investigadores de varios países patrocinadores, suministrando asistencia especial en problemas específicos.

La filosofía de la cooperación internacional es la de **Informar** acerca de lo que tiene el CIAT para ofrecer. **Esperar** hasta que la institución nacional decida cuál es la acción que desea tomar y luego, **Colaborar** con la institución nacional en la resolución de sus problemas. La demanda de asistencia de los países colaboradores se centran principalmente en el intercambio de germoplasma, tecnología, adiestramiento, apoyo logístico y asistencia en el diseño de programas de fomento del cultivo de yuca.

El adiestramiento juega un papel fundamental como primer paso en la cooperación internacional y ha cambiado su actitud quizás algo oportunista de aceptar becarios al azar, a una actitud muy selectiva, la cual concentra esfuerzos en ciertos países en un momento dado, proporcionando adiestramiento com-

plementario a varios científicos a fin de formar equipos de trabajo orientados hacia la investigación en producción en esos países.

Como resultado de sus investigaciones y actividades de proyección externa, el Programa de Yuca ha decidido que no solamente es necesario transferir tecnología sino mas bien la capacidad para definir cuál es la tecnología óptima para que las instituciones nacionales puedan adaptarla a sus condiciones específicas.

La experiencia ha demostrado la efectividad de la metodología de las pruebas regionales. La esencia de esa metodología se publicó en el documento intitulado "Pruebas e Intercambio Internacional de Germoplasma de Yuca" (IDRC, 0495S, 1975), que es el resultado de una mesa de trabajo en la que participaron representantes de varios países productores de yuca. En ese evento, los países, a través de los mencionados representantes, presentaron sus necesidades específicas. Actualmente, el trabajo se concentra en el diseño de una serie de experimentos sencillos para validar la tecnología generada en el CIAT.

El desarrollo de las actividades de cooperación internacional en Asia, las cuales son más recientes que las emprendidas en América Latina, tiene como principales responsabilidades la multiplicación y el intercambio de germoplasma, incluyendo el establecimiento de pruebas regionales; la selección de candidatos para el adiestramiento y la coordinación de su trabajo después del adiestramiento; y finalmente, el análisis del estado actual de la producción de yuca en Asia.

En esta primera etapa se han incluído solamente cinco países en el Programa de Proyección Externa en Asia: India, Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia. En un futuro inmediato, se brindará información a otros países asiáticos, especialmente Sri-Lanka, Burma y Vietnam, sobre las proyecciones del Programa de Yuca del CIAT y lo que tiene para ofrecer. Ya se han hecho visitas y efectuado discusiones sobre el programa con científicos que trabajan en yuca, procendentes de los primeros cinco países y también se han iniciado vínculos profesionales, por correspondiencia, con instituciones agrícolas de otros países asiáticos, los cuales en alguna u otra forma, están trabajando en yuca. En el área del desarrollo de personal calificado en yuca, para atender las necesidades de estos países, ha sido muy estimulante la actitud de muchas instituciones nacionales que trabajan en yuca, y que están en pleno proceso de crecimiento, al comprometerse a enviar participantes a un Curso Intensivo de Yuca, que se realizará en el CIAT en Enero de 1978. Para este curso, se espera seleccionar alrededor de 25 participantes asiáticos provenientes de India, Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia.

En el futuro, la red de pruebas regionales servirá como un medio efectivo para dar información analítica a las instituciones nacionales acerca de: a) cuál es su capacidad potencial de producción; b) cómo ampliar el alcance de las pruebas regionales, lograr establecer una validación de la tecnología basada en prácticas culturales de bajo costo, y finalmente, en qué forma es posible implementar las actividades de colaboración internacional en aquellos países que estén dispuestos a comprometerse a aumentar la producción de yuca. Sin embargo, se entiende que los clientes del CIAT son las instituciones nacionales y CIAT, por lo tanto no tiene la responsabilidad ni la autoridad para transferir tecnología directamente a los agricultores. Por lo tanto el CIAT no se puede comprometer a aumentar los rendimientos de yuca en ninguna región o país, a menos que el compromiso se origine y constituya obligación de las metas de las instituciones nacionales.

Los logros y las proyecciones en las actividades de cooperación internacional,

se pueden resumir de la siguiente manera: desde que se realizó la primera visita a Brasil, en 1972, y por solicitud especial de instituciones nacionales de investigación y organizaciones agrícolas de varios países, el CIAT ha proporcionado adiestramiento a 124 científicos, tanto en investigación como en producción de yuca. Entre estos científicos, 37 han venido de Brasil, 12 de México, 20 de Colombia y 35 de otros países latinoamericanos y del Hemisferio Occidental; cuatro han venido de Malasia, 11 de Tailandia y cinco de Africa. Muchos de los profesionales recibieron adiestramiento en dos cursos intensivos y para 1978, se han programado otros dos cursos intensivos, uno para científicos de Asia y otro para latinoamericanos. Otros 20 agrónomos han recibido adiestramiento más prolongados (3 a 12 meses) y 14 han completado en el CIAT sus estudios de posgrado haciendo investigaciones en yuca.

Como resultado de este adiestramiento diversificado, algunos países han avanzado, en la definición de sus programas de yuca.

En Brasil, se ha organizado el Centro Nacional de Yuca. El CIAT, por solicitud especial de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), participó en la planeación y organización de esta nueva institución. Además, el agrónomo del Programa de Yuca del CIAT permaneció, durante más de un mes, en esa organización prestando asistencia en el establecimiento de una red nacional de pruebas regionales; en 1978, el entomólogo del Programa de Yuca colaborará en la organización de un programa de control de plagas en Brasil.

Las consultas y visitas hechas al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), de México, por el fitopatólogo, el agrónomo y el coordinador del Programa de Yuca del CIAT, resultaron en la preparacion de un documento básico para la creación del Programa Nacional de Yuca de México, el cual fue aprobado, y el centro nacional de investigación sobre yuca en ese país fue establecido.

El adiestramiento en fitopatología de yuca que recibió un agrónomo de Costa Rica en el CIAT y las visitas posteriores del fitopatólogo de yuca a ese país, contribuyeron a la erradicación de la bacteriosis de los campos experimentales localizados en las llanuras de Santa Clara y al establecimiento de un programa para erradicar esta enfermedad de las principales áreas productoras de yuca de ese país. Visitas adicionales del especialista en cooperación internacional del Programa y de varias comunicaciones personales, dieron origen al establecimiento de una prueba regional internacional con la inclusión de las mejores selecciones del CIAT. Posteriormente, se estableció un acuerdo formal entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y el Programa de Yuca del CIAT, a través del cual se está desarrollando un programa de investigación para producción de yuca.

En República Dominicana, ex-becarios de CIAT recibirán además asistencia en su país, para la organización de un programa de yuca y para el establecimiento de una prueba regional internacional.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), de Ecuador, solicitó asistencia específica al CIAT para analizar el estado actual de la producción de yuca en ese país, con énfasis especial en los aspectos económicos. Con el apoyo financiero del CIID, el CIAT colaboró en el diseño y procesamiento de datos obtenidos en una encuesta agroeconómica, la cual mostró que los rendimientos eran solamente del orden de 10 ton/ha. Esta cifra fue considerada como baja si se toma en cuenta el rendimiento potencial que puede tener ese país. En consecuencia, se estableció una prueba regional internacional en una de las principales áreas productoras de yuca y se demostró que, fácilmente, es posible obtener rendimientos de más de 20 ton/ha.

En Colombia, la Federación Nacional de Cafeteros ha adoptado la tecnología del CIAT para establecer un programa específico en el área de Caicedonia, Departamento del Valle. Aquellos agricultores que mantienen registros de producción, pudieron constatar que los rendimientos aumentaron de 25 a 45 ton ha durante un período de cinco años. Este es un ejemplo muy significativo de cómo una institución nacional ha asimilado la tecnología desarrollada por el CIAT y luego la ha transferido con éxito a los agricultores. En el Valle del Cauca y también en la Costa Atlántica, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) está multiplicando nuevas líneas selecionadas en las pruebas regionales ICA CIAT, para su entrega posterior a los agricultores.

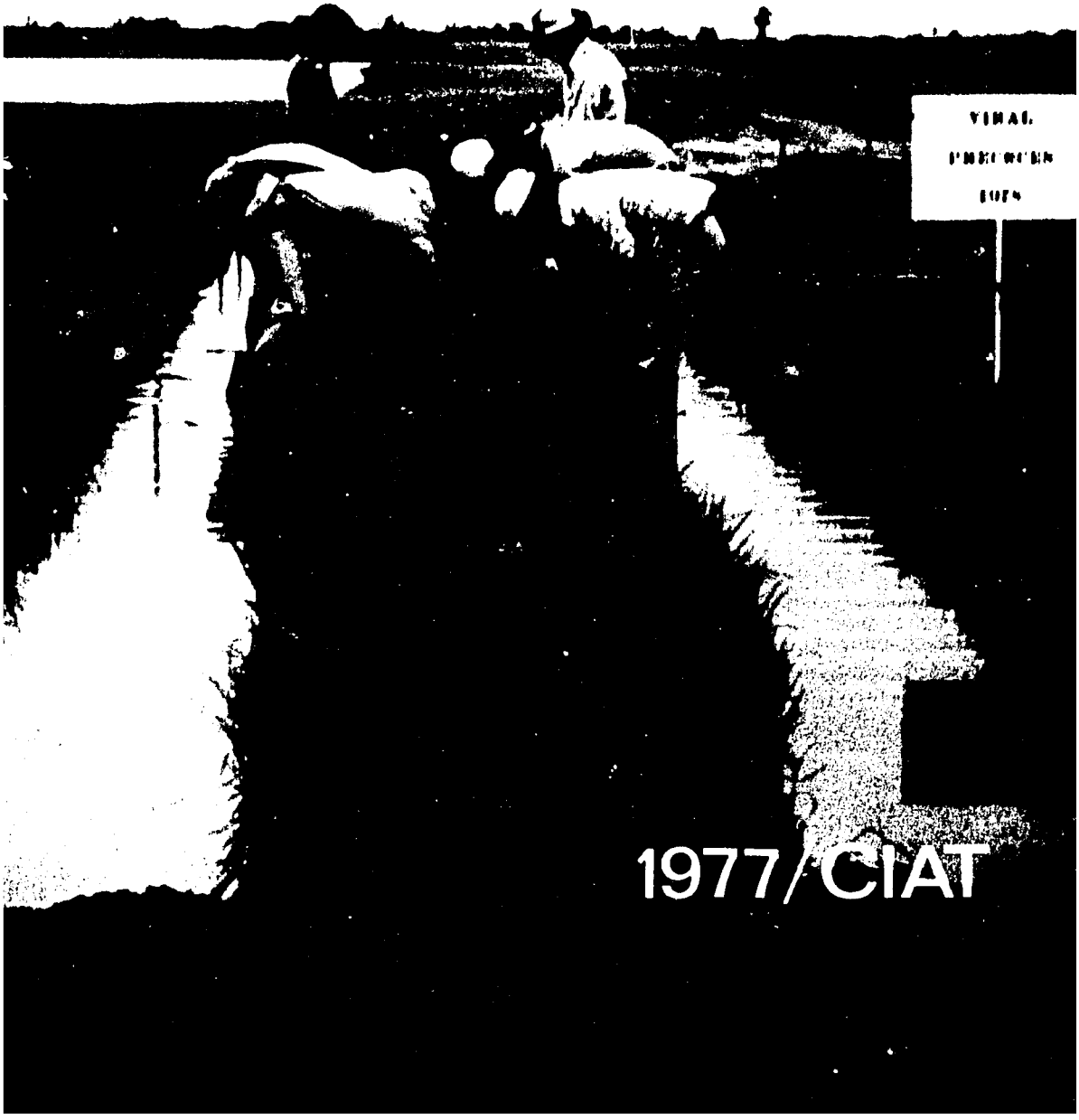
En otros países, todavía no se ha logrado un éxito total. Por ejemplo, el CIID ha proporcionado fondos especiales para desarrollar un programa específico en Perú pero los objetivos propuestos aún no se han logrado. Otros países latinoamericanos han sido informados acerca de la asistencia que puede prestar el CIAT; unos aún no han respondido, mientras otros ya han solicitado información

La red de pruebas regionales ha originado datos sobre rendimientos en yuca en 48 localidades diferentes, dentro y fuera de Colombia. En 47 localidades, los cultivares seleccionados por el CIAT han producido los mayores rendimientos. Esto indica que el germoplasma que tiene el CIAT se adapta a una amplia gama de condiciones ecológicas. También, se ha probado que las variedades locales pueden rendir 50 a 100 por ciento más usando la tecnología de insumos mínimos recomendada por el CIAT.

Los países que han participado en esta red de pruebas internacionales incluyen a Guyana y Ecuador (dos ciclos de siembras), México (tres ensayos), Venezuela (dos ensayos) y Costa Rica, Argentina y Estados Unidos (un ensayo). Se han despachado, variedades seleccionadas, híbridos y semilla obtenida de cruzamientos controlados a más de 30 países, y ya se están recibiendo los primeros resultados proporcionados por esta distribución de material genético.

El éxito logrado hasta el momento ha servido para probar que la tecnología generada por el Programa de Yuca es válida y los muchos problemas encontrados indican que la investigación debe continuar.

Unidad de Arroz



Unidad de Producción de Arroz

El arroz es básico para la nutrición de los pueblos de América Latina, especialmente en las tierras bajas tropicales, en donde el consumo per cápita es superior a 50 kilogramos.

Aunque la producción ha ido aumentando en algunos países, en la mayoría, los rendimientos y la productividad son todavía bajos e insuficientes para satisfacer la demanda. La insuficiencia se debe primordialmente a la falta de variedades apropiadas con tolerancia a las condiciones adversas del clima y del suelo y además, que sean tolerantes o resistentes a las plagas y enfermedades. Por otra parte, la falta de técnicos suficientemente preparados retrasa la transferencia de tecnología agrícola a los agricultores de aquellas regiones en las cuales hay disponibilidad de variedades apropiadas y en donde las condiciones son favorables para aumentar la producción.

En 1977, la Unidad de Arroz del CIAT continuó desarrollando sus proyectos de cooperación internacional, mejoramiento varietal y adiestramiento, a fin de contribuir a la realización del objetivo fundamental que consiste en aumentar los rendimientos nacionales por unidad de superficie en América Latina.

COOPERACION INTERNACIONAL

Este año se compilaron los resultados del Primer Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina (VIRAL-76). Adicionalmente, se evaluaron en CIAT los siguientes viveros provenientes del IRRI (International Rice Research Institute) los cuales se recibieron a mediados de 1976: dos viveros de rendimiento de variedades de maduración precoz e intermedia; dos para ser evaluados en condiciones de secano; uno para el añublo de la vaina *Corticium sasakii;* uno para variedades flotantes y otro para problemas de salinidad y alcalinidad del suelo. Estos viveros se sembraron en CIAT entre julio y noviembre de 1976 y se evaluó el material, se multiplicó la semilla y se seleccionaron las variedades o líneas más promisorias para América Latina. Se puso especial énfasis en el tipo de planta, la calidad del grano, la resistencia a *Sogatodes* y el rendimiento.

PRIMER VIVERO INTERNACIONAL DE RENDIMIENTO DE ARROZ PARA AMERICA LATINA (VIRAL-76)

En 1976, se formó el Primer Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina (VIRAL 76) con 24 variedades provenientes de Colombia, Costa Rica, República Dominicana,

Cuadro 1. **Rendimiento de las variedades del Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz (VIRAL-76) en varios países de América Latina.**

Variedad	País de origen	Países y rendimientos (ton/ha)[1]						
		Colombia	Costa Rica[2]	Ecuador	Guyana	México[3]	Perú	Venezuela[4]
CICA 4	Colombia	3,3	4,5	6,1	2,9	6,4 1,7	8,1	5,4
CICA 6	Colombia	3,9	5,3	5,5	2,7	6,7 2,5	7,2	4,8
CICA 7	Colombia	3,1	4,5	5,6	3,0	5,1 2,6	7,5	4,3
CICA 9	Colombia	4,6	5,3	6,8	2,8	5,5 2,6	8,8	5,0
P918-25-1-4-2-3-1B	Colombia	4,9	3,5	6,2	2,8	9,7 3,3	8,1	5,8
P918-25-15-2-3-2-1B	Colombia	4,6	3,4	6,1	2,9	9,5 3,6	7,7	6,4
CR 1113	Costa Rica	4,3	4,0	5,7	3,1	6,6 2,2	8,7	6,1
Juma 57	Rep. Dominicana	3,8	-	6,9	1,8	- 2,6	9,4	5,6
Juma 58	Rep. Dominicana	2,5	-	6,1	-	- 3,0	9,4	7,2
118	Ecuador	4,5	3,6	6,3	2,1	4,9 2,8	7,2	5,2
Tikal	Guatemala	4,9	4,9	3,7	2,9	4,1 2,6	8,4	5,2
N (IR 1055)	Guyana	3,9	-	-	4,3	8,6 -	7,0	-
77916 (GR22-10-6-10)	Guyana	3,7	-	-	4,6	6,6 -	6,2	-
Macuspana A75	México	-	2,5	3,2	2,9	4,5 2,9	5,7	3,9
Bamoa A75	México	-	4,1	5,4	3,8	7,2 2,8	8,2	5,3
Inti	Perú	3,0	3,1	5,9	3,5	7,2 2,7	8,4	6,1
IR2058-78-1-3-2-3	IRRI	3,5	-	-	-	8,4 -	-	-
IR2823-399-5-6	IRRI	4,1	-	-	-	- -	-	-
IR2863-38-1-2	IRRI	4,3	-	-	-	10,8 -	-	-
IR1529-430-3	IRRI	4,4	-	-	-	- -	-	-
Bg 90-2	Sri Lanka	4,4	2,6	5,1	4,6	1,0 2,0	9,0	6,0
Ciwini SML	Surinam	4,3	3,3	5,2	3,1	1,9 2,2	6,9	3,4
Camponi SML	Surinam	4,6	5,6	4,1	3,7	- 2,0	6,8	5,1
Ceysvoni SML	Surinam	4,3	3,8	4,2	3,5	- 2,3	6,3	4,2

[1] Bajo condiciones de riego, excepto en Costa Rica y en dos localidades de México.
[2] Bajo condiciones de secano con buena distribución de lluvias.
[3] Bajo condiciones de secano, promedio de dos localidades con problemas de sequía.
[4] Promedio de dos localidades.
[5] Los guiones indican que la variedad no fue sembrada.

Ecuador, Guatemala, México, Perú, Filipinas, Sri-Lanka y Surinam. Se distribuyeron 28 juegos a 17 países. Los rendimientos obtenidos en varios países se observan en el Cuadro 1. Algunas variedades de este vivero sobrepasaron en rendimiento a las variedades locales, p. ej. Juma 57 y 58, de la República Dominicana, rindieron más que la variedad local peruana, INTI. En forma similar, IR2863-38-1-2 del IRRI y las dos líneas del proyecto cooperativo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA-CIAT) P918-25-1-4-2-3-1B y P918-25-15-2-3-2-1B, rindieron de 2 a 3 ton/ha más que Bamoa A75 y 4 ton/ha más que Macuspana A75 en México.

VIVEROS PROCEDENTES DEL IRRI

En 1977 se evaluaron los viveros del IRRI recibidos a mediados de 1976. El Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina, con variedades de maduración precoz (VIRAL-P), contenía 10 variedades de grano de buena calidad y buen potencial de rendimiento; los rendimientos fluctuaron entre 6,5 y 8,6 ton/ha. Bajo las condiciones del CIAT (1.000 m de altitud y 24°C), la maduración varió entre 121 y 129 días. A menores altitudes, el tiempo hasta la madurez se reduciría de 10 a 15 días (Cuadro 2.). En el vivero de las variedades de maduración intermedia (VIRAL-T) se incluyeron 14 líneas o variedades cuyos rendimientos flucturaron entre 6,5 y 9,9 ton/ha; el tiempo hasta la madurez fue de 130 a 143 días (Cuadro 3). El vivero para variedades de aguas profundas (VIRAL-F) tenía inicialmente 50 líneas de las cuales la Unidad de Arroz del CIAT seleccionó 10 por tipo de planta, calidad del grano y tolerancia a las aguas profundas (80 cm), las cuales se distribuyeron a los países que solicitaron este material. Este vivero también se sembró en el CIAT a comienzos de 1977, a fin de multiplicar la semilla y determinar los rendimientos potenciales de las líneas bajo condiciones normales de riego. En el Cuadro 4 se pueden observar las principales características y los rendimientos del material de VIRAL-F. En el Vivero Internacional de Tolerancia al Añublo de la Vaina, *C. sasakii* (VIAVAL), se descartaron algunas líneas debido al tipo inaceptable de grano, a la maduración tardía o a la susceptibilidad al volcamiento. De este material se distribuyó un vivero más reducido pero apropiado para América Latina. Sin embargo, no se eliminó ningún material del Vivero Internacional de observación de Salinidad (VIOSAL), ya que solamente se incluyeron unas pocas líneas para países específicos.

Los viveros de secano, los cuales incluyen 200 líneas o variedades, se sembraron en el CIAT bajo condiciones de secano. (Se presentó una sequía que duró de diciembre de 1976 hasta febrero de 1977). Varias líneas mostraron tolerancia a la sequía en las etapas vegetativa y reproductiva. Sin embargo, se encontró una baja tolerancia a la deficiencia de hierro, en la mayoría de las líneas, lo cual interfiere con la confiabilidad de los datos sobre rendimiento. Se seleccionaron 14 variedades tolerantes a la sequía y a la deficiencia de hierro —siete con granos de tamaño mediano, tres de granos cortos y cuatro de granos largos. Con este material se formó y distribuyó el Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz Secano (VIRAL-S).

En el Cuadro 5 se muestran los viveros y el número de juegos despachados a los países de América Latina en 1977.

SEGUNDA CONFERENCIA SOBRE EL PROGRAMA DE PRUEBAS INTERNACIONALES DE ARROZ PARA AMERICA LATINA (IRTP)

Este año, se realizó la segunda conferencia sobre el Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina,

Cuadro 2. **Principales características del germoplasma del Vivero Internacional de 1977 con Variedades de Maduración Precoz para América Latima (VIRAL-P), observadas en el CIAT[1].**

Identificación	País de origen	Agronomía: Altura (cm)	Agronomía: Madurez (días)	Enfermedades[2]: Piricularia	Enfermedades[2]: Añublo Bacter.	Enfermedades[2]: Añublo vaina	Insectos[2]: Sogatodes	Calidad: Grano largo[3]	Calidad: Temperatura gelatinización[4]	Rend. (ton ha)
BR51-46-1-Cl IR20/IR5-114-3-1	Bangladesh	107	129	7	3	1	4	5	I	8,0
IET2881(RP319-34-9-1-3 T141) IR661-1-175-3	India	86	123	9	5	3	4	3	IL	8,1
IET3262(RP633-95-8-1 IR8) PJ1-43//IR22	India	91	125	8	3	2	7	3	I	8,5
IET3127(RP6-516-31-4) TKM6/IR8	India	85	122	8	5	2	7	3	L	7,2
B541B-Pn-58-5-31 Pelita I-1/IP1108-2	Indonesia	103	128	7	2	2	3	3	I	8,6
IR2070-414-3-9(IR40) IR20*2/*O. nivara*//CP94-13	IRRI	96	125	4	4	2	6	5	I	7,3
IR2071-625-1-252(IR36) IR1561-228//IR24*4/*O.n.*///CR94-13	IRRI	80	124	2	6	3	3	3	I	7,7
IR2307-84-2-1-2 CR94-13/IR1561-228	IRRI	89	127	4	4	2	3	3	L	6,5
IR1561-228-3-3 (check) IR8/Tadukan//TKM6*2/TN1	IRRI	83	121	7	5	2	8	3	L	8,0
CICA 7	Colombia	99	125	3	3	2	4	3	L	8,0

[1] Promedio de dos semestres.
[2] Escala de resistencia internacional de 1-9; 1-2,9 = resistente; 3,0-3,9 = moderadamente resistente; 4,0-5,9 = moderadamente susceptible o intermedia; 6,0-9,0 = susceptible.
[3] Escala de longitud del grano: 3 = grano largo (6,61-7,50 mm); 5 = grano de longitud media (5,51-6,60 mm).
[4] Escala de temperatura de gelatinización: I = intermedia; L = baja.

Cuadro 3. **Principales características del germoplasma del Vivero Internacional de 1977 con Variedades de Maduración Intermedia para América Latina (VIRAL-T), observadas en el CIAT[1]**

Identificación	País de origen	Agronomía: Altura (cm)	Agronomía: Madurez (días)	Enfermedades[2]: Piricularia	Enfermedades[2]: Añublo Bacter.	Enfermedades[2]: Añublo vaina	Insectos[2]: Sogatodes	Calidad: Grano largo[3]	Calidad: Temperatura gelatinización[4]	Rend. (ton/ha)
BR51-46-5 IR20/IR5-114-3-1	Bangladesh	122	134	8	4	3	4	5	I	7,8
BR51-74-6 IR20/IR5-114-3-1	Bangladesh	120	133	8	4	3	4	5	IL	6,8
BP. 4 (BR51-91-6) IR20/IR5-114-3-1	Bangladesh	129	137	8	3	3	3	5	I	7,5
IEL1785 (RP84-39-1)	India	95	132	9	6	4	4	3	L	8,7
B541b-Kn-58-5-3 Pelita 1/1/IR532E576-4	Indonesia	110	130	8	4	3	4	3	I	7,0
B542b-Pn-9-2-2 Pelita 1/1/IR532E576-4	Indonesia	117	134	9	3	2	6	3	I	9,9
IR2070-423-2-5-6 (IR38) IR20*2 *0.n*//CR94-13	IRRI	91	134	4	5	3	3	3	L	7,3
IR2071-586-5-6-3 (IR42) IR1561-228/IR24*6/*0.n*//CR94-13	IRRI	103	143	0	3	3	8	5	L	7,9
IR2823-399-5-6 CR94-13/IR1529-680///IR24*3/ *0.n*//IR14-16	IRRI	103	137	2	4	4	4	3	IL	7,1
IR2863-38-1-2 IR1529-680-3/CR94-13//IR480-5-9-3	IRRI	88	136	4	4	3	3	3	L	6,5
Bg 374-1 (75-311) Bg 66-1/IR20	Sri-Lanka	103	132	8	3	2	3	3	I	8,2
Bg 375-1 (75-404)	Sri-Lanka	98	132	8	3	2	3	3	I	9,1
IR2588-19-19-1-2-2 IR1544-238/IR1529-680-3	IRRI	92	139	4	2	2	3	3	L	8,5
Taichung Sen-yu 195 Bing-tang-Chien/IR 661	Taiwán	89	132	6	4	3	3	3	L	8,1
CICA 9	Colombia	110	133	4	3	3	3	3	L	8,0

[1] Promedio de dos semestres.
[2] Escala de resistencia internacional de 1-9; 1-2,9 = resistente; 3,0-3,9 = moderadamente resistente; 4,0-5,9 = moderadamente susceptible o intermedia; 6,0-9,0 = susceptible.
[3] Escala de longitud del grano: 3 = grano largo (6,61-7,50 mm), 5 = grano de longitud media (5,51-6,60 mm).
[4] Escala de temperatura de gelatinización: L = intermedia; I = baja.

Cuadro 4. **Características de 10 líneas promisorias de arroz flotante, bajo condiciones normales de riego en el CIAT.**

Identificación	País de origen	Días a floración	Altura (cm)	Volcam. (%)	Rendim. (ton/ha)
BKN 6986-147-2 IR 262 Pin Gaew 56	Tailandia	168	112	10	6,7
BKN 6986-81 IR 262 Pin Gaew 56	Tailandia	156	150	85	4,4
BKN 6986-20 IR 262 Pin Gaew 56	Tailandia	146	111	0	6,5
BKN 6987-105-4 IR 262 Khao Nahng Nuey 11	Tailandia	128	109	0	8,9
BKN 6990-63 IR 262 IPG 161	Tailandia	129	172	100	5,4
C 4-63	Filipinas	119	115	0	6,9
R D 1	Tailandia	123	113	0	6,4
BKN 6987-118-3-P IR 262 Khao Nahng Nuey 11	Tailandia	123	107	0	8,2
BKN 6981-133-2-P IR 262 Khao Nahng Nuey 11	Tailandia	126	111	0	5,8
BKN 6987-233-2-P IR262 Khao Nahng Nuey 11	Tailandia	125	107	0	8,7

Cuadro 5. **Número de viveros del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz, para América Latina, distribuidos en 1977.**

País	Número de viveros[1]						
	VIRAL-P	VIRAL-T	VIRAL-S	VIRAL-F	VIAVAL	VIOSAI	Total
Argentina	1	1			1		3
Bolivia	1	1	2				4
Brasil	5	5	3	1	2		16
Colombia	1	1	1				3
Costa Rica	1	1	1				3
Ecuador	2	2	1	1	1	1	8
El Salvador	1	1	1				3
Guatemala	1	1	2				4
Guyana	1	1	1	1	1	1	6
Honduras	2	2	2				6
Jamaica				1			1
México	4	4	2				10
Nicaragua	2	2					4
Panamá	2	2	2				6
Paraguay			1				1
Perú			2		2	1	5
Rep. Dom.	1	1	1	1	1	1	6
Surinam	1	1			1		3
Venezuela	2	2					4
Total	28	28	22	5	9	4	96

[1] VIRAL = Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina
-P: Variedades de maduración precoz
-T: Variedades de maduración temprana o intermedia
-S: Variedades de arroz secano
-F: Variedades de arroz flotante.
VIAVAL: Vivero Internacional de Tolerancia al Añublo de la Vaina para América Latina
VIOSAI: Vivero Internacional de Observación de Salinidad en Arroz para América Latina

en las instalaciones del CIAT, desde el 4 al 5 de noviembre. Los líderes y demás profesionales de los programas nacionales de arroz asistieron a la conferencia cuyo propósito fue el fortalecimiento de la cooperación internacional dentro del IRTP; corregir los problemas de procedimiento; definir la necesidad de organizar y distribuir más viveros; intercambiar ideas sobre problemas actuales del arroz y desarrollar un plan de actividades para la más rápida diseminación de los resultados del IRTP a los agricultores. (En el Cuadro 6 se observa el número de delegados participantes de cada país representado).

Cuando se preguntó a los delegados si preferían recibir los viveros directamente del IRRI o después de la evaluación y selección posterior hecha por el CIAT, todos los delegados, con excepción de los de México y Costa Rica, solicitaron los viveros del CIAT. México solicitó viveros del IRRI y del CIAT y Costa Rica solicitó los viveros de observación directamente del IRRI y los viveros de rendimiento del CIAT. Los delegados de Brasil y Uruguay manifestaron que ellos solicitarían directamente del IRRI los siguientes viveros específicos: de resistencia a las bajas temperaturas, a la sequía y a la toxicidad de aluminio.

Los delegados de los distintos países demostraron interés por los siguientes viveros: viveros de rendimiento y observación con variedades de maduración precoz e intermedia para condiciones de secano y de riego; viveros para resistencia al añublo del arroz *(Pyricularia oryzae)* y añublo de la vaina *(C. sasakii)*; viveros para salinidad, bajas temperaturas y aguas profundas. Los delegados estuvieron de acuerdo acerca de la necesidad de establecer en el futuro viveros para la helmintosporiosis *(Helminthosporium oryzae)* escaldado de la hoja *(Rhynchosporium oryzae)* y problemas del suelo, como toxicidad de aluminio y alcalinidad. En el Cuadro 7 se presentan los tipos de viveros establecidos para 1978 y el número de juegos solicitados.

Cuadro 6. **Número de delegados participantes por país, que asistieron a la segunda conferencia del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina, en 1977.**

Países	No. de Delegados
Argentina	1
Belice	1
Bolivia	2
Brasil	3
Colombia	6
Costa Rica	2
Ecuador	2
El Salvador	1
Guatemala	1
Guyana	1
Honduras	2
México	3
Panamá	3
Paraguay	1
República Dominicana	1
Surinam	2
Venezuela	2
Uruguay	1
Filipinas (IRRI)	3
Total	38

DISTRIBUCION DE VARIEDADES Y LINEAS PROMISORIAS

La Unidad de Arroz del CIAT colaboró con diversas instituciones de varios países mediante el envío de variedades y líneas promisorias. En el Cuadro 8 se presenta la cantidad de semilla de variedades y líneas promisorias enviada en 1977.

Cuadro 7. **Programa Internacional de Ensayos de Arroz para América Latina planeado para 1978.**

Viveros IRTP	Tipo[1]	Argentina	Belice	Bolivia	Brasil	Colombia	Costa Rica	Cuba	Ecuador	El Salvador	Guatemala	Guyana	Honduras	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay	Perú	Rep. Dom.	Surinam	Uruguay	Venezuela	Total
Rendimiento	VIRAL-P	1	1	1	6	2	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	32
	VIRAL-T	1			4	3	1	1	1	1	1	1	2		1	2	1	1	1			2	24
	VIRAL-S		1	2	2	2	1		1	1	1	1	2	6	1	2	1	2				2	28
Observación	VIOAL	1	2		3			1				1	2		1	1		1				2	15
	VIOAL		2	2	5		1				1	1	2	6		2		1				2	25
Enfermedades	VIPAL		2	1	6	1	2	1	1	1	1	1	2	6	1	1		1	2		1	2	33
	VIAVAL				1		2	1	1			1			1	1		1				2	11
Problemas del medio y suelo	VIOSAL				1			1	1			1		1				1	1				7
	Vivero de baja temperatura				2			1										1			1		5
	VIRAL-F				1	2	1		1			1											6
Total		3	8	6	31	10	9	7	7	4	5	9	12	22	6	11	3	10	5	1	3	14	186

[1] VIRAL-P : Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para America Latina-Variedades de maduracion precoz.
VIRAL-T : Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para America Latina-Variedades de maduracion media.
VIRAL-S : Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz Secano para America Latina
VIOAL : Vivero Internacional de Observacion de Arroz para America Latina
VIPAL : Vivero Internacional de Añublo del Arroz para America Latina
VIAVAL : Vivero Internacional de Tolerancia al Añublo de la Vaina para America Latina
VIOSAL : Vivero Internacional de Observacion de Salinidad en Arroz para America Latina
Vivero Internacional de Observacion de Tolerancia del Arroz al Frio para America Latina (planicie)
VIRAL-F : Vivero Internacional de Rendimiento de Variedades Flotantes para America Latina.

Cuadro 8. **Semilla de arroz distribuida en 1977, por países.**

País	Variedades y líneas distribuidas (kg)													
	CICA 4	CICA 6	CICA 7	CICA 9	IR 8	IR 22	Línea 4422	Línea 4420	Línea 4444	Línea 4462	Línea 4440	Colombia I	IC V-10	Bluebonnet 50
Argentina	0,2	0,2	0,2	0,2										
Australia		0,1	0,1	0,1										
Rep. Fed. Alem.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0								
Brasil	3,0	1,0	51,0	51,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
Bolivia			150,0	200,0					100,0		200,0			
Bélgica		1,0												
Costa Rica											50,0			
Colombia				2,0							100,0			
Ecuador											10,0			
Francia			0,2	0,2										
Filipinas			0,4	0,4					0,4		0,4			0,4
Guyana			50,0	50,0							50,0			
Kenia			0,1	0,1							0,1			
Liberia		0,02	0,02	0,02					0,02		0,02			
México			1,0	1,0							1,0			
Nicaragua											50,0			
Panamá											50,0			
Perú		5,0	7,0	57,0					2,0		57,0			
Venezuela				50,0							80,0			
Uruguay				1,0										
Total	4,20	5,32	211,52	414,02	1,5	2,0	1,0	1,0	103,42	1,0	658,52	1,0	0,5	0,9

FITOMEJORAMIENTO

En este año, el ICA y el CIAT continuaron produciendo variedades mejoradas de arroz con altos rendimientos para lograr estabilidad de producción, menor dependencia en insumos agrícolas y superar ciertos factores limitantes de la producción de arroz, tales como el añublo del arroz *(P. oryzae)*, el virus de la hoja blanca, el sogata *(Sogatodes oryzicola)* y problemas menores, tales como el añublo de la vainas *(C. sasakii)* y la salinidad.

PRECOCIDAD

Los agricultores de las importantes zonas arroceras colombianas del Tolima y de la Costa Norte prefieren variedades de maduración precoz (100 a 110 días). Se combinaron cuatro variedades de maduración precoz — IR36, 74-5461 (Bg 34-8, resistente al añublo), CICA 7 e IR22 — en trece cruces sencillos diferentes para maduración precoz con resistencia al añublo procedente de Tetep, Colombia 1 y C46-15. Los cruces simples se volvieron a cruzar e intercruzar para producir ocho cruces triples y cinco cruces dobles. La población F_2 de estos cruces se evaluará por precocidad en las estaciones del ICA, Natama y Turipana, en las zonas arroceras del Tolima y la Costa Norte, respectivamente.

RESISTENCIA A LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES

Resistencia al añublo del arroz

La selección por resistencia al añublo del arroz, *P. oryzae*, es uno de los objetivos básicos del programa de fitomejoramiento. Se trata de obtener una resistencia estable al añublo del arroz mediante resistencia múltiple y variedades multilineales.

Resistencia múltiple. Se seleccionaron aproximadamente 36.000 progenies F_2 derivadas de cruces múltiples, con 10 líneas progenitoras mejoradas que contenían factores de resistencia de Tetep, Colombia 1, Dissi Hatiff, C46-15 y Carreon. Las progenies F_3 que combinaban factores de resistencia de tres o cuatro fuentes, se evaluaron mediante ensayos de progenie en surcos individuales. Se derivaron aproximadamente 11.000 selecciones que combinaban resistencia al añublo, al sogata *(Sogatodes)*, calidad de grano aceptable y buen tipo de planta, a partir de las progenies F_3 promisorias. Todas las 11.000 selecciones se sembraron como progenies F_4 en Villavicencio y se expusieron a la infección natural de piricularia en el cuello de la panícula. De las 3.400 progenies F_4 que maduraron durante el año, se seleccionaron 330 líneas promisorias, las cuales se sembraron en la estación del ICA en Palmira, en parcelas no replicadas, para evaluación de rendimiento; 1.000 progenies fueron seleccionadas para evaluarlas en F_5.

Variedades multilineales. Se completó el tercero y último retrocruce para obtener una multilínea de cinco componentes, con cinco fuentes de resistencia (Tetep, Colombia 1, Carreon, Dissi Hatiff y C46-15) y dos progenitores recurrentes (4414 y CICA 9); se sembraron las respectivas progenies F_3 del primer retrocruce.

Con el tercer retrocruce se recapturó completamente el fenotipo progenitor recurrente, como lo evidencia la uniformidad de las líneas. Se intercruzaron las poblaciones B_3F_1 para combinar factores de resistencia de tres fuentes diferentes (Tetep con otras dos), como se muestra en el Cuadro 9, para desarrollar una variedad multilineal con resistencia múltiple.

Además, se inició un proyecto multilineal extenso, con siete progenitores recurrentes diferentes y siete fuentes

Cuadro 9. **Combinaciones de cruzamiento con diferentes fuentes de resistencia a la piricularia.**

1	Tetep x (Carreon x Colombia 1)
2	Tetep x (Carreon x Dissi Hatiff)
3	Tetep x (Carreon x C46-15)
4	Tetep x (Colombia 1 x Dissi Hatiff)
5	Tetep x (Colombia 1 x C46-15)
6	Tetep x (Dissi Hatiff x C46-15)

diferentes de resistencia de origen geográfico diverso (Cuadro 10). Este año se completó el primer retrocruce de cada uno de los progenitores recurrentes.

En el programa de fitomejoramiento, se incorporaron como progenitores cinco variedades nuevas, de amplia adaptación y altos rendimientos, con buena habilidad de combinación y resistencia a varios factores limitantes de la producción. En el Cuadro 11 se presenta una lista de los progenitores y de sus características deseables. Los cinco progenitores se cruzaron en 152 combinaciones de cruce triple, a fin de combinar factores de resistencia al añublo proveniente de dos fuentes distintas.

Cuadro 10. **Fuentes de resistencia a piricularia, obtenidas de distintos orígenes geográficos.**

Progenitores recurrentes	Fuentes de resistencia	País de origen
4440	Tetep	Vietnam
4414	Tapoo-cho-z	China
4468	Ca 902/b/3/3	Chad
CICA 4	P.I. 184675-2	Irán
CICA 9	Colombia 1	Colombia
Línea 8	S.M.L. 56 7	Surinam
Bg 90-2	Ramind Str 3	Tailandia

Tolerancia al añublo de la vaina del arroz

Actualmente, sólo se ha encontrado tolerancia al añublo de la vaina del arroz *(C. sasakii)*. De las tres variedades tolerantes seleccionadas, Bahagia, Tapoo-cho-z y K8, Bahagia y Tapoo-cho-z, se han usado ampliamente en cruces múltiples como fuentes de tolerancia al añublo de la vaina del arroz. Se realizaron cruces entre las tres variedades tolerantes Bahagia x Tapoo-cho-z; Bahagia x K8; y K8 x Tapoo-cho-z, de tal manera que cada combinación tuviera factores de tolerancia de los dos

Cuadro 11. **Características deseables de cinco progenitores incorporadas en el programa de fitomejoramiento del CIAT-ICA en 1977.**

		Reacción[1]				
Progenitor	Tipo de planta	Añublo bacter.	Añublo vaina	Salinidad	Deficiencia al P	Temperatura baja
Remajda	Alto	AR	S	S	S	T
Bahagia	Intermedia	T	T	S	S	S
Pelita I-1	Intermedia	MR	S	AR	T	S
Bg 66-1	Enana	AR	S	S	S	S
Bg 90-2	Enana	R	S	S	S	T

[1] Escala de resistencia: AR = altamente resistente, MR = moderadamente resistente, T = tolerante, S = susceptible

progenitores. Cada cruce simple se combinó a su vez con CICA 4, CICA 7, CICA 9 y 4440. Las progenies F_2 se observarán en condiciones de campo y posteriormente, se evaluarán. También, se cruzaron y retrocruzaron CICA-4, CIC 7, CICA 9 y 4440 con cada uno de los tres donantes para proporcionar tolerancia al añublo de la vaina a cada uno de los progenitores recurrentes. Todavía no se han desarrollado técnicas rápidas de selección de plántulas para materiales tolerantes.

Resistencia al Añublo Bacterial

Se inocularon once variedades resistentes en Asia al añublo bacterial mediante el uso de aislamientos de *Xanthomonas oryzae* obtenidos en América Latina. Según las reacciones varietales presentadas en el Cuadro 12, parece que los aislamientos provenientes de América Latina se comportan en forma similar a los obtenidos en Asia.

Cuadro 12. **Reacción de algunas variedades al añublo bacterial (*Xanthomonas oryzae*).**

Variedad	Reacción[1] Colombia	Reacción[1] Asia
Remajda	AR	AR
Pelita I-1	R	R
Ladudakan	R	R
Bg 90-2	R	R
Bg 66-1	R	R
Bg 97-2	MR	R/MR
Bg 97-3	R	R
K 8 (mutante)	MR	MR
IR 22	R	R
IR 2035-290	MR	R/MR
IR 8	AS	AS
Bluebonnet 50	AS	AS

[1] Escala de resistencia: AR = muy resistente, R = resistente, MR = moderadamente resistente, AS = altamente susceptible.

Se ensayaron, bajo condiciones de invernadero, por resistencia al añublo bacterial, aproximadamente 832 líneas avanzadas seleccionadas en la estación del ICA en Palmira, las cuales provenían de poblaciones F_2 y F_4 procedentes de Sri-Lanka. Se encontró que el 59 por ciento era resistente, el 20 por ciento tolerante y el 21 por ciento, susceptible.

Identificación de genes por resistencia al sogata

Existe una posibilidad de especialización fisiológica de *Sogatodes* y por tanto, es preciso tratar de localizar genes resistentes. Actualmente, se están investigando 10 variedades resistentes distintas para identificar sus genes correspondientes.

EVALUACION DE MATERIALES PROMISORIOS

Líneas avanzadas y poblaciones segregantes de Sri-Lanka

Se evaluó un total de 934 líneas avanzadas (en las generaciones F_5 y F_6) derivadas de 22 cruces diferentes, procedentes de Sri-Lanka; de éstos, se seleccionaron 44 como promisorias, las cuales se evaluaron con base en su potencial de rendimiento, en dos experimentos que utilizaron CICA 9 como testigo. En el Cuadro 13 se observan los resultados de las ocho mejores líneas de cada ensayo.

Se evaluaron las poblaciones masales F_4 provenientes de ocho cruces múltiples y procedentes de Sri-Lanka (Cuadro 14); De este material, se hicieron 768 selecciones individuales, las cuales se evaluaron en

Cuadro 13. **Comportamiento de 16 líneas avanzadas, derivadas de 22 cruces provenientes de Sri-Lanka.**

Líneas	Cruce	Rendimiento (ton/ha)	% de Control
Ensayo 1			
1170	Bg 90-2 x [IR 1541 x ob678]	8,5	125
1156	Bg 90-2 x [IR 1541 x ob673]	7,8	115
1279	Bg 90-2 x [IR 1541 x ob678]	7,7	113
1313	Pelita I/1 x [IR 1702 x IR 1529]	7,6	111
1394	Pelita I/1 x [IR 1702 x IR 1529]	7,5	110
1188	Bg 90-2 x [IR 1541 x ob678]	7,5	110
1348	Pelita I/1 x [IR 1702 x IR 1529]	7,4	109
1332	Pelita I/1 x [IR 1702 x IR 1529]	7,3	106
CICA 9	(Testigo)		
Ensayo 2			
Bg 90-2	IR 262 x Remajda	9,3	129
1724	Pelita I/1 x [ob678 x I.K.M-6]	9,3	128
1884	IR 22 x Bg 90-2	8,5	117
1843	[IR8 x I.K. M-6] x [IR665 x Bg90-2]	7,8	108
1883	IR 22 x Bg 90-2	7,7	107
1893	IR 22 x Bg 90-2	7,7	107
1895	Bg 66-1 x IR 20	7,7	107
1854	[IR8 x I.K.M-6] x [Bg66-1 x IR22]	7,7	107
CICA 9	(Testigo)		

surcos individuales en la generación F_5. De estas, se seleccionaron 90 líneas promisorias por potencial de alto rendimiento, aceptable calidad del grano, tipo de planta y resistencia a la hoja blanca, añublo bacterial y sogata.

Cuadro 14. **Ocho cruces múltiples provenientes de Sri-Lanka.**

IR 2042-101	x	[IR 262 x Pelita I/1]
IR 2035-290	x	[Bg 90-2 x Pelita I/1]
IR 2035-290	x	[IR 262 x Pelita I/1]
IR 2035-290	x	[IR 1529 x Pelita I/1]
Pelita I/1	x	[IR 26 x ob678]
73-797	x	[BKn 6809 x IR 1529]
73-669	x	[Bkn 6809 x IR 1529]
IR 262	x	[Bkn 6809 x IR 1529]

Se tuvieron en observación cuatro poblaciones F_2 de Sri-Lanka y de este material, se evaluaron 166 selecciones F_3 en surcos individuales. Se obtuvieron 30 líneas promisorias.

Evaluacion de Introducciones

Se evaluaron aproximadamente 461 líneas avanzadas del IRRI y de Indonesia y se encontraron tres líneas con un factor de resistencia a piricularia, derivado del arroz silvestre *Oryza nivara*. Estas líneas se usarán como progenitores en el Programa de Fitomejoramiento.

Cuadro 15. **Principales características agronómicas de 10 selecciones de la línea 4440, en el CIAT[1].**

Selección	Días a floración	Días a madurez	Altura (cm)	Reacción[2] Sogatodes	Reacción[2] Piricularia	Rendimiento (ton/ha)
1	106	143	96	2	1	7,8
2	106	144	96	2	1	7,4
3	111	146	99	3	1	7,7
4	112	147	96	2	1	7,4
5	114	148	99	3	1	7,8
6	107	145	98	3	1	7,6
7	106	143	96	2	1	7,1
8	108	145	98	2	1	7,9
9	110	142	97	2	1	7,1
10	109	146	98	2	1	7,6

[1] Promedio de tres replicaciones.

[2] Con base en la escala internacional de resistencia de 1-9: 1-2,9 = resistente; 2,9-3,9 = moderadamente resistente; 4,0-5,9 = moderadamente susceptible o intermedia; 6,0-9,0 = susceptible.

Purificación y multiplicación de la línea 4440

La línea 4440 se originó de un cruce entre CICA 4 y F_1 (IR665-23-3-1 y Tetep) y se seleccionó como línea pura, con la genealogía P918-25-1-4-2-3-1B. Junto con CICA 7 y CICA 9, se incluyó en los ensayos regionales de 1976 y en el Primer Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz para América Latina.

Se observó en la sede del CIAT

Cuadro 16. **Calidad del grano de 10 selecciones de la línea 4440, en el CIAT.**

No. selección	Rend. total arroz blanco[1] (%)	Arroz excelso[2] (%)	Longitud grano (mm)	Centro blanco[3]	Temperatura de gelatinización[4]
1	71,8	59,9	6,9	0,6	I,B
2	71,3	58,8	6,9	0,7	I
3	70,8	58,3	6,9	0,8	I
4	70,9	58,0	6,9	0,7	I
5	71,4	59,4	6,8	0,7	I
6	70,5	52,9	7,1	0,7	
7	69,3	51,5	7,0	0,7	I
8	68,7	45,0	7,2	0,7	I
9	68,3	46,2	7,1	0,5	I
10	69,1	48.3	7,2	0,6	I

[1] Basado en 15 kg de arroz paddy (con cáscara).

[2] Arroz blanco completo y 3/4 grano entero.

[3] Apariencia del arroz blanco, basada en una escala de 0-5. 0 = ausencia del centro blanco; 5 = centro blanco que llena el grano completo.

[4] I = intermedia; B = baja, el arroz es seco y suelto despues de la cocción.

segregación por tipo de grano, altura de la planta y madurez en una parcela de multiplicación establecida con 4440. De esta parcela, se seleccionaron 1.600 plantas para purificarlas, las cuales se evaluaron por calidad del grano y maduración. Se seleccionaron 10 plantas mejoradas, para continuar las evaluaciones y la multiplicación de semilla en parcelas sembradas individualmente, de 200m², con tres replicaciones; se transplantó una plántula sitio de siembra a una distancia de 50 por 50 centímetros. En los Cuadros 15 y 16 se presentan las principales características agronómicas y la calidad del grano de estas 10 selecciones. Con base en estas observaciones, se decidió continuar la multiplicación de semilla básica a partir de las selecciones 1 y 10, las cuales se transplantaron en un campo de 4,5 hectáreas. A principios de 1978, una de estas selecciones será designada en Colombia como variedad por el Programa de Arroz del ICA. Adicionalmente, se envió un kilogramo de semilla selección a los jefes de los programas nacionales de arroz que asistieron a la segunda conferencia del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina.

Figura 1. **Daño severo causado por *Porphyla martinica* después de alimentarse con hojas de arroz de 30 días de edad, en la sede del CIAT.**

DAÑO MECANICO EN ARROZ DE RIEGO

La polla de agua *(Porphyla martinica)* ha causado el volcamiento de las plantas de arroz e impedido la florescencia en el área donde estas aves hacen sus nidos. A finales de 1976, cuando se redujo el área de siembra de arroz en el CIAT, la población de *P. martinica* se concentró en una parcela de una hectárea, sembrada con 4440, en donde causó estragos al comer las plántulas de 30 días (Fig. 1). El daño afectó el 10-15 por ciento del área. Esta observación confirma el hecho de que, a falta de alimentos, las aves pueden limitar significativamente la producción. Esta fue la primera vez que se registró este tipo de daño en los campos de arroz y su magnitud es de importancia económica.

ADIESTRAMIENTO

CURSOS DE PRODUCCION DE ARROZ

Quince especialistas en el cultivo de arroz de América Latina, provenientes de Bolivia, Brasil, Ecuador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua y Panamá, recibieron adiestramiento en producción y mejoramiento genético de arroz, en cursos de cuatro a seis meses de duración. Estos profesionales recibieron orientación práctica en: preparación del terreno; siembra; prácticas culturales; cosecha y procesamiento; formulación de planes, y evaluación económica (Fig. 2). Estas prácticas se reforzaron con instruc-

Figura 2. **Participantes en un curso de adiestramiento adquieren experiencia en la preparación de causas de producción de plántulas de arroz para ser transplantadas al campo.**

ción en el salón de clases y conferencias periódicas sobre los aspectos económicos y administrativos de la producción.

Una fase importante del adiestramiento fue la planeación y ejecución, por parte de los mismos profesionales, de experimentos diseñados para estudiar los principales problemas agronómicos que presenta el cultivo en sus propios países. Los participantes planearon ocho experimentos, los cuales evaluaron los siguientes aspectos: densidad de siembra y fertilización nitrogenada en arroz sembrado directamente y transplantado; la presencia del arroz espontáneo y su control; el efecto del minador de la hoja (*Hydrellia* spp.) en la producción del arroz transplantado y en la del arroz sembrado directamente. Finalmente, el control químico de las malezas en el arroz de siembra directa y en el transplantado.

También se hicieron experimentos que comparaban los rendimientos de sistemas de siembra semicomerciales en parcelas de una hectárea, los cuales fueron planeados y realizados por los participantes. Aunque no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento, se continúa este experimento con otro grupo de becarios, a fin de evaluar los costos de producción de estos dos sistemas de siembra.

El adiestramiento se complementó con viajes de observación a las zonas arroceras del Valle del Cauca, del Tolima y del Huila, en Colombia, y también de la Cuenca del Río Guayas, en Ecuador. Los becarios tuvieron la ocasión de comparar diferentes técnicas de cultivo en medios ecológicos distintos y de evaluar e integrar sus propios conocimientos y experiencia con los otros técnicos.

Se proporcionó adiestramiento especial a los profesionales interesados en fitomejoramiento. El adiestramiento incluía los conceptos básicos de la selección de material genético, el establecimiento y evaluación de ensayos regionales y la planeación y evaluación de Viveros Internacionales de Rendimiento de Arroz para América Latina (Fig. 3).

CURSOS INTENSIVOS

A finales de 1977, se dictó un curso corto

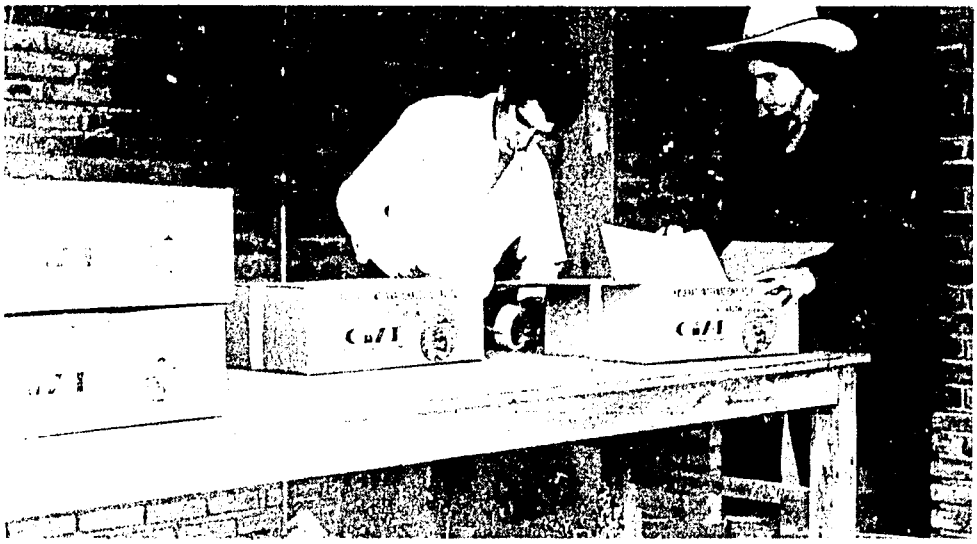


Figura 3. Participantes de México y Ecuador de un curso de adiestramiento, ayudan a reunir y a empacar los Viveros Internacionales de Ensayos de Rendimiento de Arroz, para su distribución a países de América Latina.

para 20 agrónomos que trabajaban en programas de asistencia técnica con el ICA, la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ) y CARF, a fin de proporcionarles instrucción sobre nuevas tecnologías de producción de arroz, tales como nivelación de terrenos anegados y transplante.

ADOPCION DE TECNOLOGIA DE ARROZ

En 1977 se continuó un proyecto de estudios especiales sobre los efectos socioeconómicos de las variedades mejoradas de arroz y de la tecnología asociada, en los agricultores de los pueblos y fincas de la Costa Norte de Colombia, una región importante para el cultivo del arroz. Se analizaron los aspectos económicos de la producción de arroz de secano no favorecido, (la distribución de lluvias durante el ciclo de crecimiento del cultivo no es adecuada), secano favorecido y arroz de riego, para establecer prioridades de investigación en el programa cooperativo CIAT-IRRI, orientadas hacia los pequeños productores de arroz de América Latina, y para estudiar en detalle las adaptaciones socioeconómicas de una sociedad arrocera, la cual se encuentra en una etapa de transición (Informe Anual del CIAT, 1976).

Se estudiaron dos comunidades arroceras vecinas. En el testigo, solamente se usaron variedades de arroz y tecnologías tradicionales para cultivos de subsistencia. En la comunidad tradicional, tanto el cultivo de arroz de secano no favorecido como el de secano favorecido, están desprovistos de irrigación. En el sistema de cultivo en secano no favorecido, el arroz se siembra directamente, en zonas más altas, con suelos relativamente pobres. No se construyen caballones para retener las aguas lluvias. En el cultivo de secano favorecido, generalmente se transplanta el arroz a suelos buenos, en campos anegados

naturalmente, con poca profundidad de agua, los cuales a veces se rodean con caballones para retener el agua. La mayoría de los agricultores del grupo tradicional usan ambos métodos de cultivo de arroz; el tamaño promedio de las parcelas de arroz fue de 0,8 y 0,9 hectáreas por agricultor para los dos métodos de cultivo, respectivamente. Como la mayoría de los agricultores usan ambos sistemas, se concluye que el área promedio, cultivada con arroz, es de 1,26 hectáreas por agricultor.

En la comunidad que emplea sistemas modernos de cultivo, la mayoría de los agricultores usan la variedad mejorada CICA 4, en tierra irrigada, con fertilizantes, insecticidas, fungicidas y control químico de malezas. Estos insumos les fueron proporcionados mediante créditos por la Caja Agraria. (Sin embargo, algunos de los agricultores no administraron eficientemente sus créditos, contrajeron deudas y perdieron su reputación crediticia).

Los rendimientos de arroz fueron apreciablemente diferentes entre los agricultores modernos y los tradicionales (ver Cuadro 17). Los agricultores modernos percibieron mayores ingresos netos debido a los mayores rendimientos de la variedad mejorada CICA 4, la cual tiene un período de crecimiento más corto y permite realizar dos cosechas al año. (Un agricultor produjo ocho toneladas de arroz en una parcela de una hectárea).

Es preciso anotar que, en la época en que se efectuaron estos estudios, los precios del arroz eran bajos, las lluvia en la estación lluviosa se retrasaron y la precipitación total fue escasa, todo lo cual afectó adversamente los transplantes. Como resultado, los beneficios reales fueron negativos para el agricultor tradicional y sólo ligeramente superiores a cero para el agricultor moderno. Sin embargo, los agricultores agrupados en una cooperativa, en la comunidad moderna, logran mayores rendimientos e ingresos que el promedio (ver Cuadro 18).

En el Cuadro 19 se observan los costos de producción estimados para las dos comunidades. De los costos variables la mano de obra en el sistema tradicional fue muy alta, en comparación con la producción mecanizada-74 y 87 por ciento para el

Cuadro 17. **Rendimiento estimado y análisis de rentabilidad de la producción de arroz, en 3 sistemas diferentes de cultivo de arroz, en 2 comunidades.**

	Moderna	Tradicional	
	Riego mecanizado	Secano Manual	Transplante Manual
Rendimiento (kg/ha)[1]	3.510	972	984
Valor de la producción (Col.$/ha)	12.285	3.402	3.444
Costos totales (Col.$/ha)	12.078	6.486	4.322
Beneficio neto[2] (Col.$/ha)	207	-3.084	-878
Beneficio neto[3]		-1.501	315

[1] Los cálculos de rendimiento se basan en cuestionarios llenados por el 100% de los agricultores de la comunidad moderna, 25% de la comunidad tradicional

[2] Se incluye, como costo, la mano de obra familiar

[3] No se incluye, como costo, la mano de obra familiar

Cuadro 18. **Rendimiento y análisis de rentabilidad por miembro, de la producción mecanizada de arroz operada por una cooperativa, en comparación con los promedios de otros habitantes de la comunidad, en 1976.**

	Cooperativa	Promedio comunidad
Rendimiento (kg/ha)	4.140	3.510
Valor del rendimiento (Col.$/ha)	18.258	12.285
Costos totales (Col.$/ha)	15.819	12.078
Beneficio neto	2.439	207

arroz de secano no favorecido y secano favorecido, respectivamente en comparación con 17 por ciento para el agricultor moderno. Es preciso notar que los agricultores de subsistencia usan mano de obra familiar en sus fincas pero no la consideran como un costo. Sin embargo, cuando se deduce la mano de obra familiar de los costos totales de producción, solamente los cultivadores de arroz de secano favorecido lograron obtener un ingreso en 1976.

Debido a que los agricultores de secano alquilan tierras, en las cuales se pueden sembrar otros cultivos tales como fríjol, maíz y yuca, las tasas de alquiler de los agricultores de secano son mayores. Al mismo tiempo, los agricultores de secano favorecido no compiten por tierra con otros cultivos y por tanto, sus costos de producción son más bajos y producen rendimientos superiores. La tecnología nueva para estos agricultores aportaría mayor provecho.

Es evidente que la moderna comunidad cultivadora de arroz está cambiando de una economía fundamentada en artículos básicos a una economía basada en uso del dinero en efectivo. Esta situación ha afectado adversamente a los arrendatarios y aparceros de esta comunidad, desprovistos de tierra, para los cuales el arroz constituye un artículo básico de disponibilidad limitada, dentro de una economía de escasez orientada hacia la producción de productos básicos.

Cuadro 19. **Costos estimados de la producción de arroz/ha, en 3 sistemas diferentes de cultivo de arroz, en la región de la Costa Norte de Colombia, 1976 (costos expresados en pesos colombianos).**

	Moderna	Tradicional	
	Mecanizado, irrigado (n = 72)	Secano favorecido (n = 23)	Secano no favorecido (n = 43)
Alquiler de la tierra	1.585	1.943	1.039
Preparación del terreno	1.800	-	-
Agua	526	-	-
Semilla	1.242	478	255
Insumos	1.912	176	95
Aplicación de insumos	156	10	5
Cosecha	1.800	-	-
Asistencia técnica e intereses	901	80	43
Transporte	300	53	28
Mano de obra	1.856	3.746	2.857
Total	12.078	6.486	4.322

Los aparceros, que constituyen el 50 por ciento de los agricultores de subsistencia de esta comunidad, dedican generalmente una quinta parte de su ganancia bruta para el pago de la mano de obra durante la cosecha y una tercera parte, para pagar al dueño de la tierra. Esto indica que los agricultores de subsistencia no pueden contribuir significativamente al mercado externo ni destinar buena parte del cultivo para el consumo familiar. Hasta hace poco tiempo, ellos obtenían el arroz para su consumo ofreciendo su mano de obra a los modernos cultivadores de arroz, quienes les pagaban su trabajo con cantidades específicas de arroz.

Cuando los agricultores económicamente pudientes introdujeron por primera vez la cosechadora mecánica se permitió a las familias de escasos recursos de la comunidad, recoger los granos desprendidos dejados por la máquina en el campo, compensando parcialmente en esta forma la disminución en la disponibilidad de arroz para el consumo familiar. Sin embargo, los agricultores modernos argumentan ahora que, de un 3 a 15 por ciento de los granos de arroz, quedan en los tallos y hojas cortados por la máquina y que este arroz podría ser consumido por la familia del propietario.

La circulación reducida del arroz en la economía local obliga a los agricultores de subsistencia a comprar más arroz durante la mayor parte del año (Fig. 4). Sin embargo, estos pagos en efectivo compran menos arroz que la cantidad normalmente pagada a los obreros debido a que el arroz comprado pasa por las manos de los intermediarios, los cuales suben el precio del mismo. El hecho de que la comunidad moderna está realizando una transición económica de un cultivo de subsistencia a una economía basada en el efectivo, también se refleja en las cambiantes costumbres sociales. En épocas anteriores, los agricultores de ambas comunidades regalaban arroz a familias y amistades. Actualmente, el 85 por ciento de los

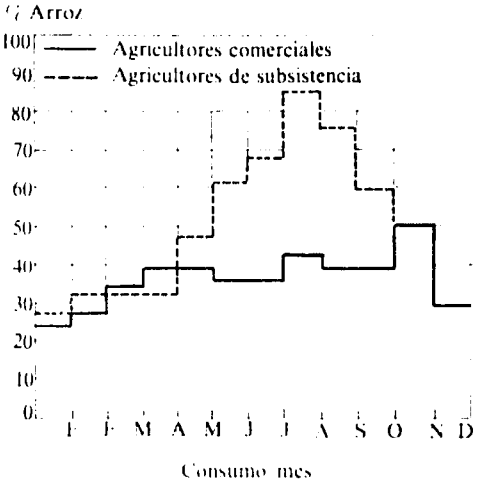


Figura 4. Comparación del porcentaje de agricultores comerciales en la comunidad moderna, y agricultores de subsistencia en la comunidad tradicional, que compran arroz para el consumo familiar durante el año.

agricultores tradicionales que fueron entrevistados regalan arroz y sólo el 65 por ciento de los agricultores modernos continúan esta práctica. Estas cantidades constituyen el 3,4 y el 0,9 por ciento de la producción de los agricultores, respectivamente. Los agricultores más pobres, esto es, los aparceros, pueden haber distribuido cantidades de arroz similares a las de los agricultores modernos; sin embargo, ellos tienen los menores rendimientos e ingresos netos; por lo tanto, distribuyen una mayor proporción de su arroz que los dueños de tierra. Aunque estas cantidades fueron pequeñas y su mayor significado radica en sus aspectos de compromiso social y no en la importancia económica, cuando estos regalos se hacían antes de la cosecha, pueden haber adquirido importancia para los agricultores sin tierra.

Este cambio hacia una economía basada en el uso de dinero efectivo, está causando la polarización de los agricultores modernos, separándolos de los agricultores tradicionales y de los obreros del campo. Esta separación se manifiesta en la

posesión de artículos tangibles como aparatos de televisión, radios, bicicletas, mejores viviendas y también, en factores menos tangibles, como diferentes hábitos de trabajo y distintos niveles de vida cosmopolita.

Estas presiones económicas también están provocando la migración de las personas que son menos favorecidas en la comunidad moderna. Los análisis preliminares indican tres factores que contribuyen a esta situación: 1) la mecanización de la cosecha redujo la disponibilidad de empleo para los agricultores no propietarios; 2) el sistema de distribución de arroz cambió afectando a los campesinos no propietarios que trabajan por un jornal, en las fincas modernas; y 3) los agricultores propietarios de la tierra perdieron su reputación crediticia debido a mal manejo de los créditos que se les había otorgado.

Sin embargo, pareciera que, debido a un mejoramiento en el estatus económico general, los mayores rendimientos de arroz que ahora se obtienen están ocasionando cambios en la sociedad moderna. El tamaño promedio de la familia aumentó ligeramente así como el tamaño de la vivienda. Durante los últimos 10 años, la tasa de nacimientos aumentó en comparación con la del grupo testigo, aunque las proporciones de edad y sexo, entre las familias tradicionales y modernas, no presentaron diferencias.

El número deseable de miembros en una familia, entre los agricultores modernos, también aumentó. Aunque los cambios en el tamaño de la familia no fueron de importancia estadística, éstos han sido atribuidos directamente a los mayores rendimientos en las cosechas, los cuales producen mayor rentabilidad, y una mejor nutrición de la familia.

La mayor producción de arroz obtenida por el uso de variedades mejoradas y las tecnologías desarrolladas alrededor de tales variedades, también ha provocado un cambio en la toma de decisiones económicas, en el seno de la familia moderna. En la comunidad tradicional, la mujer tiene el papel principal en la toma de decisiones, ya que ella es responsable de la huerta familiar, la cual constituye una base importante de la subsistencia. Sin embargo, a medida que mejora la situación económica, debido a los mejores rendimientos de los cultivos de arroz, el padre quien es el responsable del cultivo del arroz asume un papel principal en la toma de decisiones.

Cuando se les preguntó a los agricultores tradicionales y modernos su opinión acerca de las expectativas vocacionales futuras de sus hijos, el 30 por ciento de los agricultores tradicionales deseaba que los hijos fueran agricultores; en cambio, sólo el 8 por ciento de los agricultores modernos querían que los hijos continuaran en esta actividad. En vista de la mayor rentabilidad que ofrece la agricultura al agricultor moderno, el sorprendente poco deseo de que sus hijos sean agricultores se interpretó como un cambio en la forma de juzgar la actividad agrícola, no considerándola como una forma de vida sino como una alternativa de inversión. Esta forma de pensar fue complementaria de un deseo expreso de trasladarse a las ciudades. Aparentemente, los mejores rendimiento y la rentabilidad neta de los cultivos mejorados de arroz, se consideran como un factor determinante en la movilidad social.

Unidad de Producción Porcina

En 1977, la Unidad de Producción Porcina del CIAT organizó el Segundo Curso de Posgrado en Producción Porcina. El 60 por ciento del curso fue de carácter práctico y se efectuó en granjas porcinas del Valle del Cauca, Colombia. En el curso participaron 25 profesionales procedentes de 10 países de América Latina.

La Unidad de Producción Porcina, a través de sus programas cooperativos con instituciones nacionales de Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú, continuó su labor de adaptación de tecnología en la producción porcina a nivel regional. Como parte de los proyectos cooperativos, se realizaron estudios nutricionales sobre la utilización de materias primas producidas localmente.

Treinta y cinco profesionales procedentes de 12 países de América Latina, que anteriormente habían recibido adiestramiento en el CIAT, participaron en un taller de trabajo* en el CIAT para analizar los problemas y el futuro de la producción porcina en la región, especialmente en aquellos países que tienen proyectos de cooperación con el Centro. Los participantes del taller de trabajo también discutieron la organización de una red internacional para la producción porcina.

En el CIAT, se realizaron experimentos con altos niveles de puliduras de arroz en las dietas suministradas durante los períodos de gestación y de lactancia. Los resultados demostraron que es factible el uso de puliduras de arroz, como principal ingrediente energético, durante todos los períodos del ciclo de vida porcino. La investigación sobre suplementación de metionina, en las dietas a base de harina de yuca, sugirió que la adición de este aminoácido no es esencial.

La planta piloto para la producción de proteína microbiana a base de yuca en el CIAT continuó funcionando con el fermentador de 200 litros. Según los estudios realizados, se ha determinado que el pH del medio de fermentación constituye un factor importante para la obtención de resultados satisfactorios. La biomasa microbiana que se está produciendo tiene en el producto final secado al sol, un contenido de proteína cruda que es bastante estable (33-35%).

* Del inglés "Workshop".

ADIESTRAMIENTO

Curso de Posgrado en Producción Porcina

Se seleccionaron 25 profesionales de instituciones que realizan actividades en producción porcina, adiestramiento e investigación, para participar en un curso intensivo (seis semanas) con la colaboración de especialistas de instituciones colombianas, estatables y privadas, y personal de la Unidad de Producción Porcina del CIAT. Los candidatos procedían de 10 países de América Latina.

Se dedicó aproximadamente un 40 por ciento del tiempo de este curso a la teoría y el resto a trabajos prácticos en la Unidad de Producción Porcina del CIAT y en fincas comerciales del Valle del Cauca. Los participantes trabajaron en ocho granjas porcinas (Figura 1) a fin de evaluar los principales problemas de producción e introducir algunos cambios tecnológicos. También visitaron instituciones estatales y privadas relacionadas con varios aspectos de la producción porcina, como empresas dedicadas al mercadeo de porcinos, instalaciones para procesamiento de carne de cerdo, y fábricas que elaboran alimentos concentrados o productos veterinarios. Los participantes también visitaron fincas porcinas situadas en la región occidental de Colombia, a fin de analizar el potencial de producción porcina de esta zona.

Otras Actividades de Adiestramiento

También se proporcionó adiestramiento individualizado en la Unidad de Producción Porcina. Se brindó un mes adicional de adiestramiento a dos participantes de Bolivia y dos de Perú que habían asistido al curso formal, a fin de ayudar a planear futuras actividades entre sus instituciones y

Figura 1. Becarios participando en actividades de adiestramiento práctico, en una de las granjas porcinas comerciales del Valle del Cauca.

aquellas que colaboran permanentemente con el CIAT en estos dos países. Un participante de Colombia estudió en el CIAT, durante un mes, los parámetros genéticos del pie de cría de la Unidad de Producción Porcina, en colaboración con la Unidad de Biometría del CIAT. Se ofreció un adiestramiento especial de seis meses a dos profesionales de Tailandia acerca de la utilización de la yuca en los sistemas de alimentación porcina.

ASISTENCIA A PROGRAMAS NACIONALES

Bolivia

La Unidad de Producción Porcina del Proyecto Cooperativo Universidad Gabriél René Moreno/Heifer/CIAT,, cuenta actualmente con un pie de cría de 150 cerdas (razas Duroc, Hampshire y Yorkshire). Se están distribuyendo animales seleccionados de estas razas mejoradas para contribuir a la formación de piaras básicas que se puedan utilizar en programas regionales de promoción porcina. Como parte de la estrategia del proyecto cooperativo de la Unidad de Producción Porcina en Santa Cruz, se ofrecieron cursos de adiestramiento a pequeños productores, en los cuales se utilizó parte del material educativo producido en el CIAT. También, se están usando las mencionadas instalaciones para la realización de un internado de posgrado, que fue posible organizar mediante un convenio con la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Gabriel René Moreno. Este internado proporcionará experiencia práctica a los estudiantes graduados recién ingresados para sus proyectos de tesis.

La Unidad de Producción Porcina del CIAT brindó asistencia técnica para evaluar los productos locales disponibles que se pueden utilizar en la alimentación de cerdos. Como fuente de proteína para dieta de cerdos en crecimiento, se estudió el efecto de varios niveles de proteína de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*); la proteína se produce localmente utilizando la melaza de caña de azúcar como substrato energético. El análisis químico del producto final seco mostró un contenido de proteína cruda de 35-45 por ciento.

Con base en los resultados iniciales del ensayo de alimentación (Cuadro 1), en el cual se compararon niveles de 7,5 15 y 20 por ciento de levadura en dietas a base de maíz y sorgo, se demostró que la levadura puede reemplazar parcial o completamente las fuentes convencionales de proteína (torta de soya o algodón). El comportamiento en el crecimiento, expresado como aumento de peso y eficiencia de conversión alimenticia, fue similar en los tres niveles de proteína de levadura que se emplearon en el experimento. Nuevos experimentos hechos en los períodos de crecimiento-acabado y en los períodos reproductivos están confirmando los resultados preliminares de este trabajo.

Cuadro 1. **Comportamiento en el crecimiento de cerdos[1] alimentados con dietas que contenían tres niveles de levabol[2] como fuente parcial (complementada con dos fuentes comerciales de proteína) o como fuente total de proteína.**

	Variable experimental			Parámetros		
Dieta	Torta de soya (%)	Torta de algodón (%)	Levabol (%)	Aumento diario de peso (kg)	Consumo diario de alimento (kg)	Consumo / Aumento
1	8	7,5	7,5	0,77	2,63	3,42
2	5	-	15,0	0,80	3,06	3,27
3	-	-	20,0	0,79	2,60	3,29

[1] Diecioché cerdos con un peso inicial de 28 kg y un peso final de 64 kg
[2] Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Durante 1977, el Programa de Promoción Porcina de Chuquisaca completó la construcción de tres unidades porcinas, cada una de las cuales tiene una piara básica constituida por 120 cerdas Duroc y Hampshire, y seis verracos. El Programa ha ofrecido crédito a los productores porcinos de pequeña y mediana escala para cultivar maíz y comprar cerdos de cría, como parte del acuerdo establecido entre el gobierno boliviano y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuyo objetivo es el establecimiento de 150 fincas de producción porcina en la región. El CIAT proporcionó asistencia técnica y adiestramiento a tres profesionales quienes tienen a su cargo la dirección del Programa.

Colombia

Se seleccionaron 10 pequeños productores porcinos en La Victoria (Valle del Cauca), para establecer un proyecto de financiación en grupo, a través de la Caja de Crédito Agrario de Colombia. Cada productor compró un lote de 15 cerdos destetos, que se manejó durante todo el período de crecimiento-acabado. El CIAT, en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), proporcionó asistencia técnica para el adiestramiento de los productores, planeó y evaluó sus proyectos y realizó días de campo.

En las dietas de crecimiento-acabado se utilizaron productos alimenticios locales tales como sorgo, melaza de caña de azúcar, torta de soya y torta de algodón. Debido a la disponibilidad y bajo costo de la melaza en el Valle del Cauca, que es una región productora de caña de azúcar, se suministró a los cerdos altos niveles (30 por ciento de melaza diluida en agua), *ad libitum* y en forma separada, para comparar su aprovechamiento de esta dieta con el suministro controlado de otra dieta basada en sorgo (75 por ciento), torta de algodón (18 por ciento) y torta de soya (7 por ciento). Cada cerdo consumió, aproximadamente, un 30 por ciento de melaza de caña de azúcar (110 de 320 kilogramos de consumo total), lo cual produjo ganancias económicas diarias de más de 500 gramos (Cuadro 2).

Cuadro 2. **Resultados promedio del rendimiento por cerdo en una unidad porcina familiar[1].**

Parámetro	Cifras/cerdo
Peso inicial, kg	32,0
Peso final, kg	90,5
Número de días	108
Consumo de alimento:	
Melaza, kg	110
Concentrado, kg[2]	211
Costos, $Col[3]	3.850
Valor de venta, $Col	4.500

[1] Cada usuario recibió un lote de 15 cerdos para cada ciclo.

[2] Concentrado a base de sorgo (75%), torta de algodón (18%) y torta de soya (7%).

[3] Incluye costos por alimentación, mano de obra, energía, agua, drogas, intereses y amortización.

Costa Rica

Aunque aún no se ha terminado la construcción de la Unidad de Producción Porcina del proyecto Universidad de Costa Rica/CIAT, la Universidad alquiló una finca porcina para albergar cerdos de cría Yorkshire y para iniciar actividades de adiestramiento y extensión.

Se inició un proyecto de desarrollo porcino en el área productora de banano de Guápiles (Provincia de Simón), mediante un acuerdo establecido entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Asociación Nacional de Bananeros y el Banco Central de Costa Rica. La Unidad de Producción Porcina del CIAT proporciona asistencia técnica a este proyecto a través del especialista en porcinos del Ministerio entrenado previamente por el CIAT.

Ecuador

Se continuó el contacto entre la Unidad de Producción Porcina del CIAT y el

Programa Porcinos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en Ecuador.

Se usaron bananos verdes de desecho como materia prima para la preparación de una harina de banano, la cual se usa comercialmente en Ecuador como sustituto de fuentes convencionales de energía, en programas de alimentación de cerdos. La calidad nutritiva de la harina de banano ha sido evaluada durante los diferentes periodos del ciclo de vida del cerdo. Los resultados experimentales sugieren que se puede incluir hasta un 42 por ciento de harina de banano en las dietas de cerdos en crecimiento-acabado y en cerdas lactantes; para las cerdas en gestación se puede incluir hasta un 64 por ciento. A estos niveles dietéticos, la harina de banano substituiría aproximadamente un 50 por ciento de los granos de cereales en los sistemas de alimentación de cerdos.

La Unidad de Producción Porcina del CIAT ha prestado asistencia técnica al Programa Porcino del INIAP mediante visitas periódicas y planeación de actividades futuras. Se ha dado énfasis al adiestramiento local y a la investigación aplicada, a fin de promover el desarrollo de la producción porcina en la región costera occidental de Ecuador en dónde predominan cultivos como el banano, el arroz y la caña de azúcar; los desperdicios o subproductos de estos cultivos podrían usarse también para la alimentación de cerdos. Se ha comenzado la validación de tecnología, a nivel práctico, en el área productora de banano de la Provincia de El Oro.

Perú

La Unidad de Producción Porcina del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), en la Estación principal del área tropical que está establecida en Pucallpa, obtuvo información preliminar sobre la factibilidad técnica y económica de la producción porcina en la selva de Perú. Se hicieron observaciones sobre la adaptación de una raza mejorada (Yorkshire) la cual se introdujo al trópico peruano procedente de la costa de ese país. El comportamiento durante tres ciclos reproductivos consecutivos (Cuadro 3), indicó que se pueden obtener resultados satisfactorios aplicando prácticas nutricionales y de manejo que sean adecuadas, con una piara Yorkshire compuesta por 20 cerdas, en el medio tropical de Pucallpa. Las instalaciones se construyeron con materiales locales y los cerdos se manejan en condiciones de confinamiento parcial. Estas condiciones prácticas pueden ser fácilmente adaptadas por los productores locales interesados en el desarrollo de la producción porcina en esa región.

Se hicieron estudios nutricionales complementarios con productos disponibles en la localidad como son las raíces frescas de yuca y las raspaduras o puliduras* de arroz, para alimentar cerdos en crecimiento-acabado. Las Unidades de Producción Porcina del CIAT y del IVITA también proporcionaron asistencia técnica al programa integrado Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS)-Tupac

* N. del E. El término puliduras es un neologismo que traduce literalmente la palabra inglesa "polishings"

Cuadro 3. **Rendimiento de cerdas Yorkshire introducidas al trópico peruano (IVITA - Pucallpa, 1977).**

Parámetro	Valor[1]
Datos a la parición	
Lechones camada	11,4
Peso lechón (kg)	1,2
Datos al destete (56 días)	
Lechones camada	9,5
Peso lechón (kg)	16,5
Mortalidad durante lactancia (%)	17,0

[1] Valores promedio de un lote de 20 cerdas durante 3 periodos reproductivos consecutivos

Amaru, I para el desarrollo de la producción porcina en su proyecto de colonización en Pucallpa. Además el Programa Porcino de IVITA vende cerdos de cría a los productores interesados en mejorar sus piaras y proporciona asistencia técnica en colaboración con el Ministerio de Alimentación. Actualmente, el Proyecto de Producción Porcina IVITA-CIAT realiza visitas a un grupo de productores de porcinos en pequeña escala en Masisea, en las riberas del Río Ucayali, a tres horas en bote de motor desde Pucallpa.

Otros países

Además de los proyectos cooperativos mencionados, la Unidad de Producción Porcina del CIAT ha mantenido contacto con otras instituciones de América Latina en las cuales se podría desarrollar la producción porcina en el futuro. La mayor parte de la asistencia ha consistido en el adiestramiento de profesionales que pudieran formar grupos de especialistas para trabajar en los programas nacionales.

Durante 1977, la Unidad de Porcinos colaboró en la evaluación del proyecto de promoción porcina del Ministerio de Agricultura y Ganadería/Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID), Misión de Paraguay. El proyecto se basa en la utilización de ciertos cultivos producidos en pequeñas fincas, especialmente yuca, maíz y soya, en los programas de alimentación de porcinos, lo que permitiría regular y estabilizar el precio de aquellos productos al nivel de fincas pequeñas.

Algunos profesionales paraguayos que anteriormente habían sido adiestrados por el CIAT, y que actualmente trabajan en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de ese país, han hecho demostraciones prácticas a los agricultores sobre diferentes aspectos de la producción porcina, especialmente manejo, alimentación y salud animal.

TALLER DE TRABAJO SOBRE PRODUCCION PORCINA EN AMERICA LATINA

Se reunieron 35 profesionales anteriormente adiestrados por la Unidad de Producción Porcina del CIAT, quienes trabajan ahora con instituciones nacionales, para celebrar el Taller de Trabajo sobre Producción Porcina en América Latina, realizado en octubre en las instalaciones del CIAT. Los países representados y los participantes de cada país fueron: Bolivia, 6; Brasil, 1; Colombia, 6; Costa Rica, 1; Ecuador, 5; Guatemala, 1; Honduras, 2; México, 3; Nicaragua, 3; Panamá, 2; Paraguay, 4; y Perú, 1.

Los objetivos del taller fueron: 1) examinar la situación actual de los programas nacionales y regionales para el desarrollo de la producción porcina, haciendo énfasis en los proyectos cooperativos establecidos por la Unidad de Producción Porcina del CIAT; 2) determinar, con la mayor precisión posible los factores que limitan la expansión de la producción porcina y planear estrategias para su solución; y 3) establecer una red internacional de cooperación en producción porcina.

Se identificaron algunos de los rasgos característicos de la producción porcina en América Latina, especialmente en los países en los cuales el CIAT ha establecido proyectos de colaboración; entre esas características resaltaremos las siguientes:

La producción porcina se maneja tradicionalmente como una empresa pecuaria secundaria que carece de apoyo gubernamental y que no se considera como parte integrante de los proyectos de desarrollo agrícola.

La producción extensiva, en pequeña escala y la que utiliza cerdos nativos, está ampliamente difundida; sin embargo, se observa una rápida aceptación de las razas mejoradas.

La productividad de la empresa porcina es baja en la mayoría de los sistemas considerados; prácticamente, no existe un servicio de extensión disponible para los pequeños y medianos agricultores. El número de profesionales y técnicos adiestrados en producción porcina es muy reducido.

Las limitaciones más serias para el desarrollo de la producción porcina son: la escasa disponibilidad de productos convencionales para la alimentación animal; los programas de salud animal son deficientes; los sistemas de mercadeo son inadecuados; las instalaciones para el procesamiento de carne de cerdo son muy restringidas y la financiación es insuficiente.

Las conclusiones y recomendaciones del Taller de Trabajo se resumieron en las siguientes propuestas:

- Realizar estudios de factibilidad técnica, económica y de mercadeo para la integración de la producción porcina al desarrollo económico zonal, considerándola como un componente especial del mismo. Esos estudios permitirán establecer programas regionales dentro de un país dado.

- Brindar asistencia a los programas de desarrollo porcino para agricultores de pequeña y mediana escala, pero desde un punto de vista empresarial. Se recomiendan los proyectos de asociación o cooperativismo para los pequeños granjeros dedicados a la producción porcina.

- Intensificar y crear servicios de extensión para la transferencia de tecnología de producción porcina, especialmente a nivel del pequeño productor. Se requiere la integración de la investigación o del trabajo experimental con los servicios de extensión.

- Buscar los medios de mejorar el nivel tecnológico del desarrollo porcino y reducir los costos de producción, especialmente mediante el reemplazo de productos convencionales de la alimentación animal y la utilización máxima de subproductos agroindustriales y de productos alimenticios convencionales.

- Integrar en todas las formas posibles, las regiones productoras de porcinos en América Latina y formar una red de cooperación a fin de evitar la duplicación de esfuerzos y permitir una trasferencia más eficiente de tecnología a los países latinoamericanos.

INVESTIGACION

EVALUACION DE PRODUCTOS ENERGETICOS PARA LA ALIMENTACION PORCINA

Se ha estudiado la factibilidad de reemplazar los granos de cereales por subproductos agroindustriales, tales como puliduras de arroz o melaza de caña de azúcar, para preparar dietas de cerdos en crecimiento-acabado (Informes Anuales del CIAT, 1975 y 1976). Sin embargo, debido a la escasez de información disponible sobre el uso de estos subproductos durante el período reproductivo del ciclo de vida porcino, se realizaron experimentos para estudiar esta posibilidad.

Puliduras de arroz

Se ensayó la sustitución parcial o completa de los granos de cereales (maíz y sorgo) por puliduras de arroz, en dietas preparadas para los períodos de gestación y lactancia de cerdas, así como también para la alimentación de lechones. Se usaron niveles de 85,3 y 60 por ciento de

puliduras de arroz, para la sustitución completa y parcial, respectivamente, de los cereales; la dieta testigo se elaboró con maíz común (78 por ciento). Las dietas experimentales se balancearon con torta de soya para proporcionar un 16 por ciento de proteína cruda. Las dietas de gestación y lactancia de cada grupo experimental fueron las mismas; solamente varió la cantidad y la forma de suministrarlas durante los dos períodos. En la gestación, se suministró a cada cerda, en forma individual, 2 kg/día de la dieta; durante la lactancia, las dietas se ofrecieron *ad libitum* en un comedero automático. Las dietas para lechones contenían un 18 por ciento de proteína y se suministraron *ad libitum* desde el décimo día después del nacimiento, hasta el destete (56 días). Los lechones en camadas producidas por cerdas alimentadas con dietas que contenían un 85,3 o un 60 por ciento de puliduras de arroz, recibieron la misma dieta inicial que se preparó con un 50 por ciento de puliduras de arroz; en cambio, las camadas de cerdas que recibían dietas testigo recibieron una dieta basada en un 60 por ciento de maíz. En todos los casos, se usó la torta de soya como ingrediente protéico.

Los resultados del Cuadro 4 indican que la sustitución total o parcial de los granos de cereales por puliduras de arroz determinó un comportamiento similar de las camadas, en comparación con el testigo, tanto a la parición como al destete. En el Cuadro 5 se presenta el consumo de dietas experimentales y de ingredientes básicos. El consumo total de dietas fue similar para todos los grupos experimentales. Por tanto, la sustitución total de los granos de cereales por puliduras de arroz es factible y no afecta adversamente el comportamiento reproductivo.

Productos de yuca

Debido al potencial que tiene la yuca como alimento para animales, en 1977 se recolectó información experimental más detallada sobre su posible utilización en porcinos. La evidencia experimental previamente obtenida sobre el uso de la harina de yuca en programas de alimentación, durante el ciclo de vida porcino, indicó que se obtiene un comportamiento reproductivo ligeramente inferior con las dietas basadas en esa harina, en comparación con la dieta testigo (Informe Anual del CIAT, 1974). Se sugirió que la falta de metionina suplementaria podría ser uno de los factores responsables de ese resultado.

Se ha recomendado la suplementación

Cuadro 4. **Resultados de una evaluación con puliduras de arroz, en los períodos de gestación y lactancia porcina.**

Parámetro	Variable experimental		
	Maíz + T. soya	Puliduras (85%) + T. soya	Puliduras (60%) + Maíz + T. soya
Número de cerdas	5	7	5
Datos a la parición			
Lechones camada	8,40	9,00	10,00
Peso lechón (kg)	1,11	1,26	1,24
Datos al destete			
Lechones camada	7,20	7,70	9,00
Peso lechón (kg)	15,27	14,85	15,29
Peso camada (kg)	110,20	113,25	136,45

1 = torta.

Cuadro 5. **Consumo de dietas e ingredientes básicos como indicativos en la evaluación de puliduras de arroz, en los períodos de gestación y lactancia porcina.**

Parámetro	Variable experimental		
	Maíz + T. soya	Puliduras (85%) + T. soya	Puliduras (60%) + Maíz + T. soya
Consumo dieta/cerda (kg)			
Gestación (115 días)[1]	230,0	230,0	230,0
Lactancia (56 días)	290,3	279,6	295,4
Consumo dieta/camada (kg)			
Preiniciación lechones	47,5	50,9	63,9
Consumo total ingredientes básicos (kg)			
Maíz	434,4	7,7	128,9
Puliduras	-	460,2	347,2
Torta de soya	102,2	61,5	79,4

[1] Dos kilogramos de dieta por día/cerda.
T. = torta.

de metionina en dietas para cerdos a base de yuca, no solamente para mejorar la calidad protéica de las dietas (especialmente cuando se utilizan fuentes protéicas vegetales) sino también para proporcionar una fuente disponible de azufre para la detoxificación del cianuro de la yuca

Se estudió el efecto de la suplementación de DL-metionina (0,2 por ciento) en las combinaciones dietéticas de harina de yuca con varias fuentes de proteína, en un experimento con cerdos en crecimiento. Se combinaron niveles de 62-68 por ciento de harina de yuca, ya sea con torta de soya, con torta de algodón o con una mezcla de torta de algodón y harina de pescado. Las dietas experimentales proporcionaron 16 y 13 por ciento de la proteína cruda en los períodos de crecimiento y acabado, respectivamente. Se usó una dieta testigo basada en maíz común y torta de soya y suplementada con DL-metionina.

El Cuadro 6 presenta los resultados experimentales. Los aumentos de peso corporal de los cerdos alimentados con las dietas de harina de yuca/torta de soya, fueron similares a los aumentos obtenidos con la dieta testigo; la combinación de harina de yuca con torta de algodón produjo las menores ganancias de peso. La suplementación de metionina no mejoró los resultados obtenidos con torta de soya o con torta de algodón. La combinación de proteina procedente de la torta de algodón y de la harina de pescado permitió mejorar el comportamiento nutricional de los cerdos. Los resultados sugieren que un suplemento de metionina no es esencial en las dietas compuestas de harina de yuca y de fuentes protéicas vegetalas (tortas de soya o de algodón), para alimentar cerdos en crecimiento-acabado. Se necesita hacer estudios más profundos para determinar la relación entre la calidad de la proteína suplementaria que se debe dar al cerdo y la adición de aminoácidos específicos.

Los resultados experimentales (Informe Anual del CIAT, 1974) han indicado que los programas de alimentación basados en harina de yuca produjeron un comportamiento reproductivo inferior al programa de alimentación basado en maíz, el cual se usó como testigo. Se sugirió que la falta de metionina suplementaria podría ser, al menos parcialmente, la causa de estos resultados. Se realizó un experimento

Cuadro 6. **Efecto de la suplementación de metionina en dietas a base de harina de yuca en combinación con diferentes fuentes proteicas. Resultados experimentales de los períodos de crecimiento y acabado (de 18 a 95 kg)**

Variable experimental[1]	Número de cerdos	Días de prueba	Alimento consumido[2] (kg)	Aumento peso[2] (kg)	Alimento / aumento
Maíz + T. soya + Met	10	112	2,17	0,70	3,10
Harina de yuca +					
T. soya	9	112	2,41	0,70	3,47
T. soya + Met (0,2%)	10	112	2,49	0,70	3,59
T. algodón	9	133	2,43	0,58	3,98
T. algodón + Met (0,2%)	9	133	2,21	0,56	3,94
T. algodón + har. pescado	9	119	2,26	0,66	3,44

[1] El peso promedio inicial por grupo fue de 17,6 kg.
[2] Promedio diario.
T. = torta.
Met = Metionina.
har = harina.

para estudiar el efecto de la suplementación con metionina (0,3 por ciento) dietas de harina de yuca/torta de soya, durante los períodos de gestación y de lactancia. El comportamiento reproductivo no mejoró con la adición de metionina y fue similar al de la dieta testigo (Cuadro 7).

La eficencia experimental obtenida

Cuadro 7. **Efecto producido sobre camadas de cerdos por dietas a base de harina de yuca y suplementadas con metionina durante los períodos de gestación y lactancia.**

Parámetro	Maíz + T. soya	Variable experimental Harina de yuca + T. soya: Sin Met	Con Met (0,3%)
Número de cerdas	14	10	10
Datos al parto			
Lechones camada	8,50	9,10	9,40
Peso lechón (kg)	1,09	1,06	1,07
Datos al destete (56 días)			
Lechones camada	7,10	8,20	8,00
Peso lechón (kg)	16,74	16,15	16,54
Peso total camada (kg)	117,02	128,50	131,95

T. = torta
Met. = Metionina

durante diferentes períodos del ciclo de vida porcino, sugiere que la suplementación de metionina no parece ser indispensable en los programas de alimentación de porcinos basados en niveles altos de harina de yuca. Debido a la cantidad limitada de proteína que proporciona la yuca, la casi totalidad de la proteína de estas dietas debe ser adicionada y su calidad está determinada por el o los ingredientes protéicos añadidos.

PRODUCCION DE PROTEINA UNICELULAR

Gracias al fermentador de 200 litros instalado en el CIAT, se obtuvo más información experimental sobre la producción de proteína unicelular. La mayor parte de estos estudios se ha adelantado con el mutante asporógeno *Aspergillus fumigatus* I-21A. Otro mutante del cultivo progenitor I-21 fue aislado en la Universidad de Guelph (Canadá); fue identificado con el código ON-5, y es incapaz de desarrollarse a temperaturas inferiores a 40°C. Tanto el uso que se ha hecho de estos mutantes como las precauciones de seguridad que normalmente se adoptan en esta clase de trabajos, podrían muy bien considerarse como una protección adecuada durante el manejo de dichos microorganismos.

Uno de los problemas que se presentaron en la producción de proteína unicelular fue la acumulación de grandes cantidades de carbohidratos solubles al término del proceso de fermentación. Esto ocasionó limitaciones en el crecimiento del hongo y redujo mucho la producción de proteína que se esperaba obtener. La Figura 2 muestra los promedios de los cambios ocurridos en la concentración de carbohidratos y en el rendimiento del producto final (proteína), durante períodos de fermentación de 20 horas en que se usaron dos sustratos: raíces de yuca fresca rallada (7 fermentaciones) o harina de yuca (7 fermentaciones). Al finalizar el período de fermentación, una buena

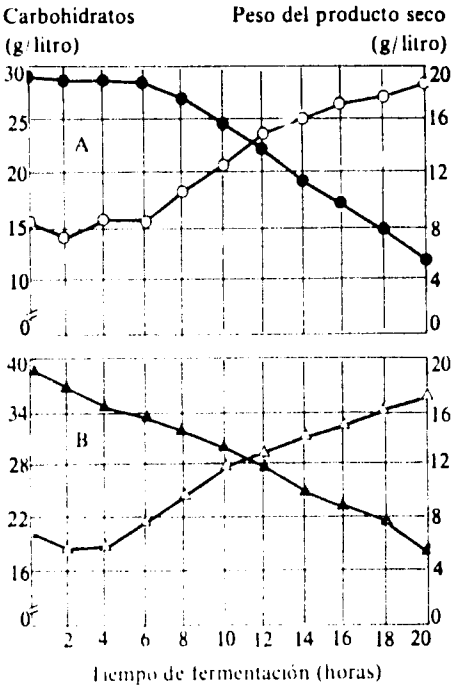


Figura 2. Cambios en el rendimiento del producto seco (o, △) y en la concentración de carbohidratos (●, ▲), durante la fermentación de yuca fresca (A) y de harina de yuca (B) con *A. fumigatus* I-21A.

proporción de la cantidad original de carbohidratos quedó intacta en el medio. La concentración final de carbohidratos totales fue, en promedio, 41,4 y 48,2 por ciento de los valores iniciales en los medios de cultivo preparados con yuca fresca rallada y harina de yuca, respectivamente. Datos obtenidos de fermentaciones hechas a nivel de laboratorio en Guelph indicaron que *A. fumigatus* I-21A utiliza casi completamente los carbohidratos totales de la yuca. La Figura 3 muestra el rendimiento en proteína cruda obtenido de ambos sustratos a lo largo de un período de fermentación. No se observaron grandes diferencias entre la primera mitad del período de fermentación; en la segunda mitad, sin embargo, los valores obtenidos fueron más bajos cuando se usó yuca fresca rallada. Las diferencias encontradas durante el período de fermentación se reflejan en el contenido protéico de la

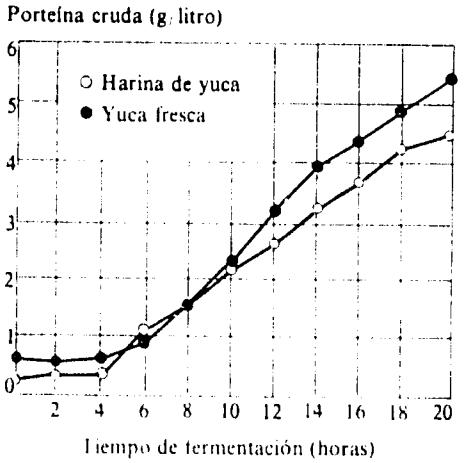


Figura 3. Cambios en la concentración de proteína durante la fermentación de yuca fresca (●) y de harina de yuca (o) con *A. fumigatus* I-21A.

biomasa final (Cuadro 8). Los resultados obtenidos con yuca fresca rallada fueron un poco mejores que los publicados anteriormente (CIAT, Informe Anual, 1976). La eficiencia de fermentación, es decir, el rendimiento en biomasa seca considerado como un porcentaje de la materia seca del sustrato antes de la fermentación fue de 49,7 por ciento para el tratamiento con yuca fresca rallada y 44,0 por ciento para el de harina de yuca. La eficiencia de fermentación varió considerablemente entre las fermentaciones estudiadas como se aprecia por la magnitud de las desviaciones estándar.

Puesto que los rendimientos en proteína reportados a nivel de la planta piloto no fueron tan altos como se esperaba a juzgar por los experimentos preliminares hechos a nivel de laboratorio, se emprendió un estudio para determinar los factores responsables de esa diferencia. En primer lugar, en varias fermentaciones se hizo variar individualmente, en el medio de cultivo, los requisitos nutricionales del hongo. Un aumento en la concentración de

Cuadro 8. **Resultados de la producción de proteína unicelular a partir de raíces frescas de yuca o de harina de yuca, por *A. fumigatus* I-21A, en el fermentador de 200 litros; concentración de carbohidratos en el medio: 4%.**

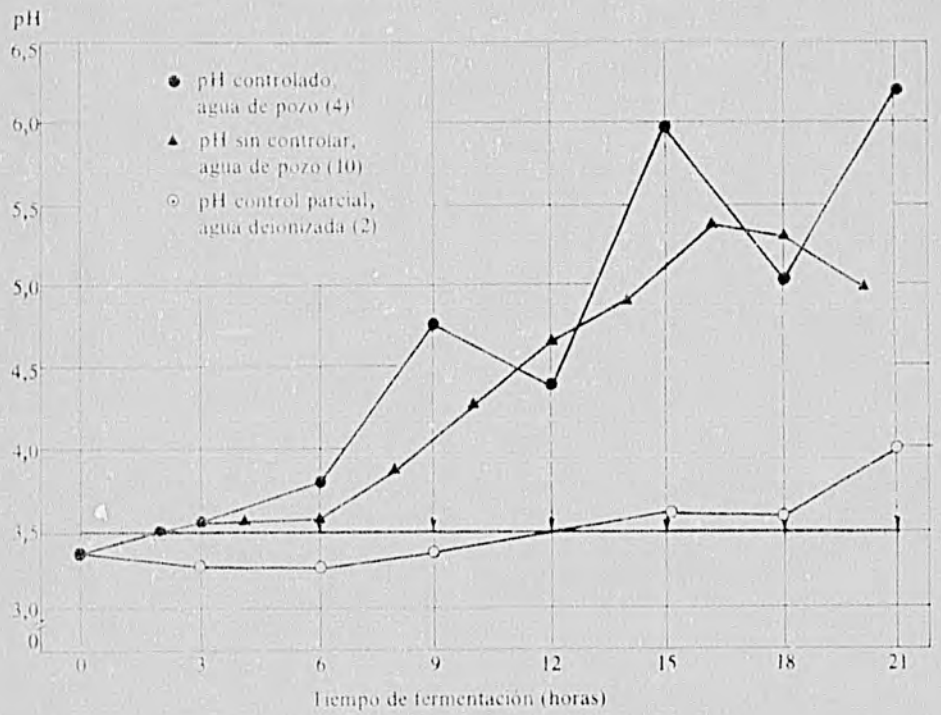
Raíces frescas de yuca[1]			
Cantidad de yuca fresca picada (kg)	25,51	±	0,81
Cantidad de biomasa secada al sol (kg)	4,43	±	0,62
Porcentaje de la biomasa seca con relación a:			
Yuca fresca	17,38	±	2,42
Yuca, materia seca	49,67	±	6,97
Porcentaje de proteína cruda en la biomasa seca	29,60	±	0,41
Harina de yuca[2]			
Cantidad de harina de yuca (kg)	10,98	±	0,62
Cantidad de biomasa secada al sol (kg)	4,33	±	1,10
Porcentaje de la biomasa seca con relación a:			
Harina de yuca	39,61	±	10,56
Harina de yuca, base seca	44,00	±	11,72
Porcentaje de proteína cruda en la biomasa seca	26,70	±	0,91

[1] Promedios de diez fermentaciones ± desviación estándar
[2] Promedios de siete fermentaciones ± desviación estándar.

la fuente de nitrógeno (urea) y de las sales minerales requeridas para el desarrollo del hongo no mejoraron los rendimientos. Se determinó también analíticamente la cantidad de elementos minerales aportada por el sustrato (raíces de yuca). Se halló que las variedades comunes de yuca suministraban cantidades adecuadas de minerales excepto azufre y tal vez zinc; sin embargo, no fue necesario agregar zinc a los medios de cultivo.

También se estudió la variación de la temperatura y del pH a lo largo de todo el período de fermentación. El crecimiento de *A. fumigatus* en el medio de cultivo está condicionado específicamente a una temperatura de 45 a 47°C y a un pH de 3,5. Por tanto, en otros experimentos la temperatura se mantuvo constante durante todo el proceso de fermentación. La Figura 4 presenta los cambios ocurridos en el pH cuando la yuca fresca rallada fue suspendida en agua de pozo a la cual se añadió una solución de ácido sulfúrico a lo largo del período de fermentación para mantener constantemente un pH de 3,5. Este tratamiento se comparó con otros a los cuales no se añadió ninguna solución ácida o en donde se usó agua deionizada en vez de agua de pozo. En todos los tratamientos el medio de cultivo era similar. Cuando se empleó agua de pozo, el pH aumentó rápidamente hasta niveles bastante altos, a pesar de las adiciones de ácido sulfúrico que se hacían al medio cada tres horas. La calidad del agua de pozo podría explicar este resultado, ya que contiene altas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos.

En agua deionizada el pH permaneció relativamente estable y sólo se añadieron muy pequeñas cantidades de ácido. En consecuencia, la calidad del agua empleada



Cifras en paréntesis representan número de fermentaciones

Figura 4. Efecto de la adición de H_2SO_4 9N sobre el pH del medio con yuca fresca y utilizando agua de pozo. Fermentaciones con *A. fumigatus* I-21A.

para hacer una suspensión con el sustrato y los demás ingredientes de la dieta, puede ejercer alguna influencia en el desarrollo del microorganismo. Los valores de proteína cruda y proteína verdadera de las muestras de biomasa secadas al sol que procedían de cultivos de I-21A y de ON-5 aparecen en el Cuadro 9. Los análisis proximales de la biomasa seca de muestras procedentes de cultivos de *A. fumigatus* I-21A y ON-5 desarrollados en medios diferentes, indican que hay ligeras diferencias en el contenido de proteína cruda de esas muestras. El extracto etéreo, y el contenido tanto de fibra cruda como de ceniza de la biomasa seca fueron bastante semejantes en todas las fermentaciones, con promedios de 4,3, 19,2 y 4,4 por ciento, respectivamente.

ENSAYOS DE ALIMENTACION

El Cuadro 10 muestra los resultados obtenidos en ensayos nutricionales con ratas en crecimiento; con estos ensayos se pretendía determinar la calidad de la proteína presente en la biomasa unicelular seca, obtenida de fermentaciones cuyo sustrato fue, o raíces frescas de yuca o harina de yuca. En especial, se estudió el efecto de los suplementos de metionina. Las ratas alimentadas con dietas de biomasa sin suplementación, experimentaron aumentos muy pequeños en su peso total durante un período experimental de 28 días. La suplementación de metionina mejoró significativamente la calidad de la proteína unicelular y determinó aumentos de peso semejantes a los obtenidos con caseína y significativamente mejores que aquellos conseguidos con una dieta a base de harina de soya. Las ratas alimentadas con dietas a base de biomasa seca sin suplemento de metionina, consumieron menos alimento que las ratas tratadas con dietas suplementadas con metionina. Las ratas que recibieron la dieta a base de proteína unicelular suplementada con metionina, presentaron una relación de eficiencia proteica (REP) semejante a la del grupo testigo alimentado con caseína.

Cuadro 9 **Contenido, en porcentaje, de proteína cruda y verdadera obtenida de *Aspergillus fumigatus*, mutantes I-21A y ON-5, en un medio a base de yuca[1].**

Medios	Número de fermentaciones	Porcentaje de proteína: Verdadera (PV)	Porcentaje de proteína: Cruda (PC)	$\frac{PV}{PC} \times 100$
Con el mutante I-21A				
Yuca fresca, agua de pozo				
sin control de pH	6	24,2	30,9	78
con control de pH	6	24,8	33,0	75
Yuca fresca, agua desionizada				
sin control de pH	3	24,8	31,1	80
Harina de yuca, agua de pozo				
sin control de pH	6	19,1	27,2	70
Con el mutante ON-5				
Yuca fresca, agua de pozo				
sin control de pH	3	20,7	27,6	75
Harina de yuca, agua de pozo				
sin control de pH	15	20,8	28,8	72

[1] Obtenida en el fermentador de 200 litros.

Cuadro 10. **Efecto de la suplementación de metionina sobre la calidad de la proteína microbiana[1] en raciones suministradas a ratas en crecimiento.**

Variable experimental	Consumo total de la dieta (g)	Aumento total de peso (g)	Alimento aumento	RIP[2] (ajustada)
Testigo: caseína	302,6 [a]	78,2 [ab]	3,9 [c]	2,5 [a]
Torta de soya	308,8 [a]	68,2 [c]	4,5 [c]	2,2 [b]
Biomasa producida en				
Yuca tresca				
sin Met	195,6 [b]	24,2 [d]	8,5 [a]	1,2 [d]
+ 0,3% Met	296,0 [a]	74,8 [bc]	4,0 [c]	2,5 [a]
Harina de yuca				
sin Met	198,8 [b]	29,7 [d]	6,9 [b]	1,5 [c]
+ 0,3% Met	323,7 [a]	85,0 [a]	3,8 [c]	2,5 [a]

Valores con la misma letra exponencial no son significativamente diferentes (P > 0,05). Met = Metionina.

[1] Promedio de 5 x 10 ratas machos grupo, periodo experimental 28 días, peso inicial 41,2 ± 2,1 g.

[2] Valores ajustados al valor estandarizado de la caseína igual a 2,5. RIP = Relación de Eficiencia Proteica.

Los resultados obtenidos en la producción de esta proteína unicelular son muy alentadores y se está trabajando en la estandarización del proceso con el fermentador de 200 litros. Algunas fermentaciones realizadas a fines de 1977 demostraron que se puede mejorar significativamente el contenido final de proteína cruda de la biomasa seca, obteniéndose valores que oscilaban entre un 30 y un 35 por ciento de proteína. El objetivo inmediato es iniciar el funcionamiento del fermentador de 3000 litros de capacidad que producirá alimento suficiente para llevar a cabo evaluaciones con cerdos.

PUBLICACIONES

Buitrago, J. 1977. Sistemas de producción de cerdas lactantes y lechones. Boletín CIAT, Serie ES-26, 52p.

Buitrago, J. y G. Gómez. 1977. Información de los conocimientos actuales que existen sobre sistemas de alimentación de aves y cerdos en las zonas tropicales de América Latina. Reunión de Trabajo del Centro Latinoamericano de Composición de Alimentos y Sistemas de Producción, 27-29 septiembre, San José Costa Rica.

Buitrago, J., R. Portela e I. Jiménez. 1977. Semilla y torta (harina) de soya en alimentación de cerdos. Boletín CIAT, Serie ES-24, 32p.

Buitrago, J., I. Jiménez, H. Obando, J. Maner y A. Moncada. 1977. Utilización de torta (harina) de algodón en alimentación de cerdos. Boletín CIAT, Serie ES-25, 35p.

Buitrago, J., H. Obando, J. Maner, M. Corzo y A. Moncada. 1977. Subproducto de la caña de azúcar en la nutrición porcina. Boletín CIAT, Serie ES-23, 43p.

Gómez, G. 1977. Progresos en la investigación sobre utilización de yuca como alimento para porcinos. Seminario del CIAT, Serie SE-04-77, 27p.

Gómez, G. 1977. Life-cycle swine feeding systems with cassava. *In* Cassava as an animal feed. Proceedings of an interdisciplinary workshop, Guelph, Canadá 18-20 Abril, 1977. Monografía del IDRC.

Gómez, G. y **J. Buitrago.** 1977. Effect of processing on nutrient content of feeds: root crops. *In* Handbook of nutrition and food. CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio. En prensa.

Gómez, G., F. Alvarado, J. Chamorro y **J. Maner.** 1977. Utilización de las pulidaras de arroz en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. V Reunión de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA). David, Panamá, 17-19 junio.

Santos, J. 1977. Single-cell protein production from cassava at the pilot plant scale. Tesis M.S. University of Guelph, Canada.

Santos, J. y **G. Gómez.** 1977. Pilot plant for single cell protein production. *In* Cassava as an animal feed. Proceedings of an interdisciplinary workshop, Guelph, Canadá, 18-20 abril. 1977. Monografía IDRC.

Unidades Asociadas de Investigación

Unidad de Recursos Genéticos

El germoplasma mejorado es quizás el producto básico más importante de los centros internacionales de investigación agrícola puesto que, con base en este material, diseñan sistemas agrícolas más productivos. La Unidad de Recursos Genéticos del CIAT tiene la responsabilidad de estructurar, mantener, evaluar y distribuir germoplasma para apoyar a los programas nacionales de investigación y producción de cultivos de frijol *Phaseolus*, yuca, y leguminosas y gramíneas forrajeras. La colección de germoplasma del Centro cuenta actualmente con 13.500 accesiones de frijol, 2400 de yuca y 3400 de especies forrajeras (especialmente *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Macroptilium* y *Andropogon*).

INSTALACIONES DE LA UNIDAD

Durante el año se dio prioridad a la adaptación de las facilidades físicas ya existentes, para alojar la Unidad. El núcleo básico de la Unidad de Recursos Genéticos son los tres cuartos fríos para almacenar el germoplasma los cuales se describen en el Cuadro 1.

Otras facilidades están representadas por cuatro laboratorios, los cuales se utilizan

Cuadro 1. Capacidad de almacenamiento en la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT.

Cuarto	Dimensiones volumen	Temperatura	Tipo de semillas	No. de bolsas tamaño	Capacidad total (ton)
Corto plazo					
5	5,6 x 9,2 m 180 m³	+10°C	General	64.000 200-g[1]	12,8 (18)[2]
Largo plazo					
6A	2,0 x 5,6 m 40 m³	-15°C	Frijol	16.000 200-g	3,2 (4,5)
6B	2,4 x 4,0 m 33 m³	0° - -15°C	Forrajes Yuca Frijol	25.000 50-g	2,5 (3,5)
Total a largo plazo	73 m³			41.000	5,7 (8,0)

[1] En el caso de almacenamiento a corto plazo, la capacidad de almacenamiento es menor puesto que el material se conserva en bolsas de mayor tamaño.

[2] Los valores entre paréntesis corresponden a capacidades totales si se utilizan parrilas de almacenamiento de 3,5 m en vez de las parrilas de 2,5 m que actualmente se emplean.

para: 1) limpiar semilla; 2) clasificar y comprobar el poder germinativo y la viabilidad de la semilla; 3) secar y empacar la semilla, y 4) cultivar tejidos meristemáticos. También se dispone de un área de trabajo para las operaciones de campo, tales como el trillado, la clasificación y la determinación del peso de la semilla. Se asignó otro espacio cerrado para el establecimiento de un sistema de mantenimiento de registros del germoplasma. En 1978 se instalará un cable terminal que estará conectado con el nuevo computador del CIAT, modelo IBM 34. Esta conexión facilitará la obtención de información inmediata con relación al inventario de materiales, recuperación de información y proceso de análisis estadísticos. La Unidad cuenta también con oficinas para el personal principal y de apoyo y un herbario de referencia, con especies botánicas de leguminosas y gramíneas forrajeras, que representan el germoplasma almacenado.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLA

Los estudios bioquímicos realizados en 1977 indicaron que la desecación de la semilla, antes de su almacenamiento a largo plazo, se puede lograr fácilmente y en forma relativamente rápida mediante el secamiento a temperatura ambiente sobre gel de sílica. Esta técnica sencilla permite en cuatro días reducir el contenido de humedad de la semilla de *Phaseolus* desde 23,5 por ciento (nivel de humedad característico de la semilla recién cosechada) hasta 8,0 por ciento. Las pruebas realizadas posteriormente indicaron que el secamiento hasta este nivel de contenido de humedad no afectó la germinación. Al reducir la humedad de frijoles rojos (variedad Constanza) hasta un nivel de 2,7 por ciento, después de ocho semanas de secamiento, la germinación de la semilla-medida con pruebas estándar se mantuvo en un 100 por ciento. Sin embargo, el tiempo requerido por esta semilla para su germinación total fue mayor en comparación con el de la semilla de frijol recién cosechada; fue necesario tomar los 10 días recomendados por la International Seed Testing Association como máximo período para evaluar la germinación, con el fin de obtener resultados precisos.

Se desarrolló un método eficiente de empaque de la semilla para su almacenamiento y distribución. Las semillas secas se guardan en bolsas laminadas (plástico lámina de aluminio papel) de cierre hermético, las cuales aseguran un empaque duradero, impermeable a la humedad y al oxígeno. Estos recipientes se abren con facilidad para sacar muestras y se pueden cerrar nuevamente con facilidad utilizando una selladora de calor. Las bolsas se pueden subdividir, según las necesidades; por ejemplo, se pueden extraer y utilizar muestras de 50 gramos, dejando el resto de la muestra sin tocar.

A largo plazo se mantendrán dos existencias de frijol *Phaseolus* (aproximadamente 400-1000 semillas) en bolsas de 100 gramos, 50 gramos o menos, de gramíneas o leguminosas forrajeras, cuyas semillas son más pequeñas (estas bolsas probablemente, podrán servir para mantener existencias aún más pequeñas de semilla de yuca). Se asume que, bajo las excelentes condiciones de almacenamiento existentes en la Unidad será necesario sembrar en el campo solamente un 5 por ciento (1000-1500 líneas) de la colección total de germoplasma, con el fin de asegurar su preservación.

ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL GERMOPLASMA DE *PHASEOLUS*

A mediados de 1977, la Unidad de Recursos Genéticos asumió la responsabilidad de mantener la colección del germoplasma de *Phaseolus*, la cual, anteriormente, estaba a cargo del Programa de Frijol del CIAT.

CLASIFICACION Y MULTIPLICACION DE SEMILLA

En 1977, el CIAT recibió 1500 nuevas accesiones de *Phaseolus* para hacer un total de 13.500 materiales en la colección de este género. La mayoría de esas accesiones procede de Francia (Instituto Nacional para la Investigación Agrónomica, en Versalles), Holanda (Institute for Horticultural Plant Breeding, en Wageningen), Perú (Estación Agrícola Experimental de La Molina) y el Reino Unido (Universidad de Cambridge). Hasta la fecha, se han identificado 12.729 accesiones las cuales se han multiplicado para su evaluación más completa y distribución. Las accesiones de *Phaseolus vulgaris* totalizan 12.000; *P. lunatus*, 290; *P. coccineus*, 350 y *P. acutifolius*, 50. Además, se han identificado 50 muestras de especies no cultivadas de *Phaseolus*.

EVALUACION DE *PHASEOLUS VULGARIS*

En 1976, el Programa de Fríjol del CIAT produjo un catálogo en el cual se describen 52 rasgos morfológicos de la planta, para 781 accesiones promisorias de *P. vulgaris*. En este año, se evaluaron otras 4000 accesiones con base en 32 caractères morfológicos, incluyendo la mayoría de los 20 descriptores recomendados por el Comité Asesor de Germoplasma de *Phaseolus*. Además de estos 4000 materiales, se han evaluado parcialmente otros 4500. Se multiplicó semilla de otros 2500 materiales y se identificaron 1000 accesiones.

DISTRIBUCION DEL GERMOPLASMA DE *PHASEOLUS*

La Unidad de Recursos Genéticos es un centro que distribuye germoplasma a los programas nacionales en América Latina y a otras instituciones científicas; esta distribución se hace con la colaboración de los programas de investigación del CIAT. La mayoría de los materiales solicitados es germoplasma desarrollado por el CIAT; por tal razón, las solicitudes deben circular previamente por las respectivas secciones de fitomejoramiento de los programas. En 1977 se distribuyeron 2000 muestras a los programas nacionales, especialmente de Brasil, El Salvador y Guatemala, y a instituciones de Francia, Nueva Zelandia y Taiwán. La Unidad proporcionó al Programa de Fríjol 3500 muestras de germoplasma, en su mayor parte, de *P. vulgaris*. En 1978 se establecerán servicios similares para el germoplasma de forrajes y posteriormente, de yuca.

ACTIVIDADES ADICIONALES COMPLEMENTARIAS

En 1977, la Unidad de Recursos Genéticos inició labores en las siguientes actividades de investigación y de desarrollo:

SISTEMAS DE MANEJO DE DATOS

La información que describe al germoplasma existente en el CIAT es tan valiosa como el propio germoplasma. La mayoría de las solicitudes de semilla que se reciben, traen adjunta una descripción de las características deseadas en lo que respecta a la semilla, al tipo de planta y a la localidad en la cual se proyecta sembrar la semilla. Por ejemplo, se puede solicitar material reproductivo de fríjol de color negro el cual produzca plantas que se adapten a regiones localizadas a 1200 metros de altitud, con 1000 milímetros de precipitación anual y que presenten resistencia a determinadas enfermedades. Los descriptores del banco de datos de germoplasma existente en el CIAT pueden identificar las accesiones con las características deseadas; posteriormente, se envía con la semilla un catálogo abreviado con los descriptores o con la

información disponible acerca de esa semilla en particular.

Anteriormente, el sistema de recuperación de información del computador sólo se utilizaba para identificar una pequeña parte del germoplasma de fríjol. En 1977, se establecieron dos nuevos archivos para ampliar la capacidad de almacenamiento, actualización y recuperación de información de germoplasma. El primer archivo es un inventario clasificado de semilla con información sobre fechas de almacenamiento de semilla y procedencia de cada lote de semilla en existencia, para cada accesión que se ha incluido en el banco de germoplasma. El segundo archivo es un Registro Específico de Cultivo, con información sobre evaluaciones de campo, para 32 descriptores específicos. La ampliación y actualización de estos archivos se continuará, en colaboración con la Unidad de Biometría del CIAT.

ANALISIS DE CONGLOMERADOS (TRADUCCION DEL TERMINO INGLES "CLUSTER ANALYSIS") PARA LA CARACTERIZACION DEL GERMOPLASMA

En 1977 se iniciaron las investigaciones preliminares para establecer un análisis de conglomerados correspondientes a datos de campo de *P. vulgaris*. Cada variable se pondero como un estimativo de heredabilidad. Las evaluaciones de campo se hicieron en materiales de hábitos de crecimiento I, II y III, los cuales se sembraron a distancias largas y cortas, en la sede del CIAT en Palmira y en Popayán. Se utilizó la factorización en componentes principales (principal component factoring) para reducir las variables en el análisis de conglomerados. Aún no se ha analizado la totalidad de los resultados obtenidos. Un estudio de las interrelaciones de 25 caracteres cuantitativos incluidos en el catálogo de 781 introducciones promisorias, indicó que cuatro componentes o factores principales representan el 75 por ciento de la variabilidad total.

CULTIVO DE TEJIDOS MERISTEMATICOS

El cultivo de tejidos meristemáticos ofrece varias ventajas para el mantenimiento del germoplasma de yuca, en comparación con el método tradicional de campo el cual resulta costoso y demanda mucha mano de obra. En primer lugar, es posible mantener plántulas de yuca en tubos de ensayo y en consecuencia, bajo aislamiento de enfermedades y plagas. Con este método, es posible eliminar las infecciones virales y los materiales genéticos promisorios se pueden multiplicar rápidamente. En investigaciones realizadas en Canadá por colaboradores del CIAT se determinó que el 90 por ciento de los ápices meristemáticos de yuca produjeron plantas enteras y que el 60 por ciento de las plantas maduras no presentaron los síntomas ocasionados por el virus del mosaico. Todas las plantas producidas a partir de material libre de síntomas, se desarrollaron sanas. En 1978 se dará énfasis en el desarrollo de un procedimiento para distribuir germoplasma de yuca, el cual tendrá las siguientes características: 1) cultivo de tejidos meristemáticos; 2) evaluación del material para determinar la presencia o ausencia de virus; y 3) envío de cultivos libres de virus a diferentes localidades del mundo sin tener los problemas usuales de la cuarentena de material vegetal. Inicialmente, este procedimiento se utilizará con materiales de yuca, pero después se adaptará a las leguminosas forrajeras de propagación vegetativa.

QUIMIOTAXONOMIA BASADA EN LAS ISOENZIMAS DE LOS TEJIDOS

En 1978, se iniciarán trabajos preliminares para desarrollar un sistema taxonómico bioquímico para materiales

de yuca y de fríjol. La quimiotaxonomía es un campo relativamente nuevo, de gran aplicación en los trabajos con germoplasma, ya que las enzimas de las plantas (y en ciertos productos de su actividad) son expresiones directas de la acción de los genes. Por lo tanto, al hacer el análisis de factores tales como los isómeros de enzimas foliares, se obtiene un patrón de la constitución genética de la semilla que dio origen a una planta determinada. Se medirán varias características bioquímicas de la semilla y de la planta, para determinar, en forma más precisa, la diversidad genética del germoplasma y en particular, para identificar materiales repetidos.

COOPERACION INTERNACIONAL

Además de las actividades mencionadas, la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT está trabajando con otras instituciones internacionales que se interesan en la obtención y distribución de germoplasma. La Junta Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IBPGR) brindó asesoramiento en el establecimiento de la Unidad del CIAT y continúa prestando su asistencia. También, se están estableciendo nexos cooperativos con bancos de germoplasma existentes en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), el Instituto Internacional para Investigaciones de Arroz (IRRI) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), lo mismo que con programas nacionales y regionales, incluyendo el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), en Brasil y el Centro de Agricultura Tropical para la Investigación y Entrenamiento (CATIE), en Costa Rica. La integración de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT a una red internacional asegura la disponibilidad de germoplasma para los programas de mejoramiento de cultivos en todo el mundo.

Unidad de Estudios Especiales

El principal objetivo de la Unidad de Estudios Especiales es evaluar las prácticas de producción de alimentos que puedan ser de utilidad para los numerosos agricultores tradicionales que existen en las zonas bajas tropicales.

Las prácticas que se evalúan no están incluidas en ninguno de los programas de productos agropecuarios en los cuales tiene responsabilidad el CIAT.

Durante el año, se hicieron evaluaciones utilizando leguminosas como cultivos de cobertura en asociaciones establecidas con fríjol, maíz y yuca. Se evaluó tecnología para establecer cultivos sin labranza, en siembras de fríjol y maíz. Finalmente, se evaluó la respuesta, medida como crecimiento de las plantas, a las condiciones existentes en la sede del CIAT de diferentes grupos de germoplasma suministrados al CIAT por otros centros internacionales de investigación agrícola.

CULTIVOS PERENNES DE COBERTURA

Asociaciones de Maní Perenne/Maíz

Algunas asociaciones de maní perenne (*Arachis glabrata*) con maíz (variedad H-207), establecidas a finales de 1976, fueron cosechadas en enero de 1977. Los herbicidas glifosato, dalapon y atrazina se aplicaron en las dosis que se muestran en el Cuadro 1 y siguiendo dos patrones de aplicación: en bandas de 50 centímetros de ancho y en cobertura total. El maíz fue sembrado inmediatamente después de la aplicación. El objetivo del experimento fue el de erradicar parcialmente o retardar el crecimiento de *Arachis* y de las malezas, para reducir así su nivel de competencia con el maíz. Como tratamientos comparativos se incluyeron la desyerba manual de una franja de *Arachis* de 50 centímetros de ancho y una parcela testigo, libre de malezas y *Arachis*.

Las aplicaciones totales de 1,5 kg/ha de i.a. de glifosato y de 2 kg/ha de i.a. de atrazina así como la desyerba manual de toda la parcela fueron los tratamientos que produjeron el mejor crecimiento y los rendimientos más altos del maíz. Aparentemente, los demás tratamientos permitieron una competencia excesiva del maní (Cuadro 1). El volcamiento de las plantas de maíz fue un 20 por ciento menor, cuando se asoció maíz con *Arachis*, en comparación con la parcela testigo libre de malezas y maní. Aunque el tratamiento sin *Arachis* y sin malezas, dio un promedio de 443 kg/ha de maíz más que la asociación con maní, bajo condiciones de fertilidad del suelo presumiblemente bastante favorables, los nutrimentos vegetales reciclados, provenientes de *Arachis*, alcan-

Cuadro 1. **Rendimiento y porcentaje de volcamiento del maíz H-207 en asociación con maní perenne (*Arachis glabrata*) y contenido de nutrimentos en *A. glabrata*, después de aplicar diferentes métodos de control de malezas[1].**

Método de control de malezas			Nutrimentos en *A. glabrata* (kg/ha)			Volcamiento maíz (%)	Rendimiento maíz (kg/ha)
Herbicidas	kg i.a./ha	Embarramiento	N	P	K		
Glifosato	1,0	Franjas de 50 cm	24,6	2,6	16,1	36	3527
Glifosato	1,0	Completo	22,5	3,4	15,5	68	4647
Glifosato	1,5	Franjas de 50 cm	23,9	3,0	16,4	48	4462
Glifosato	1,5	Completo	22,1	3,4	15,2	18	6877
Atrazina	1,5	Franjas de 50 cm	20,1	3,7	12,6	49	3715
Atrazina	1,5	Completo	21,6	3,1	18,3	65	3873
Atrazina	2,0	Franjas de 50 cm	21,0	3,4	18,9	57	3940
Atrazina	2,0	Completo	21,0	2,4	18,0	36	5600
Dalapon	5,0	Franjas de 50 cm	21,3	2,4	18,0	42	4067
Dalapon	5,0	Completo	22,2	4,4	17,0	57	3062
Azadon		Franjas de 50 cm	19,5	3,1	19,9	46	5112
Desyerba		Completo	-	-	-	68	4914
Media:			21,8	3,1	17,4	49	4516

[1] El Maíz se sembró el 19 de septiembre de 1976 y se cosechó el 24 de enero de 1977. Fuente: CIAT, Palmira.

zaron niveles de 21,8-3,1-14,4 kg/ha de N-P-K, respectivamente. Se considera que sería posible cosechar el follaje de la leguminosa (y sus correspondientes nutrimentos), por lo menos, una vez durante el período en el cual la planta de maíz crece activamente.

Se hizo un experimento similar, en las mismas parcelas, después de haber concluido el ensayo previamente descrito a fin de determinar el efecto residual de los fertilizantes y de la competencia que presentó el maní perenne en el crecimiento y en el rendimiento del maíz. La mitad de los tratamientos incluyeron un fertilizante completo (15-15-15) a razón de 200 kg/ha al momento de la siembra y 200 kg/ha de urea aplicada en bandas al surco, cuando el maíz alcanzaba una altura aproximada de 60 centímetros. Los herbicidas utilizados fueron 2 kg/ha de i.a. de atrazina y 1,5 kg/ha de i.a. de glifosato, los cuales fueron los dos tratamientos más eficaces en el primer experimento. Los herbicidas se aplicaron nuevamente en franjas de 50 centímetros y sobre la totalidad de la parcela.

Los tratamientos con fertilizante produjeron rendimientos significativamente mayores que los tratamientos sin fertilizante, ya sea con o sin cultivo de cobertura. Aparentemente, los cultivos previos de maíz habían agotado la fertilidad natural del suelo, puesto que los rendimientos totales obtenidos fueron bajos; se observó una leve aunque no significativa respuesta en el rendimiento (414 kg de maíz/ha) en el tratamiento sin fertilizante con el *Arachis* como cultivo de cobertura. Sin embargo, *Arachis* redujo los rendimientos del maíz en 727 kg/ha, cuando se aplicaron fertilizantes. Las plantas de maíz mostraron un volcamiento errático pero bastante alto (promedio de 62,3 por ciento), causado por las lluvias y vientos fuertes que se presentaron durante el ensayo. El análisis de los nutrimentos reciclados en *Arachis* fue muy similar a los

resultados obtenidos en el primer ensayo 21,0:2,4:17,7 kg/ha de N, P, K, respectivamente (Cuadro 2).

Asociaciones de Maní Perenne / Yuca

Se estableció un experimento para estudiar el efecto competitivo del maní perenne sobre el cultivo de yuca. Los tratamientos fueron de 1,5 kg de i.a./ha de glifosato aplicado en franjas de un metro de ancho, sobre el maní perenne después de haber sembrado la yuca. Los tratamientos comparativos incluyeron una desyerba manual en fajas de un metro de ancho, círculos de un metro de diámetro alrededor de la planta de yuca (con una densidad de 10.000 plantas/ha) y el tratamiento testigo (sin *Arachis* y sin malezas). Aunque la yuca no se cosechará hasta 1978, el mejor crecimiento del cultivo se presentó en el tratamiento sin *Arachis* y sin malezas, lo cual sugiere una competencia excesiva por parte del maní perenne.

Asociaciones de *Leucaena* / Fríjol

La leguminosa forrajera *Leucaena leucocephala*, un arbusto nativo de América Tropical, muestra un potencial considerable como planta recicladora de nutrimentos cuando se siembra en asociación con cultivos alimenticios anuales. En 1976 se hicieron experimentos para evaluar esta posibilidad (Informe Anual del CIAT, 1976); a estos siguió en 1977 un ensayo de asociación de *Leucaena* / fríjol trepador. Se aplicaron 13 herbicidas o combinaciones de estos en aspersiones dirigidas a las partes inferiores del tronco de *Leucaena* para tratar de destruirlo o causar un retraso temporal en su rebrote y de esta manera, disminuir la competencia con el fríjol trepador. Se compararon las aspersiones de herbicidas en la base del tronco con la incisión de anillos en la corteza, a una altura de 50 centímetros, lo cual permitiría un nuevo crecimiento (rebrote) de *Leucaena* debajo del anillo. Aproximadamente, dos

Cuadro 2. **Rendimiento y volcamiento del maíz H-207 en asociación con maní perenne (*Arachis glabrata*) y contenido de nutrimentos en *A. glabrata*, después de aplicar diferentes métodos de control de malezas[1].**

Método de control de malezas				Nutrimentos reciclados (kg/ha)			Volcamiento maíz (%)	Rendimiento maíz (kg/ha)
Herbicidas y otros	Kg a.i./ha	Cubrimiento	Fertilización[2]	N	P	K		
Atrazina	2,0	Completo	Ninguna	22,2	2,2	16,7	52,8	2417
"	2,0	Completo	Completo	20,4	2,5	16,7	60,6	3970
Glifosato	1,5	Completo	Ninguna	24,3	2,1	17,5	53,2	3015
"	1,5	Completo	Completa	21,3	2,6	16,7	68,8	3147
Atrazina	2,0	Franja	Ninguna	20,0	2,3	16,5	69,9	2332
"	2,0	Franja	Completa	21,0	2,4	17,8	64,7	3514
Glifosato	1,5	Franja	Ninguna	18,6	2,4	19,8	51,5	2763
"	1,5	Franja	Completa	19,9	2,4	18,9	73,1	3361
Azadón	-	Franja	Ninguna	20,6	2,6	17,0	73,7	1790
"	-	Franja	Completa	21,2	2,5	19,5	72,0	3170
Desyerba	-	Completo	Ninguna	-	-	-	49,5	2534
"	-	Completo	Completa	-	-	-	58,1	4159
Media.				21,0	2,4	17,7	62,3	3015

[1] Maíz sembrado el 30 de abril de 1977 y cosechado el 20 de septiembre de 1977, en CIAT Palmira.

[2] Maíz fertilizado con 200 kg/ha de 15-15-15 al momento de la siembra y 200 kg/ha de urea [illegible]

Cuadro 3. **Rendimiento de maíz cultivado sin operaciones de labranza, con varios métodos de control de malezas y en diferentes secuencias y asociaciones con frijol, durante tres ciclos de siembra[1] (1976-1977), en CIAT-Palmira.**

Método de control de malezas		Maíz Monocultivo				Frijol arbustivo		Maíz	Frijol arbustivo			Frijol arbustivo	Maíz			Frijol arbustivo		Frijol arbustivo	Maíz			Maíz con frijol trepador			
		I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media
Con preemergencia																									
Herbicidas	Dosis (kg/ha)																								
Glifosato	0,75	3,6	3,1	4,4	3,7	-	4,3	-	-	3,0	-	4,6	3,8	-	-	5,2	-	3,9	2,0	4,6	3,5				
Glifosato	1,0	4,5	3,5	5,1	4,3	-	4,2	-	-	4,4	-	4,5	4,4	-	-	5,8	-	2,9	2,5	4,2	3,2				
Paraquat	0,5	6,2	5,0	4,7	5,3	-	3,6	-	-	4,5	-	4,6	4,5	-	-	4,9	-	2,7	1,5	3,5	2,6				
Machete		6,0	4,7	3,5	4,7	-	3,6	-	-	6,1	-	2,4	4,2	-	-	2,3	-	3,2	2,1	2,6	2,6				
Media:		5,1	4,1	4,4	-	-	3,9	-	-	4,5	-	4,0	-	-	-	4,5	-	3,2	2,0	3,7	3,0				
Sin preemergencia																									
Herbicidas	Dosis (kg/ha)																								
Glifosato	0,75	5,3	2,8	3,8	4,0	-	2,8	-	-	5,0	-	4,7	4,8	-	-	5,3	-	2,9	2,6	4,1	3,2				
Glifosato	1,0	4,4	3,4	4,2	4,0	-	3,4	-	-	5,8	-	3,3	4,5	-	-	5,5	-	2,1	2,9	4,5	3,2				
Paraquat	0,5	5,8	3,6	2,2	3,9	-	2,7	-	-	5,3	-	4,2	4,7	-	-	5,5	-	2,3	1,3	3,4	2,3				
Machete		5,8	2,0	2,8	3,5	-	0,4	-	-	5,5	-	2,0	3,7	-	-	2,1	-	4,4	3,2	2,7	3,4				
Media:		5,3	2,9	3,2	-	-	2,3	-	-	5,4	-	3,5	-	-	-	4,6	-	2,9	2,5	3,7	3,0				

[1] Las cifras correspondientes a las tres épocas de siembra sucesivas, están identificadas con I, II y III

semanas después de aplicados los tratamientos se sembró fríjol trepador con el fin de utilizar la *Leucaena* como soporte para el fríjol.

Las aplicaciones de herbicidas hormonales, como el 2,4-D éster y piclorán al 4 por ciento, fueron tratamientos mucho más efectivos en la eliminación de *Leucaena*, pero sus efectos residuales tuvieron una larga duración en el suelo e inhibieron totalmente la germinación del fríjol, aun después de hacer resiembras sucesivas. La aplicación de 2,4,5-T al 2 por ciento, eliminó eficazmente la *Leucaena* pero no inhibió la germinación del fríjol. En el tratamiento consistente en el anillado de la corteza, el rebrote de *Leucaena* aparentemente no afectó el desarrollo temprano de la planta de fríjol (aún sin cosechar)

Después de la cosecha del fríjol, los troncos muertos de *Leucaena* podrían ser eliminados y utilizados como combustible o material de construcción, permitiendo el nuevo crecimiento de la planta (rebrote). Aunque los herbicidas más tóxicos impidieron la germinación del fríjol en la mayoría de los tratamientos, la aplicación hecha con una brocha en vez de una aspersora podría reducir la contaminación del suelo. Por lo tanto, quizás sea posible utilizar la *Leucaena* como planta de abono verde *in situ* para el maíz, como soporte para el fríjol trepador y como fuente de proteína para la alimentación animal, debido a que las hojas de esta planta contienen un 27,4 por ciento de proteína

CULTIVOS SIN LABRANZA

Los sistemas de cultivos que no utilizan labranza o bien, los que requieran un nivel muy reducido, con frecuencia disminuyen la energía que es necesaria para la preparación del terreno, evitan la compactación del suelo y reducen las pérdidas de humedad del suelo y también la erosión. Para el pequeño agricultor, un sistema de cultivo sin labranza representa una economía en la mano de obra que normalmente se necesita al tiempo de efectuar la siembra; esta economía de esfuerzo le permitiría sembrar un área mayor de terreno o bien, efectuar el trabajo de desyerba en el momento preciso, cuando ya ha sembrado los cultivos. Existen en el mercado varios herbicidas no selectivos, no residuales, con los cuales se puede lograr este propósito; dos de estos productos fueron evaluados, en tres ciclos de siembra, en la sede del CIAT.

Se compararon el glifosato (0,75 y 1 kg/ha) y el paraquat (0,5 kg/ha) con la desyerba manual (hecha con un machete), para preparar el terreno para la siembra. La mitad de cada parcela recibió un tratamiento con un herbicida preemergente después de la siembra Se evaluaron cinco sistemas de cultivo — monocultivo continuo de maíz, monocultivo de fríjol, cultivo rotacional de maíz y fríjol y una asociación de maíz/fríjol. Se registraron los rendimientos de los cultivos y se hicieron evaluaciones del control de malezas en cada ciclo de siembra.

Maíz

Los rendimientos, durante la primera estación (Cuadro 3), fueron iguales ya sea con o sin la aplicación de un herbicida preemergente, pero los rendimientos aumentaron considerablemente durante la estación siguiente, en los sitios en los cuales se aplicó herbicida o se controlaron las malezas manualmente. Este no fue el caso cuando se cultivó maíz con fríjol, lo que indica que el fríjol puede reemplazar ventajosamente las malezas en la asociación. La producción continua de maíz no redujo los rendimientos ni tampoco se presentaron efectos beneficiosos sobre el rendimiento, cuando se cultivó fríjol en rotación con maíz.

Fríjol

Los rendimientos disminuyeron cuando

se cultivó fríjol en el mismo terreno y en forma continua; la inclusión de maíz en la rotación aumentó los rendimientos del fríjol, en cada ciclo de siembra (Cuadro 4). Como sucedió con el maíz, el uso de herbicida preemergente no aumentó los rendimientos en el primer ciclo de siembra pero sí en el ciclo siguiente. Esto sugiere que con el tiempo las malezas se conviertan en un problema más serio y que se requieran **medidas de control más intensivas, después del primer ciclo de siembra, en un sistema de cultivo sin labranza. Más** aun, se notó una tendencia de las malezas más predominantes a aumentar su número a medida que progresaba el ensayo (Cuadro 5). Los rendimientos del fríjol trepador, cultivado en asociación con el maíz, fueron bajos en general y no se presentaron diferencias de rendimiento entre el fríjol tratado con un herbicida preemergente y las parcelas sin tratamiento.

Las observaciones sobre control de malezas mostraron el siguiente orden de efectividad: glifosato (2); glifosato (1); paraquat, y desyerba manual. En general, el control de las malezas fue más efectivo con un tratamiento de preemergencia, pero las diferencias no fueron tan grandes como las observadas cuando se usan métodos tradicionales de labranza. Esto probablemente refleja el hecho de que las nuevas semillas de malezas no alcanzan a llegar a la superficie del suelo y que ésta no es apropiada para la germinación de la semilla. Los tratamientos de preemergencia fueron menos eficaces cuando se aplicaron después de remover la vegetación existente por medio de un machete que cuando se aplicó glifosato o paraquat, antes del tratamiento.

Ninguno de los tratamientos redujo la infestación de "coquito" *(Cyperus rotundus)* y ésta aumentó notablemente en las parcelas desyerbadas con machete. Se requiere una aplicación más intensiva del glifosato (por ejemplo, inmediatamente después de la cosecha o bien, dos aplicaciones antes de la siembra) para ayudar al control de esta especie.

Evaluación de Germoplasma

En enero de 1977, se invitó al ICRISAT, al ICTA y al AVRDC* a que enviaran su germoplasma más promisorio, de diferentes cultivos alimenticios tropicales, para ser evaluados bajo las condiciones del CIAT. Se cultivaron ensayos de observación y de rendimiento de sorgo, millo, soya, caupí, fríjol mungo, gandul y otras leguminosas (Cuadro 6).

Caupí, Fríjol Mungo, Soya

Entre estas leguminosas se identificaron varios materiales promisorios. Las seis mejores líneas de caupí del IITA** produjeron un promedio de 3 ton/ha de semilla seca en el CIAT. Algunas de éstas, como TVu-201-ID (VITA-1) y TVX 1193-059D combinaron altos rendimientos con tamaño grande de la semilla (15,1-18,1 g/100 semillas). Pero TVX 66-2H y TVX 1836 - 9E produjeron semillas de mejor calidad, de color crema o claro. Se obtuvieron rendimientos algo más bajos del fríjol mungo y de la soya (ambos, del AVRDC) y aunque el material de fríjol mungo se entregó al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), las tres mejores líneas, se están observando y multiplicando en el CIAT.

Sorgo y Millo

Durante 1977, se evaluaron aproximadamente 50 líneas de sorgo y 20 de

* International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (Hyderabad, India), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (Guatemala), y Asian Vegetable Research and Development Center (Taiwán, China Nacionalista), respectivamente.

** International Institute of Tropical Agriculture (Ibadan, Nigeria).

Cuadro 4 **Rendimiento de frijol cultivado sin operaciones de labranza, con varios tratamientos de control de malezas y en diferentes secuencias y asociaciones con maíz, durante tres ciclos sucesivos de siembra (1976-77), en CIAT-Palmira.**

Metodo de control de malezas		Frijol arbustivo en monocultivo				Frijol arbustivo		Maiz	Frijol arbustivo		Maiz	Frijol arbustivo		Maiz	Frijol arbustivo		Frijol arbustivo		Maiz	Maiz con Frijol trepador			
		I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media	I	II	III	Media
Con preemergencia																									
Herbicidas	Dosis (kg/ha)																								
Glifosato	0,75	1,5	1,0	0,5	1,0	1,3	-	1,1	1,2	-	1,3	-	-	1,4	1,1	-	1,2	0,4	0,3	0,4	0,4				
Glifosato	1,0	1,6	1,3	0,7	1,2	1,6	-	0,6	1,1	-	1,4	-	-	1,4	1,1	-	1,2	0,7	0,2	0,6	0,5				
Paraquat	0,5	1,5	1,4	0,7	1,2	1,6	-	0,9	1,2	-	1,4	-	-	1,5	1,1	-	1,3	0,4	0,3	0,3	0,3				
Machete		1,4	1,1	0,7	1,1	1,4	-	1,1	1,2	-	1,5	-	-	1,2	1,0	-	1,1	0,4	0,4	0,3	0,4				
Media:		1,5	1,2	0,6	-	1,5	-	0,9	-	-	1,4	-	-	1,4	1,1	-	-	0,5	0,3	0,4	-				
Sin preemergencia																									
Herbicidas	Dosis (kg/ha)																								
Glifosato	0,75	1,3	0,9	0,3	0,8	1,4	-	0,6	1,0	-	1,2	-	-	1,2	0,8	-	1,0	0,5	0,4	0,3	0,4				
Glifosato	1,0	1,5	1,2	0,4	1,0	1,3	-	0,2	0,7	-	1,3	-	-	1,6	0,9	-	1,2	0,9	0,3	0,5	0,6				
Paraquat	0,5	1,4	0,5	0,4	0,8	1,2	-	0,5	0,8	-	1,0	-	-	1,4	0,6	-	1,0	0,6	0,2	0,4	0,4				
Machete										-	0,9	-	-	1,6	0,2	-	0,9	0,4	0,2	0,3	0,3				
Media:		1,4	0,7	0,3	-	1,3	-	0,4	-	-	1,0	-	-	1,4	0,6	-	-	0,6	0,3	0,4	-				

Las cifras correspondientes a las tres épocas de siembra sucesivas, están identificadas con I, II e III

Cuadro 5. **Malezas predominantes en cultivos de maíz y de fríjol, 30 días después de la siembra, en cada ciclo de siembra, en CIAT-Palmira, 1976-1977.**

Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo
Portulaca oleracea	*Euphorbia* spp.	*Euphorbia* spp.
Leptochloa filiformis	*Sida* spp.	*Digitaria sanguinalis*
Ipomoea spp	*Leptocloa filiformis*	*Leptochloa filiformis*
	Portulaca oleracea	*Portulaca oleracea*
	Amaranthus dubius	*Ipomoea* spp.
		Cenchrus echinatus

millo, provenientes del ICRISAT. El crecimiento general del millo fue satisfactorio pero los rendimientos fueron algo menores de lo esperado, bajo las condiciones de CIAT-Palmira. En parte, este hecho se puede atribuir al daño causado

Cuadro 6. **Rendimientos de grano y otras características agronómicas de algunas líneas promisorias de tres leguminosas de grano comestible y de millo, ensayadas en la sede del CIAT, en 1977.**

Cultivo	Pedigrí	Duración[1]	Color de la semilla	Peso 100 semillas (g)	Rendimiento (ton/ha)
Caupí	IVu-354-1B	86-116	Gris ceniza	10,8	3,4
	IVu-201-D	90-126	Rojo oscuro	18,1	3,0
	IVX-30-1G	88-110	Crema oscuro	12,3	2,9
	IVX-66-2H	88-110	Crema oscuro	11,1	2,7
	IVX-1193-059D	87-117	Rojo brillante	15,1	3,2
	IVX-1836-9E	88-118	Blanco	11,5	2,7
Fríjol mungo	1380 Mg50-10A	78-99	Verde brillante	6,7	2,3
	2184 PHLV-18	80-99	Verde brillante	6,6	2,2
	1414 CFS-14	78-99	Verde brillante	7,2	2,2
	2010 M-314	80-99	Verde opaco	7,0	2,3
Soya	30096-1-9	94	Amarillo	5,7	2,8
	30292-8-6	97	Amarillo	5,3	2,3
	30035-2-13	94	Amarillo	5,1	2,3
Millo	Syn 7602	86	Gris ceniza	-	1,3
	Syn 7601	88	Gris ceniza	-	1,2
	ICH 13	88	Gris perlado	-	1,2
	ICH 105	83	Gris perlado	-	1,1
	Syn 7603[2]	86	Gris perlado	-	0,9[2]

[1] Días hasta la primera - última cosecha

[2] Planta enana, 85 cm de altura

por aves en el reducido y aislado campo de observación y de multiplicación de semilla. Sin embargo, en la Costa Norte de Colombia, quizás se presenten mejores condiciones. En el caso del sorgo, la semilla disponible y el número de plantas que se logró establecer, no fueron suficientes para obtener estimaciones de rendimiento. Sin embargo fueron hechas observaciones preliminares sobre el comportamiento general de las plantas, la incidencia de enfermedades y la calidad de la semilla. Diez de los mejores sorgos mostraron tener buena calidad de semilla, uniformidad en la plantación y potencial de rendimiento y por tal razón, se cosechó suficiente semilla para establecer en 1978 una serie de ensayos replicados de rendimiento.

Unidad de Hemo y Ectoparásitos

La Unidad de Hemo y Ectoparásitos del CIAT es un proyecto especial en colaboración con el Instituto de Medicina Veterinaria Tropical de la Universidad de Texas A&M, (EE.UU.). El principal objetivo de la Unidad es ayudar a aumentar la producción de ganado en las tierras bajas tropicales de América Latina, mediante el desarrollo de estrategias para el control de las enfermedades hemoparasitarias.

Se presta especial atención a las enfermedades conocidas como anaplasmosis (producida por *Anaplasma marginale)* y babesiosis (producida por *Babesia argentina* y *B. bigemina)* y a los ácaros, los cuales sirven de vectores a estas y a otras enfermedades. Las actividades específicas se dirigen al desarrollo de: 1) metodologías de diagnóstico; 2) medidas eficientes y económicas de control en relación con las enfermedades y sus vectores; y 3) medios para transferir estas tecnologías a los médicos veterinarios mediante adiestramiento y programas extensivos.

ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS

METODOLOGIAS DE DIAGNOSTICO

Modificación de la PIAF para el Diagnóstico de la Anaplasmosis

La prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (PIAF) desarrollado anteriormente por la Unidad para diagnosticar *B. argentina* y *B. bigemina* (Informe Anual del CIAT, 1975) fue adaptado y ensayado este año para encontrar anticuerpos de *A. marginale* en la sangre. Los resultados de las comparaciones entre la PIAF modificada y los exámenes de fijación de complemento (FC) y las pruebas de tarjeta (PT) se presentan en el Cuadro 1. La PIAF fue significativamente más sensible (para encontrar reactores positivos) que los métodos FC o PT pero fue significativamente menos específico (para encontrar reactores negativos) que estas dos pruebas. Un análisis de regresión lineal realizado en los títulos promedio de PIAF y FC durante un período de 20 semanas, con 10 terneros infectados artificialmente, inoculados con *A. marginale,* dio coeficientes de regresión significativos para ambas pruebas. La regresión de los títulos de FC disminuyeron a un nivel inferior al de detección, 14 semanas después de la inoculación, en tanto que la línea de regresión para los títulos PIAF se mantenía por encima del nivel de detección 20 semanas después de la inoculación, o sea, el último período examinado (Fig. 1). La PT también constató la presencia de anticuerpos hasta finalizar el período de observación.

MICROTECNIA PARA LA PRUEBA DE FIJACION DE COMPLEMENTO

Se desarrolló y estableció con éxito una técnica que utiliza microcantidades de reactivos serológicos y antígenos. Constituye una prueba de gran sensibilidad y

Cuadro 1. **Sensibilidades y especificidades comparativas del examen de Anticuerpo Fluorescente Indirecto (AFI), del examen de Fijación de Complemento (FC) y del Examen de Tarjeta (ET), cada uno 130 muestras serológicas.**

Reacciones de ensayo	Diagnosis			Porcentáje de	
	Positivas	Negativas	Total	Sensibilidad	Especificidad
AFI	80	5		97[1]	90[1]
Positivos	80	5	85		
Negativos	2	43	45		
Total	82	48	130		
ET				84[1]	98[1]
Positivos	69	1	70		
Negativos	13	47	60		
Total	83	48	130		
FC				79[1]	100[1]
Positivos	65	0	65		
Negativos	17	48	65		
Total	82	48	130		

[1] Diferencia significativa entre exámenes (P≤0,05)

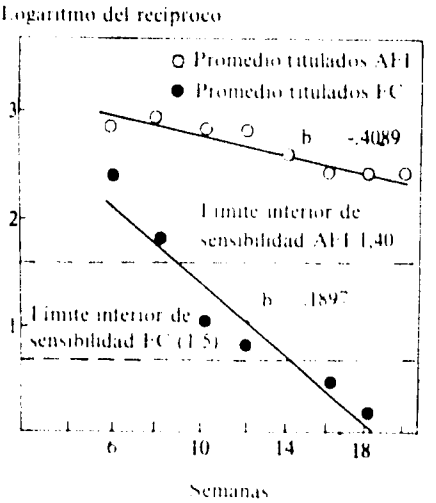


Figura 1. Análisis de regresión lineal de los títulos serológicos promedio de los exámenes de la prueba Indirecta de Anticuerpos Fluorescentes (AFI) y de Fijación de Complemento (FC) en 10 terneras infectadas artificialmente con *Anaplasma marginale*

confiabilidad, al mismo tiempo que reduce la cantidad de materiales que se debe utilizar, en comparación con el método de tubo. El volumen total de reactivos usados por prueba se reduce 20 veces (de 0,5 cc a 0,025 cc de cada uno). Además del ahorro de materiales, el tiempo requerido para procesar cantidades voluminosas de suero se disminuye en una tercera parte.

ENSAYO SEROLOGICO DE MUESTRAS DE SUERO

Durante el año, se hicieron más de 20.000 pruebas, tanto con el examen FC como con el de anticuerpos fluorescentes. Se obtuvieron muestras procedentes del trabajo experimental de la Unidad en el CIAT y de otras fuentes de América Latina, las cuales solicitaron asistencia técnica para el diagnóstico de enfermedades hemoparasitarias.

EPIZOOTIOLOGIA

Se continuaron los estudios para profundizar los conocimientos acerca de la epidemiología de la anaplasmosis bovina y la babesiosis bajo situaciones endémicas, tales como la que se presenta en el Valle del Río Cauca, en Colombia.

Con este propósito, se investigó la incidencia de anaplasmosis y babesiosis en 12 hatos representativos del área. Las fincas seleccionadas para el análisis fueron: 1) hatos lecheros, 2) hatos mixtos (leche y carne), y 3) hatos de ganado de carne.

La incidencia de estas enfermedades mostró variaciones según el tipo de hato estudiado. En el Cuadro 2 se presenta la predominancia relativa de cada uno de los hemoparásitos investigados (*A. marginale*, *B. bigemina* y *B. argentina*) para cada tipo de hato. Para cada hemoparásito se encontraron diferencias significativas entre tipos de hato. Estos datos indican que, dentro de un área endémica de hemoparasitismo, las variaciones encontradas en la predominancia de las enfermedades probablemente están más relacionadas con factores de manejo que con factores ambientales. En algunas de las fincas, el control excesivo de los ácaros resultó ser el principal factor que contribuía a las bajas tasas de predominancia. Dentro de un área endémica, el control excesivo de los ácaros podría contribuir a crear una situación epidemiológica inestable.

Se seleccionó una de las 12 fincas para determinar la incidencia de anaplasmosis y de babesiosis. Generalmente, los dueños o los administradores de las fincas someten a tratamiento a todos los animales que contraen una infección hemoparasitaria o que presentan indicios, tan pronto como aparecen los primeros síntomas de la enfermedad. La mayor parte de los animales se recuperan sin que nunca se conozca la causa exacta de la infección.

Este estudio se inició en abril de 1976, en una finca lechera (Finca H) en la cual se están haciendo todavía ensayos de inmunización contra la anaplasmosis y la babesiosis. Se suministraron recipientes para sangre con y sin anticoagulantes, junto con un cuestionario.

Cuadro 2 **Prevalencia de anaplasmosis y babesiosis en las fincas ganaderas del Valle del Cauca de Colombia.**

Especies	Tipo de hato	Edad de los animales: 6 Meses (%)	6-12 Meses (%)	1-2 Años (%)	2 Años (%)	Total de fincas (%)
A. marginale	Lechero	7,3	23,2	48,3	61,0	35,0
	Mixto	8,9	75,8	92,1	88,4	[illegible]
	Carne	45,0	79,0	100,0	96,5	88,1
b. bigemina	Lechero	7,3	26,8	47,8	63,6	46,6
	Mixto	11,1	56,5	76,3	81,4	61,5
	Carne	70,0	89,5	96,2	88,4	87,4
B. argentina	Lechero	7,6	12,1	21,0	35,8	26,0
	Mixto	4,4	50,0	93,4	83,7	65,4
	Carne	25,0	63,2	46,2	44,2	44,1

Se pidió al dueño de la finca y a su administrador que siempre tomaran muestras de sangre a cualquier animal que pareciera sospechoso de ser portador de enfermedades, antes de someterlo a tratamiento. Hasta el momento de su recolección en la finca, las muestras de sangre se mantuvieron refrigeradas. En el laboratorio, se obtuvieron hematocritos y muestras sanguíneas (frotis), delgados y gruesos, teñidos por Giemsa, a partir de las muestras con anticoagulantes. El suero se mantuvo congelado a -20°C para los análisis FC y PIAE.

Durante el período comprendido entre abril de 1976 y noviembre de 1977, se obtuvieron 45 muestras de sangre. Se confirmó la infección hemoparasitaria en 40 muestras (89 por ciento), con 27 casos diagnosticados como anaplasmosis y 13 como babesiosis, esto es, 67 y 33 por ciento, respectivamente. De los 13 casos clínicos de babesiosis, 10 se diagnosticaron como *B. argentina* y 3 como *B. bigemina*. La incidencia, según el grupo de manejo dentro del hato, se puede observar en el Cuadro 3.

SISTEMAS DE CONTROL DE LAS ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS

Proyecto del Valle del Cauca

Este programa de inmunización contra la anaplasmosis y la babesiosis utilizó el procedimiento de las dosis infectivas mínimas. El trabajo continuó con ocho hatos comerciales representativos de ganado de leche y de carne, localizados en diferentes zonas del Valle del Cauca.

En noviembre de 1977, se habían iniciado 20 ensayos (incluyendo más de 400 animales), de los cuales la mitad se terminó durante el año. Los resultados parciales del programa se resumen en el Cuadro 4.

La incidencia de infección clínica natural de anaplasmosis y de babesiosis varía entre las fincas, según sea la situación epidemiológica individual. La Finca I presentó la mayor incidencia (100 por ciento) de ambas enfermedades, en animales testigo. La Finca III presentó incidencias variables de anaplasmosis (43 a 80 por ciento) y de babesiosis (0 a 30 por

Cuadro 3 Incidencia de casos clínicos confirmados de anaplasmosis y babesiosis por parte de grupos de manejo en la Finca II (abril de 1976-noviembre de 1977).

		Anaplasmosis		Babesiosis	
Grupo de manejo	No promedio animales	No. de casos	Incidencia (%)	No. de casos	Incidencia (%)
Terneros no destetos	9	3	33	0	
Terneros destetos	14	10	71	1	7,1
Novillas vacías	40	3	7,5	7	17,5
Novillas preñadas	40	8	20	4	10
Vacas secas	32	0		0	
Vacas en producción	92	2	2,2	1	1,1
Toros	3	1	33	0	
Total	230	27	11,7	13	5,7

Cuadro 4. **Evaluación de campo de inmunización contra anaplasmosis y babesiosis mediante el procedimiento de dosis infectivas mínimas.**

No. del ensayo	No. animales vacunados	No. animales control	Incidencia según infección clínica natural confirmada: Anaplasmosis, Vacunado		Anaplasmosis, Control		Babesiosis, Vacunado		Babesiosis, Control	
1[1]	11	9	0/8	8%	8/8	100%	0/8	0%	8/8	100%
2[1]	12	7	0/12	8%	7/7	100	4/12	33%	7/7	100%
1	12	12	1/12	8%	9/11	82%	0/12	0%	3/6	50%
2	12	12	0/12	0%	2/7	30%	0/12	0%		15%
3	10	10	0/12	0%	4/9	45%	0/9	0%	0/2	0%
4	10	10	0/10	0%	2/6	33%	0/7	0%	0/1	0%
5	10	10	0/10	0%	0/3	0%	0/10	0%	0/2	0%
1[1]	7	7	1/7	14%	5/7	70%	0/7	0%	0/7	0%
2[1]	12	12	0/12	0%	5/12	42%	0/12	0%	2/12	16%
3[1]	10	10	1/10	10%	8/10	80%	0/10	0%	3/10	30%
4[1]	0	14	-	-	5/14	43%	-	-	2/14	15%
1	7	7	0/7	0%	0/1	0%	0/7	0%	3/3	100%
2	8	8	0/8	0%	0/0	0%	0/8	0%	1/2	50%
3	8	8	0/8	0%	0/0	0%	0/8	0%	0/0	0%
1[1]	11	11	0/11	0%	8/11	73%	0/11	0%	3/8	38%
2[1]	15	15	0/15	0%	3/5	60%	0/15	0%	0/12	0%
1	8	8	0/8	0%	0/1	0%	0/8	0%	0/5	0%
1[1]	12	0	0/12	0%	-	-	0/12	0%	-	-
20	203	198	4/197	2%[2]	81/133	61%	4/196	2%[2]	33/129	26%

[1] Ensayo completo

[2] Diferencia significativa ($P \geq 0{,}01$) en comparación con el grupo de control

ciento) en animales testigo; en cambio, en otras fincas, por ejemplo en la Finca IV, las incidencias de anaplasmosis y babesiosis en animales testigo fueron muy bajas debido a que la mayoría de los animales todavía no había sido naturalmente expuesta a las enfermedades. Este tipo de hato presenta una situación epidemiológica conocida como "inestabilidad endémica" o sea que, aunque la finca esté situada en un área apropiada para el desarrollo de los vectores (ácaros), los animales no tienen oportunidad de contraer la infección debido al excesivo control de los vectores.

Las incidencias totales de anaplasmosis y de babesiosis, en los ocho hatos estudiados, presentaron diferencias significativas entre los animales vacunados

y los no vacunados. Las incidencias de anaplasmosis y babesiosis fueron de 2 por ciento en los animales vacunados y de 61 y 26 por ciento en los no vacunados, respectivamente.

Los Cuadros 5 y 6 presentan resúmenes de los resultados obtenidos en los Ensayos 1 y 2, de la Finca 1, en la cual se completó el programa de inmunización. Todos los animales testigo, en ambos grupos, requirieron un tratamiento específico contra la anaplasmosis y la babesiosis para evitar su muerte. Se dio tratamiento a 2 animales vacunos del Ensayo 1, debido a que no contrajeron la infección con la vacunación.

Los resultados de las diferencias en aumento de peso, entre animales vacunados y no vacunados, en los 2 ensayos en la Finca 1, fueron muy significativos. En el Ensayo 1, la diferencia entre los dos grupos al finalizar el período de inoculación fue de 28 kg/animal. En el Ensayo 2 la diferencia fue de 32 kg/animal. Ambas diferencias favorecieron a los animales vacunados. Es muy importante notar que si los animales testigo no hubieran sido sometidos a tratamiento, las muertes por anaplasmosis habrían sido probablemente muy significativas.

Sistemas mono y bivalentes de vacunación contra la babesiosis bovina

En este proyecto se usaron 40 animales de un año de edad, con alta susceptibilidad. Se inmunizaron tres grupos, de 10 animales cada uno, contra la anaplasmosis y posteriormente se inmunizaron contra *B. argentina* o *B. bigemina*, o contra ambas simultáneamente para lo cual se utilizó el procedimiento de la dosis infectiva mínima. Después de la inmunización, los animales se sometieron a una descarga natural en el campo, con garrapatas *B. microplus* en una finca del Valle del Cauca. Después de cuatro semanas de exposición en el campo bajo condiciones endémicas para anaplasmosis y babesiosis, se obtuvo la mejor protección con la vacuna bivalente (la cual contiene ambas especies de *Babesia*). Sin embargo, se observó un cierto grado de protección cruzada utilizando las vacunas monovalentes. Se ha planeado realizar más investigaciones, a fin de establecer un nivel práctico de protección cruzada por medio de una vacuna monovalente contra la babesiosis bovina.

ACAROLOGIA

Se continuaron las investigaciones con gramíneas que parecieran ser antagónicas a las garrapatas; a la vez, se estudió cuál podría ser la acción más apropiada para eliminar o al menos mantener las poblaciones de garrapatas en niveles bajos en el campo. A fin de determinar la compatibilidad de las larvas de garrapatas con seis especies promisorias de gramíneas, (*Cynodon dactylon*, *Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Pennisetum clandestinum*, *Hyparrhenia rufa* y *Andropogon gayanus*), éstas se establecieron en parcelas separadas. Luego las gramíneas se infestaron con 40.000 larvas (de 7-14 días de edad) de *Boophilus microplus* parcela. Se hicieron mediciones diarias a las 0830, 1330 y 1630 horas, de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y nubosidad. En los días 14, 21, 29, 34, 39, 44 y 49, después de la infección, se arrastró una tela de franela sobre y a través de las parcelas, a fin de obtener muestras de las poblaciones y observar las actividades de las garrapatas.

En el día 14, después de la infección, *A. gayanus* y *M. minutiflora* presentaron los menores números promedio de garrapatas, lo cual sugiere que tales gramíneas tienen propiedades iniciales que inhiben las altas poblaciones de garrapatas. *M. minutiflora* también mostró tener, en mayor grado, característica de disuación contra el establecimiento de las garrapatas al comprobarse niveles bajos de población y ausencia de reinfestación. *B. decumbens* y *H. rufa* presentaron infestaciones iniciales altas, en el día 14, pero posteriormente se

Cuadro 5. **Respuesta a la vacunación y a la infección de campo natural en animales vacunados y de control, Finca I, Ensayo I.**

	Respuesta a vacunación			Respuesta a infección		
Parametros	Vacunado	Control	Significancia	Vacunado	Control	Significancia
Duración periodo (semanas)		12			18	
No. animales	11	9		8	8	
No. animales afectados clinicamente con babesiosis Total animales expuestos	1/11	0/0		0/8	8/8	
No. animales afectados clinicamente con anaplasmosis Total animales expuestos	0/6	0/0		2/8	8/8	
No. tratamiento contra babesiosis Total animales expuestos	5/11	0/0		0/8	8/8	
No. tratamiento contra anaplasmosis Total animales expuestos	0/6	0/0		4/8	20/8	
Promedio menor hematocrito (%)	23	30	$P \leq 0.01$	24	15	$P \leq 0.01$
Promedio mayor temperatura (°C)	40,5	40,9	NS	40,2	41,2	$P \leq 0.05$
Peso promedio al fin del periodo (kg)	195	213	NS	230	220	NS
Ganancia total peso animal al fin del periodo	16,7	20	NS	35,4	7,2	$P \leq 0.05$

Cuadro 6. **Respuesta a la vacunación y a la infección natural de campo en animales vacunados y de control, Finca I, Ensayo 2.**

Parámetros	Respuesta a vacunación			Respuesta a infección		
	Vacunado	Control	Significancia	Vacunado	Control	Significancia
Duración periodo (semanas)		10			12	
No. animales	12	7		12	7	
No. animales afectados clínicamente con babesiosis / Total animales expuestos	0/12	0/0		3/12	7/7	
No. animales afectados afectados clínicamente con anaplasmosis Total animales expuestos	0/12	0/0		0/12	7/7	
No. tratamiento contra babesiosis Total animales expuestos	12/12	0/0		0/12	14/7	
No. tratamiento contra anaplasmosis Total animales expuestos	0/12	0/0		0/12	14/7	
Promedio menor hematocrito (%) causado por infección *Babesia*	23,6	33,0	$P \leq 0,01$	27,0	17,0	$P \leq 0,01$
Promedio menor hematocrito (%) causado por infección *Anaplasma*	24,0	33,4	$P \leq 0,05$	26,5	16,8	$P \leq 0,05$
Peso promedio al fin del periodo (kg)	148	183	NS	222	189	$P \leq 0,01$
Ganancia total peso animal al fin del periodo	16,3	16,6	NS	38	6	$P \leq 0,01$

presentó una reducción en la población y seguidamente, una reinfestación. Sin embargo, *A. gayanus* mostró una infestación inicial baja de garrapatas, la cual se mantuvo consistentemente en ese nivel.

Pareciera que *M. minutiflora* redujo significativamente las poblaciones de garrapatas de manera que, teóricamente, el ganado que pastara en praderas establecidas con esta gramínea no sufriría reinfestaciones periódicas de garrapatas y como consecuencia, sería extremadamente susceptible a las enfermedades transmitidas por estos vectores, en caso de una reinfestación accidental. Debido a las aparentes propiedades disuasivas que tiene esta gramínea hacia las garrapatas se le considera apropiada para el establecimiento de una zona marginal de garrapatas, en la cual una infestación accidental con garrapatas tiene pocas probabilidades de ocurrir.

Pareciera que *A. gayanus* tiene una infestación inicial baja y que mantiene posteriormente una escasa población de garrapatas. Por tal razón se considera que esta gramínea es promisoria para zonas endémicas, en las cuales sea posible mantener poblaciones bajas, económicamente tolerables de garrapatas a fin de asegurar un cierto nivel de inmunización de campo a las enfermedades hemoparasitarias.

Las gramíneas *B. decumbens* y *H. rufa* presentan infestaciones iniciales muy altas y aparentemente mantienen poblaciones demasiado altas de garrapatas durante períodos prolongados, lo cual no resulta conveniente. Por lo tanto, si se pusiera ganado en estas praderas, es posible que las poblaciones de garrapatas fueron demasiado altas. Las gramíneas *P. clandestinum* y *C. dactylon* pueden tener algunas características que no favorezcan el establecimiento de las garrapatas en las praderas. Ambas presentaron una infestación inicial mayor que la de *M. minutiflora* pero no menor que la de *B. decumbens* o sea la de *H. rufa*. Además, se recogieron garrapatas en los días 34 y 44, en ambas gramíneas, después de haberse constatado su presencia durante varios días. Esto puede indicar una capacidad de estas dos gramíneas para mantener una población baja de garrapatas, la cual tuvo una larga duración.

A pesar de que el aumento de las poblaciones de garrapatas haría eventualmente necesaria la aplicación de un garrapaticida al ganado, bien sea por aspersión o por inmersión en tanques, se estima que se podría hacer dos a cuatro veces por año, en comparación con el tratamiento a intervalos de 12-21 días que actualmente se hace necesario.

Grupos de Apoyo a la Investigación

Unidad de Biometría

La Unidad de Biometría del CIAT proporciona asesoría en la planeación, diseño, análisis e interpretación de los experimentos realizados en los programas de investigación del centro. Además, la unidad ha asumido una función progresivamente más activa en el diseño y mantenimiento de sistemas de información de las diversas unidades científicas y de servicio del CIAT. Además, ha continuado participando en proyectos cooperativos de investigación con otros programas del CIAT y ha proporcionado adiestramiento en las áreas de estadística y procesamiento de datos, mediante ciclos de conferencias y asesoría individual. Este adiestramiento se ofrece tanto al personal científico del CIAT como al personal invitado de otras instituciones de investigación nacionales e internacionales.

COLABORACION CON LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION

PROGRAMA DE FRIJOL

Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol

Durante 1976, se procesaron 33 experimentos correspondientes a este vivero. Dado el carácter continuo del vivero, se desarrolló una metodología de procesamiento y análisis, dando especial énfasis a la depuración de la información suministrada; esta depuración se hizo necesaria dado que, a pesar de que se dieron instrucciones con respecto a la recolección de la información, se siguieron diferentes patrones en la metodología que se aplicó, como por ejemplo, áreas de parcelas diferentes a la planeada, sistemas de unidades diversas, etc. Para cada experimento se hizo un cuadro de información general, un cuadro de estadísticas descriptivas de las variables más importantes, un cuadro de promedios obtenidos con los cinco materiales promisorios del CIAT de mayor rendimiento y con las cinco variedades locales, y un cuadro de datos de precipitación y temperaturas máxima y mínima para los intervalos siembra a floración, floración a cosecha y para el intervalo total siembra a cosecha.

Uno de los problemas principales en el análisis comparativo de las variedades comunes a los experimentos del vivero en 1976 fue la diferente densidad de plantas a la cosecha. Aunque se recomendó una densidad de 150 plantas por parcela de 6m^2 de área útil, se han registrado ensayos con densidades reales muy diferentes de la planeada. En primera instancia, se debe decidir si conviene o no corregir el rendimiento observado con base en la densidad a la cosecha. Sobre este punto hay opiniones divergentes entre los estadísticos: algunos estadísticos opinan que

tal corrección se debe hacer debido a que algunas semillas no germinan o algunas plantas mueren; esta variación en el número de plantas cosechadas contribuye al "error experimental" que afecta las estimaciones de rendimiento de las diferentes variedades. Sin embargo, otros estadísticos opinan que no se debe hacer corrección alguna pues las variaciones en número de plantas pueden representar efectos varietales reales. Se puede argumentar que tal razonamiento es legítimo si lo que se desea es un aumento de la precisión de las comparaciones, pero no en el caso de que se busque corregir los rendimientos observados para poder hacer comparaciones al nivel planeado de número de plantas. Debido a esta divergencia de opiniones, se presentan estadísticas tanto del rendimiento observado como del rendimiento corregido utilizando un modelo de análisis de covarianza en el cual el grado final del ajuste lo determina el nivel de significancia de los modelos cuadrático y lineal. Otra alternativa de ajuste-no incluido en los cuadros pero potencialmente útil-fue utilizada en los primeros ensayos de los cuales se obtuvo información. Este método de ajuste se basa en la estimación de un factor de correción (F_c) en función del cociente K=(número observado de plantas por parcela) ÷ (número planeado de plantas por parcela), el cual permita expresar el rendimiento corregido como el producto del rendimiento observado por el factor de corrección.

Finalmente, se hizo un análisis preliminar de estabilidad de las veinte variedades comunes utilizando la información de 23 localidades con datos completos de rendimiento. Para el efecto se utilizó la técnica propuesta por Eberhart y Russell[1]. Se está considerando también analizar e interpretar la interacción variedad x localidad utilizando técnicas de "pattern analysis"[2].

Sistema de Información de Fitomejoramiento de Fríjol (SIFFRI)

El SIFFRI ha continuado apoyando las diversas disciplinas del programa de Fríjol en dos aspectos importantes:

a) Recuperación de Información

b) Análisis Estadístico de la Información.

En esta etapa de desarrollo del SIFFRI, se ha estrechado aun más el contacto del grupo que desarrolla el sistema, con los investigadores en las diversas disciplinas. Así, el SIFFRI ha contribuido significativamente, entre otras cosas, en:

a) Definir la etapa de planeación de las cruzas

b) Producir informes correspondientes a cada cruza, para adjuntarlos cuando la semilla de ésta se envía a los programas nacionales de los países en los cuales trabajan los investigadores de fríjol.

c) Brindar apoyo a la Unidad de Recursos Genéticos, mediante el Registro Básico del Banco de Germoplasma de Fríjol el cual alcanzó en este año a 8261 colecciones.

d) Preparar los libros de campo de las disciplinas de fríjol.

e) Procesar las solicitudes de información que hacen los programas nacionales de fríjol de los diferentes países, las cuales se han podido cumplir oportunamente mediante el SIFFRI.

---

[1] Eberhart, S.A. y Russell, W.A. 1966. Stability parameters for Comparing Varieties. Crop Science Vol. 4. pp 4, pp 36-40. 1966.

[2] Bith, D.E., Shorter, R., Eisemann, R.L. y De Lacy, I.H. 1977. Two-way pattern analysis results for yield to evaluate cultivar adaptation and environmental differences. Department of Agriculture, University of Queensland. Brisbane, Australia, 1977.

La mayoría de los requerimientos básicos que se propusieron inicialmente para establecer el SIFFRI (Ver Informes Anuales del CIAT, 1975 y 1976, Sección de Biometría), ya se han cumplido y se ha pasado a la etapa de optimización del sistema. Así, el SIFFRI ya está en capacidad de:

a) Recuperar información sobre todas las cruzas y selecciones provenientes de un progenitor.

b) Determinar los progenitores, cruzas y selecciones correspondientes a uno o más criterios de selección.

c) Reconstruir la genealogía de una cruza o selección.

d) Producir informes periódicos sobre datos faltantes.

e) Permitir el análisis estadístico de la información que produce el sistema.

f) Integrar la información de todo el sistema.

Con relación a este último punto y a través del trabajo cooperativo que se ha hecho con diferentes disciplinas, se ha visto la necesidad de ampliar la base de datos del sistema; es así como el SIFFRI cuenta ahora con la información de rendimientos experimentales de 40 ensayos llevados a cabo en varias localidades. Además, cuenta con las evaluaciones a enfermedades de las variedades promisorias a través de localidades y semestres.

Para el próximo año se espera incluir información de existencia y viabilidad de semilla, la cual permitirá llevar a cabo un control de inventario.

El soporte principal de manejo y análisis estadístico de la información lo constituye el SAS (Statistical Analysis System), versión 76,5, en un 70 por ciento y el resto, por programas desarrollados en la Unidad.

Actualmente, la base de datos del SIFFRI está constituida por los archivos del Banco de Germoplasma, los archivos de cruzas, el archivo de variedades promisorias con todas sus características, el archivo de reacción a enfermedades de los materiales promisorios en distintas localidades y épocas de siembra, el archivo de rendimiento experimental de los materiales promisorios en varias localidades y épocas de siembra, y archivos que responden a necesidades específicas de los usuarios del sistema.

El manejo de información de las primeras generaciones se llevó a cabo satisfactoriamente por medio de tarjetas de campo identificadas con etiquetas producidas por el sistema.

En adelante, nuestro esfuerzo estará orientado a la integración del grupo de SIFFRI con los investigadores en las diversas disciplinas, a fin de adquirir un conocimiento dinámico de las necesidades de los investigadores de fríjol.

Evaluación del Diseño de Anillos Hexagonales

Durante 1977 se llevó a cabo un experimento con 47 líneas puras de *Phaseolus vulgaris* para comparar el diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A.) con el Diseño de Anillos Hexagonales (D.A.H.)[1] a dos distancias entre plantas: d = 1,15m y d = 0,70m. Los coeficientes de correlación de los rendimientos en B.C.A. y los rendimientos

---

[1] Fasoulas, A. 1973. A new approach to breeding superior yielding varieties. Thessaloniki Aristotelian Univ. Dept. Gen. Pl. Breeding. Publ. 3. 42 pp.

* $0,01 < P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

Cuadro 1. **Coeficientes de correlación entre los rendimientos promedio de 47 variedades en diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A.) y rendimiento ajustados y no ajustados en diseño de Anillos Hexagonales (D.A.H.).**

	Distancia entre plantas	
Tipo de Ajuste en D.A.H.	1,15 m	0,70 m
- Ninguno	0,36*	0,48**
- Porcentaje del triángulo de control	0,36*	0,43**
- Porcentaje del hexágono circundante	0,40*	0,47**
- Covarianza en el triángulo de control	0,37**	0,48**
- Covarianza en el hexágono circundante	0,37**	0,46**

observados en D.A.H. fueron de 0, 36* para d=1,15 y 0,48** para d=0,70. Con la esperanza de eliminar los efectos de heterogeneidad del suelo, los rendimientos observados se expresan como porcentaje del hexágono de plantas circundante o como porcentaje del triángulo de control. Similarmente, es posible ajustar los rendimientos observados utilizando como covariable el rendimiento del hexágono circundante o el rendimiento del triángulo de control. En el Cuadro 1 se muestran los coeficientes de correlación del rendimiento en B.C.A. y los rendimientos en cada uno de los ajustes antes mencionados.

Los coeficientes de correlación no presentaron mayor incremento cuando se agruparon las variedades según el hábito de crecimiento. Además, los coeficientes de correlación ponderados entre replicaciones del D.A.H. fueron 0,31** (d=1,15) y 0,46** (d=0,70), mientras el coeficiente de correlación promedio entre pares de replicaciones del diseño en B.C.A. fue de 0,86**. En consecuencia, los resultados de este experimento sugieren que para la selección por rendimiento de generaciones tempranas de *Phaseolus vulgaris*, bajo las condiciones nuestras, el DAH no es una alternativa eficiente del diseño en BCA con un número similar de plantas.

Es digno de mencionarse que los resultados de un estudio prelimiar sobre el aumento en la precisión de las comparaciones de rendimiento de variedades de fríjol y de yuca ajustando la respuesta en una parcela por las respuestas en las parcelas vecinas[1], sugieren una clara superioridad de este método sobre el análisis como B.C.A., pero las comparaciones con el análisis en látice no fueron concluyentes. Para una exposición detallada ver la referencia 2 como pie de página.

Eficiencia y precisión del diseño en látices bajo distinto número de repeticiones y tamaño de parcela en ensayos de rendimiento de fríjol *(Phaseolus vulgaris* L.)

En 1977 se concluyó este estudio comparativo de la eficiencia y precisión del diseño en látice (5 x 5) con respecto al diseño en Bloques Completos al Azar (B.C.A.). Para el efecto, se utilizaron datos del proyecto "Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol" a cargo del grupo de Agronomía del Programa de Fríjol del CIAT. Como medida de eficiencia se utilizó el concepto de eficiencia relativa (E.R.) de un diseño; como medida de precisión, el coeficiente de variación (C.V.) y como medida de sensitividad, la diferencia mínima significativa (D.M.S.) que se espera encontrar a un nivel dado de significancia.

---

1 Pearce, S.C. y Moore, C.S. 1976. Reduction of Experimental Error in Perennial Crops, Using Adjustment by Neighbouring Plots. Experimental Agriculture. Vol. 12, pp 267-272, 1976.

2 Mendoza, G. Dos Aplicaciones Prácticas del Modelo Estadístico Lineal. CIAT, Cali, Colombia (mimeografiado Seminarios Internos). Serie SE-03-77.

En el Cuadro 2 se presenta una parte de los resultados obtenidos en este estudio, el cual relaciona el número de replicaciones, el número de surcos y el área de parcela, C.V., D.M.S. (α=,05) y E.R. A partir de dicho cuadro es posible encontrar cuáles combinaciones de tamaño de parcela y número de repeticiones son apropiadas para niveles prefijados de C.V. y D.M.S. En particular, para el "Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol" se estima que D.M.S.=400 kg/ha, C.V.≤ 15% y un área experimental por ensayo inferior a 1800 m². Las combinaciones de número de repeticiones y tamaño de parcela que satisfacen tales necesidades se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2 **Valores de Coeficiente de Variación (C.V.), Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) (α=0,05) y Eficiencia Relativa del Latice (E.R.L.), (5 x 5) con respecto a Bloques Completos al Azar, con distinto número de repeticiones y 4 diferentes tamaños de parcela.**

Número de replicaciones	No. de surcos parcela (área parcela)		C.V. (%)	D.M.S. (kg/ha)	E.R.L. (%)
2	1	(1,5 m²)	24,33	1004,7	122,3
	2	(3,0 m²)	11,26	590,9	105,7
	4	(6,0 m²)	8,10	436,2	125,9
	6	(9,0 m²)	7,17	386,8	200,3
	Promedio general		12,72	604,7	138,6
3	1	(1,5 m²)	25,69	546,9	113,4
	2	(3,0 m²)	11,76	476,9	106,0
	4	(6,0 m²)	9,31	381,6	117,5
	6	(9,0 m²)	8,07	327,4	123,4
	Promedio general		13,71	500,7	115,1
4	1	(1,5 m²)	23,70	654,5	105,0
	2	(3,0 m²)	11,33	397,7	109,4
	4	(6,0 m²	9,58	339,1	117,7
	6	(9,0 m²	8,35	292,0	125,6
	Promedio general		13,24	420,8	114,4
5	1	(1,5 m²)	22,99	572,9	104,3
	2	(3,0 m²)	10,76	341,6	110,5
	4	(6,0 m²)	9,43	302,1	112,0
	6	(9,0 m²)	8,59	271,5	115,1
	Promedio general		12,94	372,0	114,4
6	1	(1,5 m²)	23,29	525,1	104,5
	2	(3,0 m²)	11,42	327,5	110,2
	4	(6,0 m²)	9,59	276,9	115,5
	6	(9,0 m²)	8,59	245,6	119,0
	Promedio general		13,22	343,8	112,3

Estudios de efectos de bordes en ensayos de rendimiento en Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

El efecto de competencia entre parcelas experimentales, conocido como efecto de bordes, es un factor de reconocida importancia en la experimentación agrícola. Este efecto se manifiesta a través de un cambio en el patrón de crecimiento y rendimiento de las plantas cerca al perímetro de la parcela con relación a aquellas de la parte central de ésta. Para la eliminación de tal efecto se acostumbra dejar un margen no experimental de una magnitud predeterminada.

Desde hace algún tiempo, la Unidad de Biometría en cooperación con el Programa de Fríjol ha venido realizando estudios del efecto de bordes en parcelas de ensayos de rendimiento. A continuación, se describen brevemente tales ensayos:

1. **Efectos de Borde en Variedades de Hábitos II y III:**

Este ensayo se estableció en 1976 en la granja experimental del CIAT-Palmira, probando 25 variedades de fríjol de color negro y hábitos de crecimiento II y III, en un diseño en látice (5 x 5) balanceado, con parcelas de 12 m² de área total, constituidas por 6 surcos de 4 m de largo. La cosecha se hizo por surcos, dejando bordes de 0,5 m en las cabeceras, de tal manera que el área cosechada por parcela fue de 9 m². Los resultados obtenidos en este ensayo sugieren que, para variedades de fríjol de similar hábito de crecimiento, existe un efecto altamente significativo de bordes de cabecera sobre el rendimiento de la parcela experimental. Así, mientras el rendimiento promedio de las parcelas de 4 y 6 surcos, sin cosechar los bordes de cabecera, fueron de 2.515,8 y 2.524,1 kg/ha, respectivamente, los correspondientes rendimientos, cosechando los bordes, fueron de 2.890,2 y 2,867,3 kg/ha. Sin embargo, aunque existe efecto de los bordes de cabecera, este efecto es consistente a través de las 25 variedades probadas.

Por otro lado, este ensayo mostró que no hubo efectos de los bordes laterales ni interacción entre los efectos de los bordes de cabecera y de los bordes laterales.

El efecto de los bordes de cabecera se explica porque las plantas de las cabeceras tienen menos competencia por luz y nutrientes debido a su adyacencia a espacios no sembrados. Por otro lado, la no significancia del efecto de los bordes laterales se explica en parte por la relativa uniformidad genética de las variedades utilizadas, hecho que fue evidente en el campo, en los primeros estados de desarrollo del experimento.

2. **Efectos de Borde en Variedades de Diferente Hábito de Crecimiento**

Este ensayo se inició en setiembre de 1977 y tuvo por objeto probar las mismas hipótesis del ensayo anterior, pero utilizando variedades de diferentes hábitos de crecimiento: I, II y III. Las correspondientes variedades utilizadas fueron Calima (P692), Porrillo Sintético (P566) y Puebla 152 (P758), con granos color rojo, negro y café, respectivamente.

3. **Efectos de Borde en Ensayos de Asociación Maíz-Fríjol voluble (Hábito IV):**

Este ensayo fue sembrado recientemente y de sus resultados—si fuere necesario—se podrán derivar métodos de ajuste de los datos obtenidos en experimentos anteriores, en los cuales los efectos de borde no fueron considerados.

Cuadro 3. **Combinaciones de número de repeticiones y tamaño de parcela que satisfacen las necesidades del Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación del Frijol (VIRI).**

Número de repeticiones	Area útil de parcela	No. de surcos	Ancho (m)	Largo (m)	Area total de parcela (m^2)	Area total del ensayo (m^2)
5	2,7	2	0,9	3,0	7,6	1700
4	3,0	2	1,0	3,0	8,0	1400
3	6,0	4	2,0	3,0	12,0	1350
2	9,0	6	3,0	3,0	16,0	1100

Estudios de la heterogeneidad del suelo, del tamaño y forma de la parcela y del número de repeticiones óptimos en ensayos de uniformidad de frijol

Este estudio tuvo los siguientes objetivos generales:

- Estudiar la heterogeneidad del lote experimental Q de la granja experimental, CIAT-Palmira.
- Determinar los tamaños de parcela para diferentes números de tratamientos, repeticiones y diferencias significativas que se pretenda encontrar.

El ensayo se hizo en una área útil de 36x36m² la cual se dividió en 1296 parcelas unitarias de 1m². Se sembró la variedad ICA-Guali (P635), seleccionada por su carácter precoz, su hábito arbustivo y gran adaptación a las condiciones del área. Se cosechó y registró el rendimiento de cada parcela unitaria. Las parcelas unitarias adyacentes se agruparon en 30 combinaciones para formar las diferentes parcelas experimentales a probar.

El lote no presentó una gradiente definida de fertilidad, pero sí un alto grado de heterogeneidad: b = 0,768[1]. Utilizando la metodología propuesta por Hatheway[2], se obtuvieron el Cuadro 4 y la Figura 1, las cuales hacen posible:

- Determinar el tamaño de parcela para un número dado de repeticiones y una diferencia mínima a detectar.
- Determinar el número de repeticiones necesario para un tamaño de parcela dado y una diferencia mínima a detectar.
- Determinar la diferencia entre promedios de tratamiento que el diseño es capaz de detectar si se utiliza un tamaño de parcela y un número de repeticiones determinados.

Siguiendo la metodología de Smith[3], quien considera que el mejor tamaño de parcela es aquel que permite obtener la máxima información al mínimo costo posible, se obtuvieron los siguientes tamaños óptimos de parcela para algunas combinaciones de K = % del costo total del experimento que es proporcional al número de parcelas por tratamiento y K =

---

[1] Federer, W. T. 1963. Experimental Design. Mac Millan Book Co. New York, 1963.

[2] Hatheway, W. H. 1961. Convenient Plot Size. Agron. Journal 53: 279-280, 1961.

[3] Smith, H.F. 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. Journal of Agricultural Science 28(1): 1-23, 1938.

Cuadro 4. **Tamaños de parcelas (m²) calculados para diferente número de tratamientos, repeticiones y diferencias significativas para ser constatadas (expresadas como porcentaje de la media) b = 0,768, C_1 = 21,58, α = 5%, P = 80%.**

No. de tratamientos	Número de repeticiones						
	2	3	4	5	6	7	8
Diferencias para ser constatadas (a un nivel del 5%)							
5	834,3	309,9	186,0	100,4	99,0	78,9	65,1
10	500,2	248,3	161,3	108,2	85,3	69,8	58,7
15	441,9	233,6	144,6	108,2	85,3	69,8	58,7
20	417,0	210,3	144,6	108,2	85,3	69,8	58,7
Diferencias para ser constatadas (a un nivel del 10%)							
5	137,2	51,0	30,6	21,4	16,2	13,0	10,7
10	82,4	40,8	26,5	17,8	14,0	11,5	9,6
15	72,7	38,4	23,8	17,8	14,0	11,5	9,6
20	68,6	34,6	23,8	17,8	14,0	11,5	9,6
Diferencias para ser constatadas (a un nivel del 15%)							
5	47,7	17,7	10,6	7,5	5,7	4,5	3,7
10	28,7	14,2	9,2	6,2	4,9	4,0	3,4
15	25,3	13,4	8,3	6,2	4,9	4,0	3,4
20	23,9	12,0	8,3	6,2	4,9	4,0	3,4
Diferencias para ser constatadas (a un nivel del 20%)							
5	22,6	8,4	5,0	3,5	2,7	2,1	1,8
10	13,5	6,7	4,4	2,9	2,3	1,9	1,6
15	12,0	6,3	3,9	2,9	2,3	1,9	1,6
20	11,3	5,7	3,9	2,9	2,3	1,9	1,6
Diferencias para ser constatadas (a un nivel del 25%)							
5	12,6	4,7	2,8	2,0	1,5	1,2	1,0
10	7,6	3,8	2,4	1,6	1,3	1,0	0,9
15	6,7	3,5	2,2	1,6	1,3	1,0	0,9
20	6,3	3,2	2,2	1,6	1,3	1,0	0,9

% del costo total del experimento que es proporcional al área total por tratamiento.

K_1	K_2	Tamaño optimo (m²)
75	25	9,9
72	28	8,5
70	30	7,7
65	35	6,1
60	40	5,0

Finalmente, dado el alto grado de heterogeneidad en el presente ensayo, la forma de la parcela contribuyó muy poco a la reducción del error experimental.

Proyectos diversos

En el año 1977 se proporcionó considerable asesoría en el procesamiento y

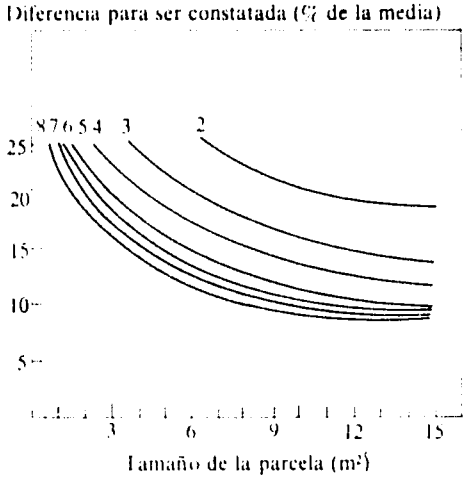


Figura 1. Relación entre tamaño de parcela, número de repeticiones y diferencia verdadera a detectar en un experimento (Método de Hatheway).

análisis de experimentos de cultivos asociados fríjol-maíz, llevados a cabo en 1976 y 1977. Además, se asesoró en la planeación de experimentos cuyo objetivo final es la determinación de las características de una planta de fríjol de buen rendimiento en asociación.

PROGRAMA DE GANADO DE CARNE

Proyecto cooperativo ICA-CIAT "Sistema de Hatos-Carimagua"

En 1977 se continuó la revisión, procesamiento, análisis e interpretación de los datos recogidos durante los últimos cuatro años en este proyecto. En este año, se hicieron los siguiente estudios:

- Análisis completo de parámetros reproductivos
- Estudio de curvas de crecimiento de terneros, según tratamiento experimental, año y estación (seca o lluviosa).
- Estudio de curvas de crecimiento en vacas con distintos estados fisiológicos (vacía, seca, preñez 1-6 meses seca, preñez 7-9 meses seca, vacía lactante y preñada lactante), tratamiento, año y estación.

La Unidad de Biometría ha proporcionado asesoría y facilidades de procesamiento para un estudio hecho por las secciones de Manejo Animal y Economía del Programa de Ganado de Carne, en colaboración con el Instituto de Producción Animal de la Universidad Técnica de Berlín, para la evaluación técnicoeconómica de sistemas de producción de carne en sabanas tropicales de América Latina.

Para obtener una presentación detallada de las actividades y resultados, ver la Sección de Manejo Animal del Programa de Ganado de Carne, en este informe.

Prueba de perfiles metabólicos

En 1977, el equipo de Salud Animal del Programa de Ganado de Carne concluyó un experimento para evaluar la utilidad de parámetros sanguíneos en la identificación de situaciones anormales en animales sometidos a condiciones climatológicas adversas, bajo diferentes prácticas de manejo y diferentes niveles de utilización de insumos. Para cada una de las 320 vacas del proyecto "Sistemas de Hatos-Carimagua" se tomaron datos de 12 parámetros sanguíneos, peso y aumento de peso, cada dos meses, entre Junio de 1976 y Mayo de 1977. Se hicieron análisis separados para los dos grupos de hatos: Grupo I (hatos 2,3, 4 y 5) y Grupo II (hatos 4,5,6,7,8 y 9), siguiendo el diseño experimental del proyecto "Sistemas de Hatos-Carimagua". Para los resultados obtenidos y su discusión, ver la sección correspondiente al Programa de Ganado de Carne en este informe.

Otros Proyectos

En 1977 se concluyó el proyecto ICA-CIAT sobre control de fiebre aftosa para el

cual, la Unidad de Biometría, desarrolló un modelo estocástico para determinar la proporción de animales en las distintas etapas de desarrollo de la enfermedad a largo plazo y un modelo de simulación para estimar el comportamiento epidemiológico de la fiebre aftosa y su impacto económico.

Durante 1977, se consolidaron y analizaron 17 experimentos de invernadero y 8 de campo para la evaluación de resistencia a la antracnosis, de variedades de *Stylosantes*. Además, se han procesado diversos experimentos con introducciones de *Stylosantes*, evaluación de leguminosas y asociaciones gramínea-leguminosa.

La Unidad de Biometría ha prestado asesoría a la Unidad de Economía del Programa de Ganado de Carne, en relación con el análisis económico de sistemas alternativos de producción de carne. Para tal efecto, se escribieron dos programas en FORTRAN IV. Uno, para el cálculo de tasa interna de retorno por el método de flujo de caja descontado. El otro para determinar la tasa marginal de retorno y el cociente marginal costo beneficio entre dos sistemas de producción de carne, usando así mismo el método de flujo de caja descontado.

BANCO DE *RHIZOBIUM* DEL CIAT

Debido al creciente número de cepas de *Rhizobium* se consideró conveniente computerizar la información de que se dispone acerca de cepas disponibles. Este proceso de sistematización ha sido prácticamente terminado en lo que respecta a leguminosas forrajeras y se espera ampliarlo para cubrir las leguminosas de grano comestible. Con el nuevo sistema de registro es posible disponer de mayor cantidad de información, en un plazo menor, en relación con el sistema anterior de registro. Algunas de las actividades que se facilitan, al establecer un sistema de computación, son las siguientes:

- Almacenamiento y actualización de la información concerniente a cada cepa del banco de *Rhizobium*.
- Producción de listados que incluyen el total de información disponible para uso en el CIAT.
- Catálogo, presentado en orden alfabético, de las cepas de *Rhizobium* para leguminosas forrajeras; este catálogo se distribuirá a escala mundial entre los científicos interesados.
- Recuperación de información, tanto en relación con las cepas como de sus pruebas de efectividad, en respuesta a necesidades específicas del CIAT o a solicitud de otras instituciones nacionales e internacionales.

PROGRAMA DE YUCA

Metodología para determinar la adaptabilidad de variedades de yuca

En 1977, se completó este estudio el cual utilizó los datos obtenidos durante el primer ciclo de pruebas regionales llevadas a cabo en 1975 por la Unidad de Agronomía del Programa de Yuca. A continuación se describe brevemente la metodología utilizada así como los resultados obtenidos:

Metodología Estadística

La metodología utilizada en este estudio es una combinación de las técnicas sugeridas por Plaisted y Paterson[1] y por Eberhart y Russell[2]. Se presenta además

---

Plaisted, R.L. y Peterson, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or season. Amer. Potato Journal, Vol. 36, pp. 381-385.

Eberhart, S.A. y Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Vol. 6, pp 36-40.

una alternativa diferente sobre cómo medir la contribución de una variedad a la interacción variedad x localidad.

Dado que uno de los objetivos del fitomejorador es obtener variedad de alto rendimiento y que sean recomendables en una zona, las variedades son clasificadas de acuerdo con estas dos características: rendimiento y adaptabilidad. En cuanto a rendimiento, las variedades se agrupan en variedades que rinden por debajo del promedio general, variedades cuyo rendimiento está dentro del promedio y variedades con rendimiento superior al promedio. En cuanto a adaptabilidad, se define una variedad i como adaptable de acuerdo a dos definiciones:

(1) Si $b_i = 1$ y $S_i^2 = 0$, ó
(2) Si $b_i = 1$ y $C_i = 0$,

donde b_i = pendiente de la regresión lineal del rendimiento promedio de la variedad en función del índice ambiental I = rendimiento promedio de localidad – rendimiento promedio general sobre todas las localidades.

S_i^2 = Cuadrado medio del error para la variedad i obtenido a partir de la regresión arriba indicada - cuadrado medio obtenido del análisis de varianza global, y

C_i = Contribución de la variedad i a la interacción variedad x localidad = (v-1) (estimativo de la varianza de la interacción variedad x localidad incluyendo todas las variedades)-(v-2) (estimativo de la varianza de la interacción variedad x localidad excluyendo la variedad i).

Resultados y Discusión:

El Cuadro 5 presenta las características ecológicas y del suelo de las 8 localidades incluidas en el estudio. En los Cuadros 5 y 6 se presentan los resultados para la variable rendimiento de raíces expresada como materia seca (kg/ha/día) para cada una de las ocho variedades bajo estudio. De acuerdo con estos resultados y tomando como variable de respuesta el rendimiento de raíces como materia seca, el criterio de estabilidad ($b = 1$, $S^2 = 0$) es satisfecho por las variedades M Col 22, CMC-84, CMC-40 y CMC-9; así mismo el criterio ($b = 1$, $C = 0$) es satisfecho por las mismas cuatro variedades. Cabe señalar que tomando como variable de respuesta el rendimiento de raíces en peso fresco (ton/ha), las conclusiones fueron las mismas excepto que la variedad CMC-40 es considerada como estable sólo por el criterio ($b = 1$, $S^2 = 0$). En general, los resultados del

Cuadro 5. Características ecológicas y de suelo, de las ocho localidades seleccionadas para determinar la adaptabilidad de rendimiento varietal de la yuca.

Localidad	ASNM (m)	Precipitación Anual (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	pH	Materia orgánica (%)	P (ppm)	K (meq/100 g de suelo)
1. Rionegro	480	1594	26.6	79.5	5.[illegible]	1.5	3.9	0.16
2. Nataima	430	1474	27.5	69.0	6.2	1.3	24.7	0.22
3. Zapata	1100	1219	22.7	75.2	5.2	6.9	6.0	0.14
4. Calcedonia	1100	1900	22.2	80.7	5.5	5.3	70.0	0.65
5. Media Luna	10	1486	27.2	77.6	6.3	0.7	5.2	0.05
6. El Nus	847	1875	23.7	63.6	5.0	3.9	4.3	0.11
7. CIAT	1000	1055	23.5	74.5	6.4	3.6	25.0	0.42
8. Pereira	1480	2000	19.0	80.0	5.1	5.3	5.3	0.10

Cuadro 6. **Rendimiento de raíces con base en materia seca (kg/ha/día). Promedio, desviación estándar y posición de la variedad con respecto al promedio general.**

Variedad	$\bar{X}$ (Rendimiento promedio en kg/ha/día	S_x Desviacion estandar (kg/ha/día)	Posición de $\bar{X}$ con relación al promedio general[1]
M Col 22	24,750	5,53	= Promedio
M Col 113	23,165	9,14	= Promedio
M Mex 23	23,015	8,00	= Promedio
CMC 84	28,280	6,19	> Promedio
CMC 40	26,327	6,84	= Promedio
M Mex 59	27,166	6,49	= Promedio
CMC 9	17,765	4,46	< Promedio
CMC 76	25,468	4,90	= Average

Promedio general: $\bar{X}$ = 24,492, $S_{\bar{x}}$ = 3,275

[1] Estas tres categorías se definieron usando un intervalo de confianza de la forma: $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$.

estudio sugieren que el criterio (b = 1, C = 0) es más conservativo que el criterio (b = 1, S^2 = 0) en el sentido en que es más difícil de satisfacerse. Finalmente, la Figura 2 resume gráficamente los resultados de los Cuadros 5 y 6, combinando los criterios de estabilidad y rendimiento.

Cuantificación de la influencia de las variables climáticas y del suelo sobre el rendimiento de la yuca

Paralelamente al estudio de adaptabilidad, la Unidad de Biometría, en cooperación con el grupo de Agronomía de Yuca, hizo un estudio para caracterizar los

Cuadro 7. **Rendimiento de raíces con base en materia seca (kg/ha/día). Parámetros de estabilidad por variedad.**

Variedad	Ecuación de regresión $\hat{y}$ = f (índice ambiental)	Significancia de b_i con respecto a 1[1]	S_i^2	C_i
M Col 22	$\hat{y}$ = 24,750 + 1,210x	= 1	30,620 NS[2]	30,743 NS[2]
M Col 113	$\hat{y}$ = 23,165 + 0,705x	= 1	83,588**	94,754*
M Mex 23	$\hat{y}$ = 23,015 + 1,430x	> 1	63,940*	77,891*
CMC 84	$\hat{y}$ = 28,280 + 0,792x	= 1	38,264 NS	40,588 NS
CMC 40	$\hat{y}$ = 26,327 + 1,041x	= 1	40,732 NS	46,721 NS
M Mex 59	$\hat{y}$ = 27,166 + 1,347x	> 1	42,103 NS	53,361 NS
CMC 9	$\hat{y}$ = 17,765 + 0,827x	= 1	19,837 NS	25,276 NS
CMC 76	$\hat{y}$ = 25,468 + 0,644x	< 1	24,028 NS	29,262 NS

[1] Estas tres categorías se definieron usando un intervalo de confianza de la forma $1 \pm S_b$, donde S_b es el promedio de los errores estándar de las b_i

[2] NS = no significativo, * = significancia entre 1 y 5%, **=Significancia<1%.

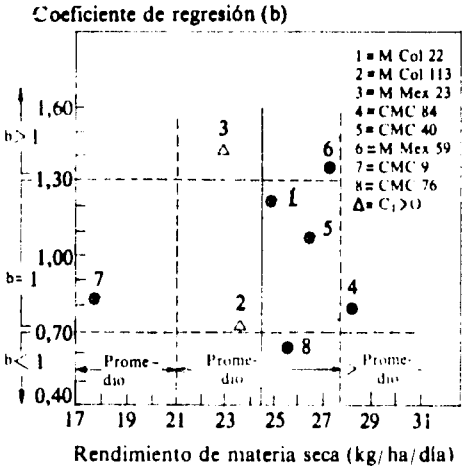


Figura 2. Clasificación de las ocho variedades de acuerdo con su rendimiento promedio, su coeficiente de regresión (b) y su contribución a la interacción variedad x ambiente (C).

"buenos" y "malos" ambientes para este cultivo. En general, se habla de "buenos" o "malos" ambientes para un determinado cultivo cuando en ellos se obtienen, respectivamente, altos o bajos rendimientos. Con el propósito de identificar las variables climáticas y del suelo, en el caso de la yuca, se utilizó la técnica de regresión por pasos, bajo la modalidad "maximo incremento de R^2"[1]. Para este estudio se seleccionaron las siguientes variables: temperatura (TEMP) y precipitación (PREC) como variables ambientales; porcentaje de materia orgánica (MO), fósforo en ppm (P), potasio en meq/100 de suelo (K) y potencial de Hidrógeno (pH) como variables del suelo; y rendimiento de raíces en peso fresco, en kg/ha (RENDF) y rendimiento de raíces en materia seca, en kg/ha/día (RENDMS).

En el Cuadro 5 se puede apreciar que los sitios CIAT, Caicedonia y Nataima son los de producción más alta, siendo así mismo los que presentan mayor contenido de fósforo (25,0 y 70,0 y 24,7 ppm, respectivamente) y de potasio (0,42, 0,68 y 0,22 meq/100 de suelo); por el contrario, los valores más bajos de estos elementos ocurren en los sitios de menor respuesta. Estos resultados se confirmaron analíticamente por los modelos lineales siguientes:

(1) RENDF = -204,23 + 4,10pH + 7,20MO + 27,15K + 7,06TEMP con R^2 = 86%. En particular, la variable que más explica los cambios en RENDF es P, logrando explicar el 39% de la variación.

(2) RENDMS = 134,81 + 5,96pH + 5,05MO + 33,99K + 4,08 TEMP con R^2 = 94%. En particular, la variable K logró explicar el 69% de la variación RENDMS.

ADIESTRAMIENTO Y CONFERENCIAS

En 1977, la Unidad de Biometría participó en los siguientes cursos de adiestramiento: Producción de Fríjol para Investigadores de América Latina (Marzo 28 a Abril 23), Producción Porcina (Abril 11 a Mayo 25) y Producción de Arroz (Julio 15 a Agosto 10). En estos cursos se ofrecieron ciclos de conferencias cubriendo los siguientes temas: introducción general a la estadística y diseño experimental; diseños más utilizados en la disciplina correspondiente; ejemplos ilustrativos.

Con el objeto de estimular el procesamiento personal de análisis estadísticos relativamente sencillos, la Unidad de Biometría publicó una "Guía Simplificada de SAS" dirigida al personal científico de CIAT y a los becarios. En esta guía sólo se consideran los procedimientos y opciones más comunes. Para situaciones más complicadas se recomienda el manual "A User's Guide to SAS 76" que es más completo o bien, consultar al personal de la Unidad de Biometría.

[1] Barr, A.J., Goodnight, J.H., Sall, J.P. y Helwig, J.T. 1976. A User's Guide to SAS 76. SAS Institute. pp. 251-256, 1976.

Durante el presente año se desarrolló un Sistema de Información sobre Becarios, el cual contiene la información relevante sobre todas las personas que han recibido adies amiento en el CIAT, desde su iniciación. El sistema está funcionando y permite la recuperación de cualquier información que aparezca en sus archivos y que satisfaga algún conjunto de criterios de selección o de clasificación. Para una fecha próxima se proyecta desarrollar un sistema similar conteniendo información acerca de los científicos que laboran en las disciplinas de interés para el CIAT.

Finalmente, la Unidad de Biometría hizo dos trabajos que se pueden considerar como primeros pasos hacia la sistematización en unidades de servicios. El primero, fue la asesoría en el diseño y la producción de rótulos para la localización física de los artículos en existencia en el nuevo almacén del CIAT. El segundo, fue la colaboración prestada a la Biblioteca en la producción de índices para los compendios de las colecciones de documentos sobre yuca, fríjol y el Centro de Documentación para la Agricultura Latinoamericana (CEDEAL).

Operaciones de las Estaciones Experimentales

En 1977, la Unidad de Operaciones de la Estación Experimental amplió en gran medida sus operaciones y responsabilidades con la adquisición y desarrollo de la nueva subestación experimental CIAT-Quilichao. Las operaciones realizadas en CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao se pueden resumir de la siguiente manera:

CIAT-PALMIRA

Apoyo a los programas de investigación

La Unidad continuó dando apoyo a los progresos de investigación en la preparación de terrenos, siembra, desyerba, aplicación de fertilizantes, control de plagas, cosecha y manejo del cultivo, en lo que a las necesidades de maquinaria y mano de obra se refiere.

Los diversos programas de investigación utilizaron la maquinaria en las siguientes proporciones, expresadas en porcentaje: fríjol, 44; arroz, 35; producción de semilla de forrajes, 5; y maíz, porcinos y la Unidad de Estudios Especiales, 3. El apoyo se sostuvo durante todo el año, con una ligera disminución en la prestación de servicios en junio y octubre, debido a la alta precipitación. Además del apoyo a los programas, la maquinaria también se utilizó para hacer el mantenimiento general de la sede, la preparación de terreno y la construcción de nuevas obras (reservorios, carreteras y zanjas).

Nuevas facilidades

Se construyeron nuevos desagües y canales para ampliar los sistemas de drenaje y riego. Los sistemas también se repararon cuando fue necesario, para mantener las operaciones de campo al día. Se construyó un nuevo reservorio y se instaló una bomba en un nuevo pozo profundo (Pozo No. 7)

La Unidad mantiene una red de vías, cercos, puentes peatonales sobre los canales y otras estructuras necesarias para el buen funcionamiento de la granja.

Producción de cultivos

La Unidad produce yuca, arroz, fríjol, maíz y sorgo, en suelos no aptos para la investigación. Con esta operación se mantienen los campos limpios, además de mejorarlos.

Se sembró un lote con CICA 9 para producir semilla certificada de esta variedad de arroz, para la Federación Nacional de Arroceros de Colombia; otros lotes se sembraron con IR22 y CICA 4, como se convino en el acuerdo de producción de semilla ICA-CIAT. La Unidad ha cooperado con el Programa de Mejoramiento de Arroz en la multiplicación de la línea experimental 4440 para su posible denominación como variedad en el futuro.

Servicio de asignación de mano de obra

La Unidad se encarga de suministrar el personal temporal o permanente a los programas de investigación del CIAT para las labores de campo. Además, la Unidad utiliza mano de obra para sus propios programas de construcción y mantenimiento.

Adiestramiento

Este año, la Unidad adiestró a un agrónomo de El Salvador y tres del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el manejo de estaciones experimentales.

Desarrollo de equipo nuevo

La Unidad diseñó, construyó y puso en funcionamiento una arrancadora de raíces de yuca. La evaluación preliminar de la máquina indicó hasta un 50 por ciento de reducción en la mano de obra requerida para cosechar un mismo volumen de raíces de yuca con un menor esfuerzo por parte del trabajador.

CIAT-QUILICHAO

El CIAT adquirió una nueva estación, denominada CIAT-Quilichao, la cual ocupa una área de 184 hectáreas, de las cuales aproximadamente 100 son utilizables por los programas de investigación. La subestación CIAT-Quilichao, se encuentra localizada cerca de Santander de Quilichao, población del departamento del Cauca, a 3°06' de latitud N y 76°31' de longitud O. La precipitación promedio anual en la zona es de 1800 mm, con una temperatura promedio de 23°C y una altura sobre el nivel del mar de 990 metros. El terreno se midió y sus suelos se analizaron; para mediados del año se estableció en esta subestación una dependencia de la Unidad de Operaciones de la Estación Experimental. A finales de 1977, la subestación ya estaba funcionando con la mayor parte de la infraestructura de Operaciones desarrollada. Se construyeron vías y se colocaron cercos; también se remodeló una vieja construcción, se cavaron cinco reservorios y se completaron varias instalaciones menores. Ya se han establecido varias parcelas experimentales, algunas de las cuales están siendo evaluadas. Como CIAT-Quilichao está localizada cerca de Cali (Departamento del Valle del Cauca) y en un tipo de suelo distinto (Ultisol) al de la sede del CIAT en Palmira, esta subestación hará una contribución muy importante a la ampliación de los programas de investigación y adiestramiento.

Climatología

El CIAT hace investigación en localidades que tienen distintos regímenes de temperatura y de precipitación. Las localidades proporcionan la variabilidad necesaria para cumplir con los propósitos de la experimentación y permiten que la carga de trabajo se distribuya equitativamente, a través de todo el año, en tales localidades.

Las temperaturas medias mensuales varían entre más de 18°C en Caribia y Turipaná a menos de 19°C en Popayán (Figura 1). En Colombia, las localidades tienden a mantener temperaturas medias relativamente estables durante todo el año; sin embargo, las temperaturas medias mensuales en el Centro de Pesquisa Agropecuaria do Cerrado (CPAC), cerca de Brasilia, varían considerablemente, alcanzando un máximo de casi 23°C en septiembre y octubre y un mínimo de aproximadamente 19°C en junio y julio.

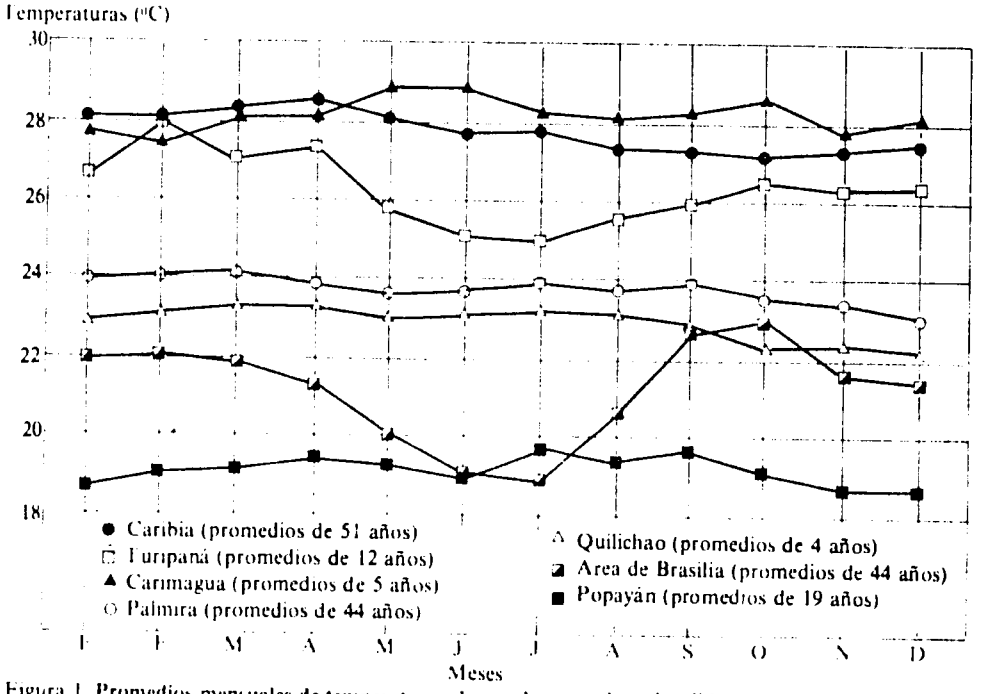


Figura 1. Promedios mensuales de temperatura a largo plazo, en siete localidades en las cuales el CIAT adelanta investigaciones.

Las localidades en donde el CIAT hace investigaciones presentan también distintos regímenes de precipitación. En Carimagua, Caribia y Turipaná, localidades en donde el clima es más cálido, presentan estaciones secas definidas, desde aproximadamente diciembre hasta marzo (Figura 2). Palmira tiene dos estaciones secas cortas, desde diciembre hasta marzo y desde junio hasta septiembre (Figura 3). En Quilichao y Popayán, los patrones de la precipitación son similares a los de Palmira, excepto que la precipitación mensual desde diciembre hasta marzo es superior o ligeramente inferior a la evaporación potencial. En Quilichao, los efectos favorables de la distribución más favorable de las lluvias se reducen en buena parte a causa de la baja capacidad de retención del agua del suelo y por tal razón, se pueden esperar períodos cortos de sequía, especialmente, en cultivos

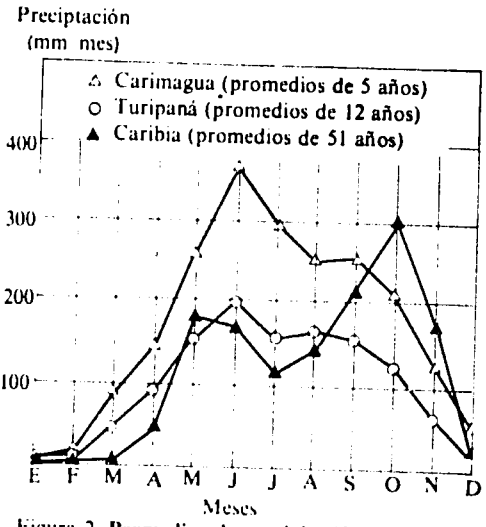


Figura 2. Promedios de precipitación mensual, a largo plazo, para las estaciones experimentales de Carimagua, Turipaná y Caribia, en las cuales el CIAT adelanta investigaciones y anualmente se presenta una estación seca, desde diciembre hasta abril.

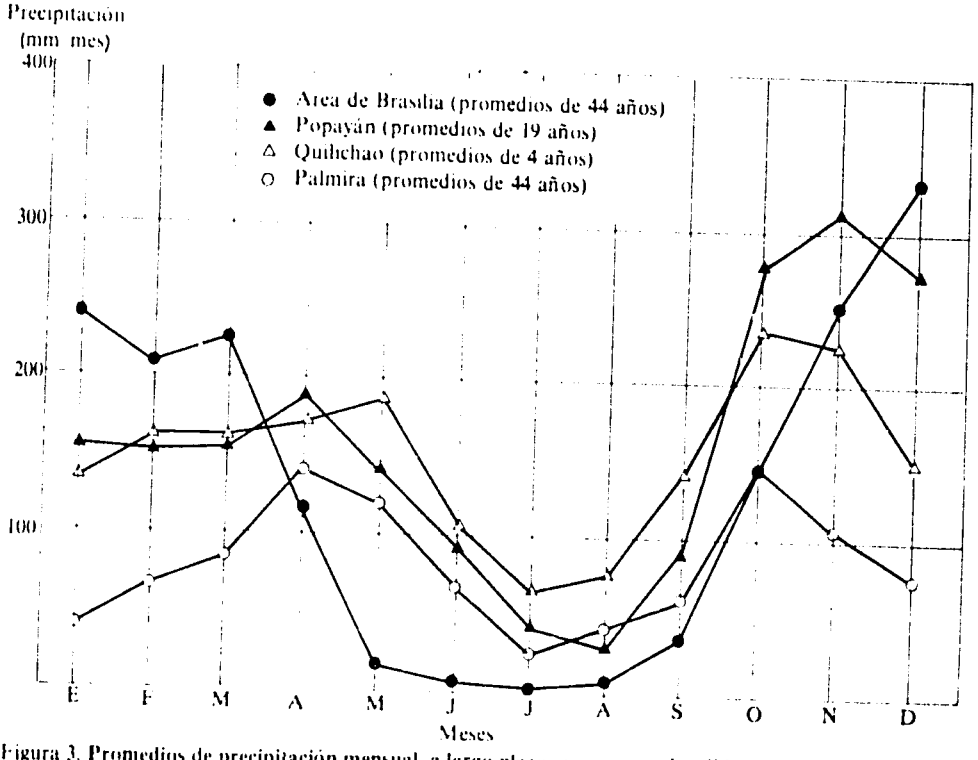


Figura 3. Promedios de precipitación mensual, a largo plazo, para cuatro localidades en las cuales el CIAT adelanta investigaciones y anualmente se presenta una estación seca, desde junio hasta septiembre.

susceptibles a las condiciones de suelos ácidos en esta localidad. El CPAC (cerca de Brasilia), presenta la estación de sequía más prolongada, desde abril hasta septiembre. Al igual que en Quilichao, las propiedades físicas y químicas del suelo limitan la disponibilidad de agua y ocasionan períodos cortos pero severos de sequía, durante la estación lluviosa.

A continuación, se presenta información mensual detallada para las cuatro principales localidades en las cuales el CIAT adelanta investigación. La información meteorológica correspondiente a la sede del CIAT en Palmira fue tomada de la estación climatológica del ICA, localizada aproximadamente a tres kilómetros al este de la sede del CIAT. La información correspondiente a Carimagua fue colectada en dicha localidad; la obtenida para CIAT Quilichao fue tomada de la estación climatológica de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC) en San Julián, localizada aproximadamente tres kilómetros al norte de la subsede de Quilichao y cerca de la población de Santander de Quilichao y a cinco kilómetros al sur occidente de El Limonar, una localidad en la cual el Programa de Ganado de Carne realiza investigaciones y labores de campo. La información correspondiente a Popayán, se obtuvo en la estación de CENICAFE, a un kilómetro de distancia del campo experimental del CIAT, en dicha localidad.

LOCALIDADES SELECCIONADAS EN LAS CUALES EL CIAT HACE INVESTIGACION

Palmira

Durante el año 1977, las temperaturas se mantuvieron cercanas al promedio a largo plazo (Cuadro 1). La precipitación fue considerablemente inferior a la normal, desde Noviembre de 1976 hasta Mayo de 1977. Durante este período, la evaporación potencial fue superior al promedio. Excepto por los meses de Octubre, 1976, Junio 1977 y Octubre 1977, la precipitación fue inferior a la evaluación potencial.

Carimagua

En esta localidad las temperaturas medias fueron similares a los promedios a largo plazo. La precipitación fue inferior a la normal, excepto durante el mes de junio. La precipitación fue inferior a la evaluación potencial durante un período de siete meses consecutivos, desde octubre de 1976 hasta abril de 1977. La baja precipitación, en octubre de 1977, afectó adversamente algunas siembras tardías.

Quilichao

La subsede de CIAT-Quilichao inició operaciones a mediados de 1977; sin embargo, se presentan los datos meteorológicos para todo el año, puesto que las condiciones climatológicas de la estación, en San Julián, son también representativas de la localidad de El Limonar, en donde el Programa de Ganado de Carne adelanta investigaciones. Posiblemente, la precipitación en El Limonar sea inferior que en San Julián, a causa de su mayor distancia de las montañas en el occidente.

Durante este período, las temperaturas fueron ligeramente inferiores a los promedios a largo plazo. La precipitación fue inferior al promedio, especialmente entre enero y marzo de 1977 y mayo y agosto del mismo año. Durante 1976-77, la precipitación tuvo una distribución bimodal, similar a la de Palmira; normalmente, sólo ocurre una estación seca en julio y agosto.

Popayán

Como ocurrió en 1975-76, la temperatura fue significativamente

Cuadro 1. **Datos meteorológicos mensuales, correspondientes a la sede del CIAT, tomados en la Estación Experimental del ICA, Palmira[1] (latitud 3°31' Norte; longitud: 76°18' Oeste; altitud: 1001 msnm).**

	Temperatura (°C)						Precipitación (mm/mes)		Evaporación Bandeja Clase A (mm/mes)		Humedad relativa media (%)		Horas de sol (Campbell-Stokes) (horas/mes)	
	Máxima		Mínima		Promedio									
Mes	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77
Octubre 1976	28,8	29,3	18,0	18,1	23,3	23,2	150	230	139	151	74	75	166	170
Noviembre	28,2	28,2	18,1	18,8	23,3	23,1	105	35	118	124	74	77	164	163
Diciembre	29,6	28,6	18,1	18,4	23,5	23,1	79	48	131	134	73	77	185	162
Enero 1977	30,1	30,4	18,0	18,6	23,8	24,2	71	17	142	168	70	71	199	213
Febrero	30,4	30,2	18,2	19,1	24,0	24,3	71	8	137	150	70	69	182	150
Marzo	30,3	31,4	18,4	19,9	24,1	25,0	90	78	147	188	71	69	182	176
Abril	29,6	29,1	18,4	19,6	23,8	24,0	139	81	127	137	74	75	159	170
Mayo	29,1	28,4	18,4	19,4	23,6	23,4	125	81	122	121	75	78	161	130
Junio	29,3	28,7	18,1	18,5	23,5	23,0	69	132	118	120	74	78	169	165
Julio	30,0	29,7	17,9	18,7	23,7	23,8	28	18	136	140	69	73	197	181
Agosto	30,1	30,0	17,8	18,6	23,9	23,9	37	64	145	161	67	72	185	204
Septiembre	30,3	29,4	17,8	18,4	23,8	23,8	62	88	142	153	68	73	172	161
Octubre	29,2	28,1	18,0	19,4	23,3	23,3	150	161	139	140	74	74	166	160

[1] Las medias de temperatura, precipitación, humedad relativa y horas de sol, son promedios de por lo menos 44 años. Las medias de la evaporación en bandeja son promedios de ocho años.

Cuadro 2. **Datos meteorológicos mensuales correspondientes a la Estación Experimental de Carimagua, tomados en la estación climatológica del HIMAT, en Carimagua[1] (latitud: 4°2 Norte: longitud: 71°10' Oeste; altitud: 200 msnm).**

	Temperatura (°C)						Precipitación (mm/mes)		Evaporación potencial (mm/mes)		Horas de sol (Campbell-Stokes) (horas/mes)	
	Máxima		Mínima		Promedio							
Mes	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77
Octubre 1976	31,1	31,6	22,5	23,6	26,8	27,6	203	140	186	192	80	80
Noviembre	30,6	31,0	22,2	22,4	26,4	26,7	130	72	183	189	77	75
Diciembre	30,9	-	21,8	21,8	26,3	-	51	16	195	-	74	71
Enero 1977	32,6	34,7	20,9	-	26,8	-	3	0	224	233	62	57
Febrero	33,9	34,3	22,1	22,4	28,0	28,3	18	5	214	218	59	57
Marzo	32,5	31,8	22,4	22,3	27,5	27,1	90	18	215	226	67	62
Abril	32,1	33,8	22,8	23,2	27,4	28,5	144	83	195	213	75	74
Mayo	30,2	30,1	22,3	22,5	26,2	26,3	272	237	164	164	84	84
Junio	28,6	27,6	21,9	21,2	25,3	24,4	374	453	141	138	86	82
Julio	28,6	29,0	21,5	22,0	25,1	25,5	302	210	152	158	84	81
Agosto	29,5	28,2	21,7	21,7	25,6	25,0	248	194	161	167	83	79
Setiembre	30,0	29,1	21,9	21,5	25,9	25,3	259	233	165	156	82	82
Octubre	31,1	31,1	22,5	22,4	26,8	26,8	203	152	186	186	80	80

[1] Todas las medias son promedios de tres a cinco años. La evaporación potencial se calculó con base en la ecuación de García-López. La temperatura promedio es la media de las temperaturas máxima y mínima.

Cuadro 3. **Datos meteorológicos mensuales correspondientes a la Estación Experimental CIAT-Quilichao, tomados en la estación meteorológica de la CVC, en San Julián[1] (latitud: 3°06' Norte; longitud: 76°31' Oeste; altitud: 990 msnm).**

	Temperatura (°C)						Precipitación (mm/mes)		Evaporación en bandeja (mm/mes)		Humedad relativa media (%)		Horas de sol (Campbell-Stokes) (horas/mes)	
	Máxima		Mínima		Promedio									
Mes	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77
Octubre 1976	28,9	27,3	18,0	18,0	22,4	22,1	241	187	118	109	76	70	164	155
Noviembre	27,5	26,6	18,1	17,5	22,4	21,5	228	209	111	111	79	76	165	177
Diciembre	27,6	27,0	17,9	17,3	22,3	21,7	150	163	115	121	78	75	192	186
Enero 1977	30,3	31,1	18,2	18,9	23,1	22,8	136	79	130	161	79	68	205	218
Febrero	30,0	30,6	18,6	18,5	23,2	22,6	166	99	126	129	78	69	165	178
Marzo	31,1	32,3	18,7	18,4	23,5	23,6	163	116	127	171	79	70	161	198
Abril	29,6	29,6	19,3	18,6	23,4	23,2	178	182	123	135	79	75	171	163
Mayo	29,0	29,1	18,9	18,9	23,2	22,6	189	121	112	124	80	77	155	148
Junio	29,2	29,3	18,5	18,0	23,3	22,1	106	65	105	123	79	75	147	157
Julio	30,4	30,2	17,5	17,8	23,4	22,6	63	92	136	143	74	70	195	182
Agosto	30,4	30,6	17,9	17,5	23,4	22,9	78	76	143	155	71	69	167	202
Setiembre	30,4	30,5	17,6	17,7	23,0	23,6	147	199	138	147	73	68	159	155
Octubre	28,9	29,4	18,0	18,7	22,4	-	241	291	118	132	76	-	164	169

[1] Las medias de precipitación son los promedios de 10 años. Las otras medias son promedios de cinco años.

Cuadro 4. **Datos meteorológicos mensuales correspondientes a Popayán, tomados en la Estación Experimental "José María Obando" operada por CENICAFE[1] (latitud: 2°27' Norte; longitud: 76°34' Oeste; altitud: 1850 msnm)**

	Temperatura (°C)						Precipitación (mm/mes)		Humedad relativa media (%)		Horas de sol (Campbell-Stokes) (horas/mes)	
	Máxima		Mínima		Promedio							
Mes	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77	Media	1976-77
Octubre 1976	27,7	23,8	10,7	13,9	17,5	17,7	276	351	81	83	102	106
Noviembre	26,4	23,8	11,1	13,6	16,9	17,8	310	137	83	83	101	141
Diciembre	26,5	24,1	10,8	13,8	17,3	17,8	272	157	84	83	125	169
Enero 1977	26,9	25,1	10,5	13,3	17,4	18,7	157	97	74	71	200	225
Febrero	27,4	24,6	11,0	13,4	17,6	17,8	154	16	80	79	127	158
Marzo	27,5	25,9	11,1	14,8	17,6	19,8	163	78	77	74	134	161
Abril	27,6	24,3	11,4	14,2	17,5	18,5	183	139	79	80	111	125
Mayo	27,5	23,8	11,5	14,1	17,6	18,1	142	240	82	83	96	118
Junio	27,4	23,9	10,4	13,7	17,4	18,1	66	132	74	76	132	148
Julio	28,8	24,9	10,6	13,8	17,6	6	41	21	69	71	148	161
Agosto	28,7	25,1	10,3	13,1	18,0	18,3	35	30	69	70	140	151
Setiembre	29,0	25,1	10,3	13,3	18,0	18,8	93	124	72	72	142	134
Octubre	27,7	-	10,7	-	17,3	-	276	-	81	-	102	

[1] Las medias de temperatura y precipitación, son promedios de 19 años. Las medias de humedad relativa y horas de sol, son promedios de tres años

diferente de los promedios a largo plazo. Probablemente esto se debe a la localización inadecuada de la estación y a una mala calibración de los instrumentos meteorológicos. Estos problemas reflejan el hecho de que la estación no es apropiada para los propósitos del Programa de Fríjol.

En Popayán, la precipitación fue inferior a la normal desde noviembre de 1976 hasta abril de 1977, lo cual es consistente con la tendencia observada en Quilichao, Palmira y Carimagua.

TRABAJOS FUTUROS

A finales de 1977, se estableció un Comité Meteorológico del CIAT con el propósito de mejorar y estandarizar la colección y análisis de información climatológica. El comité está haciendo las gestiones necesarias para obtener el equipo que se necesita para operar una estación meteorológica completa, la cual se ubicará en CIAT-Palmira y a la vez, mejorar las estaciones existentes en CIAT-Quilichao y Carimagua. La Unidad de Biometría presta su colaboración en el análisis de la información climática mensual. Se ha obtenido un modelo para computador, el cual simula el balance suelo/agua. El modelo es sensible a parámetros edáficos, de cultivo y meteorológicos, y permitirá hacer determinaciones rutinarias de las condiciones de humedad del suelo, en experimentos de campo.

Actividades de Cooperación Internacional

Cooperación Internacional

Las actividades de Cooperación Internacional desarrolladas por CIAT comprenden todas aquellas gestiones encaminadas al establecimiento de vínculos de cooperación con los programas nacionales, en los países con los cuales el CIAT está ligado por alguna responsabilidad. Esa cooperación tiene como objetivo lograr aumentos sustanciales, tanto en la producción de cultivos importantes como el arroz, el fríjol, la yuca y el maíz, como en el mejoramiento del ganado de carne y en la cría de porcinos.

Específicamente, la Cooperación Internacional en el CIAT funciona a través de una serie de mecanismos o estrategias de transferencia de tecnología, que complementarán los objetivos de los programas de investigación del Centro y su política de ayuda internacional.

Poco tiempo después de la llegada al CIAT del Director General Asociado para la Cooperación Internacional (DGA/CI), el 1o. de Enero de 1977, se preparó un documento sobre Estrategia para la Cooperación Internacional, en el cual se hizo un esfuerzo por estudiar y definir políticas adecuadas de entendimiento entre países el cual se presentó luego a la Junta Directiva del CIAT. En la etapa de elaboración del documento, se solicitó la opinión de la mayoría del personal principal del CIAT, lo cual resultó en un texto preliminar que presentaba una visión coherente de la institución, tanto respecto a su orientación general como de los métodos de transferencia de tecnología que se deberían adoptar. Este documento, sirvió como guía provisional para la planeación y ejecución de varios tipos de acción sobre cooperación internacional.

ORGANIZACION INTERNACIONAL

El desarrollo de una base de recursos técnicos existentes en distintos países y el diseño de una organización apropiada para ejecutar acciones de cooperación internacional eran temas de alta prioridad. Dentro de una amplia gama de recursos disponibles, se seleccionaron los siguientes componentes, los cuales fueron agrupados y asignados a la oficina del ADG/CI para su supervisión y administración directa: 1) Adiestramiento y Conferencias; 2) Biblioteca y Servicios de Información; 3) proyectos cooperativos para la retransmisión de tecnología, en especial el Programa Regional Andino de Maíz, CIMMYT/CIAT; 4) el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en Guatemala; 5) los miembros del personal del CIAT asignados a otros países.

Además, se tomaron las medidas apropiadas para crear, en 1978, tres unidades adicionales dentro del área de recursos técnicos: 1) una Unidad de Apoyo en Ciencias de la Comunicación; 2) una Oficina Nacional de Documentación; y 3) una Unidad de Producción de Semilla, la cual comprende Investigación, Cooperación Internacional y

Adiestramiento. En octubre de 1977, la Fundación Rockefeller asignó a un miembro de su personal al CIAT, para coordinar el desarrollo de la Unidad de Producción de Semillas.

Se establecieron vínculos efectivos con el personal de investigación del CIAT asignado a países extranjeros y también con el personal ligado a los proyectos de cooperación internacional, el cual está ubicado dentro de los programas básicos del CIAT. Esta vinculación, establecida a nivel personal y de colaboración profesional lograda a través de los coordinadores de los programas y unidades del CIAT, sirvió para generar actividades de acción y de supervisión en el campo de la cooperación internacional. Esta misma gestión organizativa permitió establecer una sólida relación funcional entre los programas básicos del CIAT en sus metas de proyección externa, lo cual a su vez se tradujo en una mayor integración con las actividades del Centro en lo referente a la cooperación internacional.

RELACIONES CON LAS INSTITUCIONES NACIONALES

Se puso en marcha un extenso plan de visitas a diferentes naciones latinoamericanas con el fin de establecer o fortalecer las relaciones ya existentes, a nivel institucional, entre el CIAT y los programas nacionales de esos países. La mayoría de estos programas recibió, por lo menos, una visita durante el año. El DGA CI visitó también algunos programas en India y en cinco países de Asia suroriental, con el objeto de crear nuevos vínculos de trabajo o reforzar los ya establecidos. Estas visitas se hicieron a ministros o viceministros de agricultura, directores o coordinadores de redes nacionales de investigación agrícola, rectorías y oficinas administrativas universitarias, directores de estaciones experimentales, líderes de programas de producción de alimentos básicos y muchos investigadores de organizaciones oficiales, autónomas o privadas.

Se realizaron esfuerzos especiales para identificar las instituciones de investigación y conocer a fondo sus planes de acción, así como para identificar algunos científicos promisorios que pudieran ser posibles candidatos para recibir adiestramiento en el CIAT o formar parte de una red internacional de trabajo cooperativo. Hasta donde fue posible, se visitaron también los antiguos participantes de los cursos de adiestramiento del CIAT, quienes ahora trabajan en sus respectivas instituciones nacionales.

En Colombia, se dio una nueva orientación a los trabajos que el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario ICA realizan en colaboración para que estén más acordes con los objetivos actuales de ambas instituciones, y con los recursos y las capacidades de las mencionadas entidades. Se desarrolló y estableció un nuevo acuerdo básico con el ICA a fin de reforzar los nexos que unen a ambas instituciones y de mejorar su eficiencia operativa; el acuerdo define con claridad las áreas de acción asignadas a los programas de trabajo de cada una de las dos organizaciones en lo que respecta a proyectos de interés común. En este esfuerzo, el DGA CI contó con la colaboración del Administrador Ejecutivo del CIAT.

También, se firmaron acuerdos bilaterales con instituciones nacionales de Panamá, Costa Rica y Brasil.

Por invitación del Comité Estatal de Colaboración Internacional de Cuba una delegación del CIAT, integrada por el Presidente de la Junta Directiva, el Director General, el DGA CI y varios científicos, visitó en 1977 este país. Posteriormente, en el mismo año, una delegación cubana visitó el CIAT.

Durante este año, el CIAT fue honrado con la presencia -en su sede de Palmira- de algunos ministros de agricultura y directores de programas agrícolas nacionales de varios países latinoamericanos. Otros

visitantes distinguidos fueron los decanos de 30 Facultades de Agronomía de varias universidades de la Región Andina y del Caribe.

Además de las visitas hechas por el DGA CI y de los visitantes que vinieron al CIAT, la mayor parte del personal científico del Centro mantuvo estrechas relaciones de cooperación internacional en el desempeño de sus actividades de investigación y de ayuda mutua en América Latina y en Asia.

RELACIONES CON INSTITUCIONES INTERNACIONALES

Además, el DGA CI participó en varias reuniones celebradas en instituciones internacionales comprometidas en el desarrollo agrícola de su país. También, visitó otros tres centros internacionales de investigación agropecuaria, así como a SEARCA, en Filipinas , y al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA), en Costa Rica. Con esta última entidad se firmó un acuerdo para facilitar trámites, dar respaldo logístico y brindar servicios de diversa índole a los miembros del CIAT que están asignados fuera de la sede de Palmira, tanto en Brasil como en Costa Rica.

FINANCIACION EXTERNA ADICIONAL Y APOYO A LOS PROYECTOS

La oficina del DGA CI desplegó actividades para que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) diera al CIAT un donativo de $1,6 millones de dólares para financiar un proyecto especial. Estos fondos se utilizarán en dar apoyo al personal del CIAT que trabaja en Brasil, América Central y en el área del Caribe y también para ampliar las capacidades de adiestramiento del CIAT.

Se firmaron dos acuerdos relacionados con actividades de investigación, uno con el Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), de la República Federal de Alemania, y otro con la Universidad Estatal de Gembloux, de Bélgica.

PERSONAL ASIGNADO EN EL EXTERIOR

Se hicieron arreglos de carácter operativo, administrativo y contractual para reclutar científicos para ocupar 13 posiciones en tres grupos: personal dedicado a labores de cooperación internacional asignado en el exterior; personal de investigación asignado en el exterior y personal que cumple funciones relacionadas con contratos bilaterales. El último de estos 13 científicos tomará posesión de su cargo en Febrero de 1978. Es interesante mencionar que, hace un año, solamente tres científicos del CIAT estaban asignados en países extranjeros.

Adiestramiento y Conferencias

En 1977, casi se logró la descentralización total de las actividades de adiestramiento, iniciada en 1976. Ahora, cada programa del CIAT juega un papel central en la formulación de sus prioridades, actividades programadas y funciones de adiestramiento. A nivel administrativo, la Oficina de Adiestramiento coordina en forma centralizada las actividades, lo cual asegura: 1) la continuidad de los diversos esfuerzos de adiestramiento en el CIAT; 2) la eficiencia de la administración de los becarios; 3) la seguridad de que los diversos programas sigan las normas de adiestramiento del Centro; 4) la utilización eficiente y compartida de los recursos de adiestramiento; y 5) la integración de esfuerzos de adiestramiento, que son relativamente independientes, a las estrategias globales del programa Adiestramiento y cooperación internacional del CIAT.

ADIESTRAMIENTO

OBJETIVOS DEL ADIESTRAMIENTO

Un subproducto muy positivo de la descentralización ha sido el mejor enfoque logrado de los objetivos del adiestramiento que imparte el CIAT.

Actualmente, las actividades de adiestramiento reflejan las diferentes estrategias de cooperación internacional de los programas de productos agropecuarios que están bajo la responsabilidad del CIAT. El adiestramiento no se puede aplicar monolíticamente a través de los diferentes programas. Por el contrario, se debe ajustar al estado actual del desarrollo tecnológico de cada programa y a sus objetivos de transferencia de tecnología. El personal principal de los distintos programas sabe dónde y cómo aplicar el potencial de adiestramiento para asegurar la existencia de un equipo de profesionales en investigación y producción, a nivel nacional y regional, el cual valide, adapte y disemine internacionalmente los resultados de la investigación internacional y comunique sus resultados a los programas del CIAT, junto con las inquietudes de los productores agrícolas y sus representantes.

Ahora que el adiestramiento se realiza por productos agropecuarios y que éste se encuentra prioritariamente bajo el control de los programas, se ha facilitado la determinación de las necesidades de potencial humano técnico en los países; una vez se determinen las necesidades de personal adiestrado en cuanto a investigación y producción, en los países del "área objetivo" del CIAT y con base en prioridades definidas en productos agropecuarios individuales, es fácil identificar las instituciones y personas que requieren asistencia de adiestramiento y el

tipo más apropiado de adiestramiento que se debe impartir. Al afirmar explícitamente que el propósito del adiestramiento en el CIAT es fortalecer las instituciones de contraparte en los países, ha sido posible establecer una unidad funcional de análisis para determinar necesidades y hacer un seguimiento y evaluación a largo plazo de los esfuerzos de adiestramiento del Centro.

PRINCIPIOS DEL ADIESTRAMIENTO EN EL CIAT

Al nivel del Centro, se han adoptado cinco principios del adiestramiento proporcionado por el CIAT.

Adiestramiento a nivel de posgrado

Como los becarios del CIAT tendrán que cumplir funciones de liderazgo en la validación, adaptación y diseminación de tecnología, el adiestramiento se concentra a nivel de posgrado. El candidato al adiestramiento debe haber completado por lo menos cuatro años de estudios universitarios. Solamente se hacen excepciones cuando una institución nacional tiene la necesidad de recibir asistencia en adiestramiento con relación a los objetivos de proyección externa del CIAT, pero sus candidatos carecen de los grados universitarios exigidos.

"Masa crítica"

La experiencia indica que un individuo adiestrado en el CIAT sólo puede lograr un éxito moderado al aplicar los conocimientos adquiridos si sus colegas y supervisores no comparten sus perspectivas, enfoques metodológicos y patrones de trabajo adquiridos en el CIAT. En consecuencia, se da prioridad al adiestramiento de individuos seleccionados procedentes de instituciones, quienes eventualmente integrarán grupos de trabajo. Cada miembro del equipo ha recibido un adiestramiento especializado y el equipo constituye una "masa crítica" que resulta suficiente para garantizar la aplicación de las habilidades adquiridas en el CIAT por cada miembro.

Aprender sobre la marcha

El adiestramiento efectivo en la generación y/o utilización de nueva tecnología no sólo requiere un tratamiento teórico del contenido del curso, sino también la participación del becario en la transferencia de este contenido a la práctica. Por lo tanto, la política de adiestramiento en el CIAT requiere que una gran parte del trabajo del participante sea en el campo, laboratorio y en otras áreas de trabajo.

Adiestramiento en habilidades específicas

En el CIAT, las actividades de adiestramiento se deben asegurar de que los participantes adquieran las habilidades apropiadas. Por consiguiente, las habilidades específicas que un participante determinado requiera deben ser definidas a fin de que sirva en forma eficiente como eslabón en la cadena de transferencia de tecnología, al regresar a su país de origen. Una vez identificadas, estas actividades se convierten en el único criterio con base en el cual se organizan las experiencias del aprendizaje, sobre las que se evatúa al becario.

Orientación por productos agropecuarios individuales

Como el becario sirve de eslabón en los esfuerzos de la transferencia de la tecnología de programas de productos agropecuarios individuales, todas las actividades de adiestramiento son específicas por producto agropecuario, bajo la responsabilidad del CIAT. Cada uno de los programas del CIAT proporciona adiestramiento específico a individuos seleccionados, los cuales ocupan posiciones claves en los programas nacionales de tal manera que estos especialistas, al regresar a su institución,

serán capaces de aumentar la producción de los productos con los cuales trabaja el CIAT.

RELACION ADIESTRAMIENTO/INVESTIGACION

Como las actividades de adiestramiento del CIAT están descentralizadas, todo el personal científicio del Centro está comprometido con la funcion de brindar adiestramiento en investigación, a nivel individual. Por otra parte, en tanto que un equipo de especialistas en adiestramiento proporcionan el planeamiento, la logística y la coordinación adecuada para el adiestramiento en grupo, todos los científicos también contribuyen cuando ello sea necesario. Un estudio realizado por la Oficina del Director General Asociado en Investigación del CIAT demostró que los científicos principales dedican del 5 al 25 por ciento (promedio, 15 por ciento) de su tiempo al adiestramiento. Debido al énfasis que pone el CIAT al adiestramiento en servicio, la enseñanza y la investigación se consideran como actividades complementarias y los esfuerzos de adiestramiento que hace el personal principal, son pocas veces distintos a sus inquietudes investigativas.

ADIESTRAMIENTO EN 1977

En 1977, un grupo de 235 personas recibió adiestramiento en el CIAT; 195 iniciaron su adiestramiento este año y las 40 personas restantes lo comenzaron en 1976.

El Cuadro 1 presenta el número de profesionales que entró a recibir adiestramiento en 1977, por programas y categorías de adiestramiento. En la Figura 1 se compara el número de participantes en adiestramiento, en las diversas categorías, para los años comprendidos en el período 1969-1977. En el Cuadro 2 se presenta una lista de los profesionales adiestrados en el CIAT en 1977, por programa y por disciplina, institución en la cual trabaja el becario y fuente de financiación.

En comparación con otros años, la mayor actividad lograda en 1977, ilustra no sólo la ampliación de la capacidad de los programas de investigación para transferir tecnologías nuevas sino también el alcance internacional de los objetivos del CIAT.

ADIESTRAMIENTO EN INVESTIGACION

Este tipo de adiestramiento proporciona a los técnicos orientados hacia la investigación los conocimientos sobre las metodologías de investigación utilizadas en el CIAT. La mayoría de los becarios en investigación realizan su trabajo en una disciplina específicia de uno de los programas o unidades de apoyo del CIAT. En 1977, un grupo de 123 personas recibió adiestramiento en investigación. En las siguientes secciones se describen las categorías del adiestramiento en investigación. Los participantes a nivel de posdoctorado o de grado, generalmente permanecen en el CIAT durante un mínimo de un año. Los becarios en investigación que llegaron al CIAT para adelantar su trabajo de posgrado sin estar incluidos en un programa de grado formal, permanecieron en el Centro durante 5 a 12 meses (un promedio de 8 meses).

Científicos Posdoctorales

Durante 1977, ocho Científicos Posdoctorales tuvieron responsabilidades de investigación en el CIAT. Tres de estas personas iniciaron su adiestramiento este año y se encuentran trabajando en las siguientes áreas: entomología de forrajes-desarrollo de un programa de manejo de plagas en forrajes tropicales, para minimizar el control químico; economía de yuca— un análisis *ex-ante* sobre el impacto

Cuadro 1. **Profesionales que recibieron adiestramiento en el CIAT durante 1977, clasificados por programas y categorías de adiestramiento.**

Programa o Unidad	Científicos posdoctorales	Asociados investigación visitantes	Becarios para estudio	Internos posgraduados en investigación	Internos posgraduados en producción	Participantes en cursos cortos	Becarios especiales	Total
Frijol	1	5	3	22	-	22	3	56
Yuca	1	3	2	8	-	-	2	16
Arroz	-	1	-	-	11	-	5	17
Ganado de Carne	1	3	2	1	18	-	7	32
Porcinos	-	-	-	2	-	25	1	28
Biblioteca y Servicios de Información	-	-	-	-	-	-	4	4
Operaciones de la Estación Experimental	-	2	-	2	-	-	1	5
Producción de Semilla	-	-	-	-	-	34	-	34
Otros		1	-	1	-	-	1	3
Total	3	15	7	36	29	81	24	195

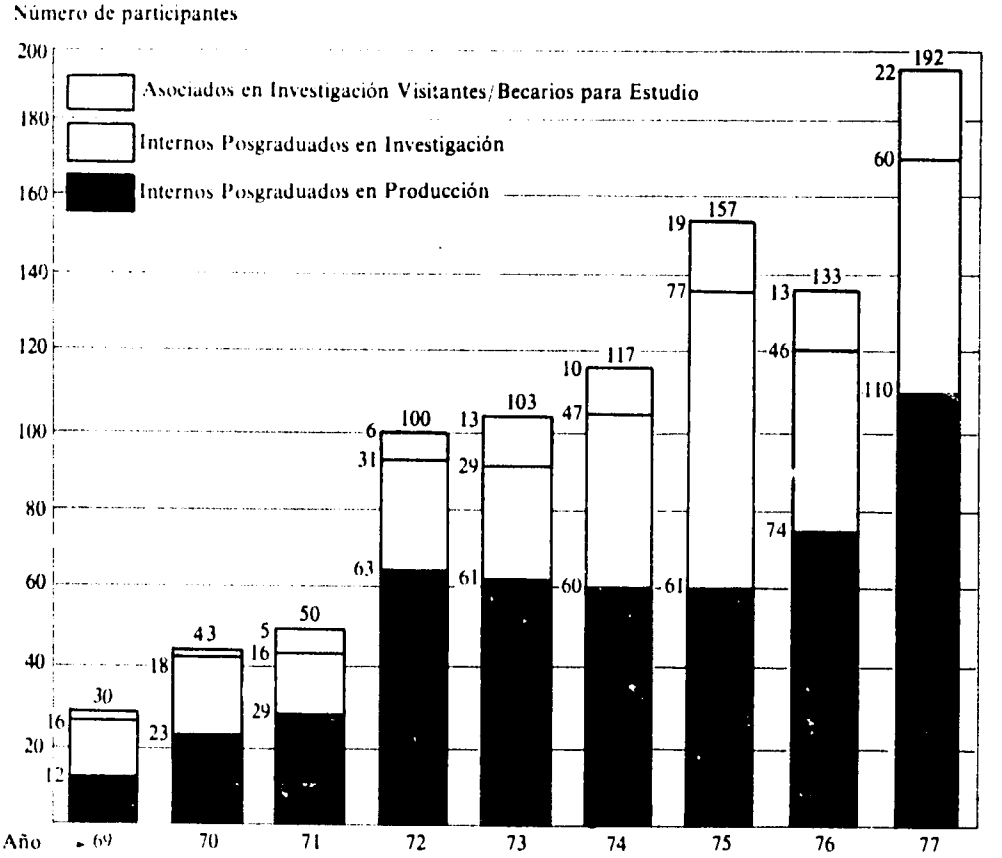


Figura 1. Número de participantes en programas de adiestramiento en el CIAT durante el período 1969-1977, clasificados por categorías de adiestramiento.

de la nueva tecnología de producción de yuca en las fincas pequeñas; y fitomejoramiento/agronomía de fríjol—cruzamiento y selección de variedades de fríjol trepador para incorporación en sistemas de cultivos asociados con maíz.

Asociados en Investigación Visitantes

Esta categoría del adiestramiento incluye a los candidatos al grado de Ph.D. quienes hacen parte o toda su tesis de investigación en el CIAT, y a los profesionales posmaestría (MS+) que están adquiriendo experiencia en agricultura tropical a través de la investigación. En 1977 vinieron al CIAT ocho candidatos al Ph.D. y siete investigadores MS+. Además, otros siete Asociados en Investigación Visitantes, quienes ya habían comenzado su trabajo en el CIAT antes de 1977, continuaron sus investigaciones este año.

Becarios para Estudio

Las personas en esta categoría del adiestramiento son candidatos a los programas académicos de maestría, en una universidad acreditada. Después de complementar su fase académica, inician su tesis de grado en el CIAT. Este año, el Centro aceptó a siete de estos estudiantes para realizar su trabajo paralelamente a las investigaciones en marcha dentro del CIAT. Trece Becarios para Estudio, quienes vinieron al CIAT antes de 1977, continuaron su trabajo durante este año.

Internos Posgraduados en Investigación

En esta categoría se incluye a los

Nombre y Situación [1]	País	Programa; Disciplina	Institución para la cual trabaja	Fuente de financiación
Científicos Posdoctorales				
Calderón, Mario *(5, E)*	Colombia	Ganado de carne; entomología		CIAT
Castro, Abelardo* *(1, C)*	Chile	Yuca; agronomía		CIAT
Davis, Jeremy *(3, E)*	Reino Unido	Frijol; fisiología		CIAT
Halliday, John* *(6, C)*	Reino Unido	Frijol; microbiología de suelos		CIAT
Lynam, John *(6, E)*	Estados Unidos	Yuca; economía		Fundación Rockefeller, Estados Unidos
Mendoza, Gastón* *(12, E)*	Perú	/biometría		
Swindell, Richard* *(12, E)*	Estados Unidos	Frijol; fitomejoramiento agronomía		CIAT CIAT
Thung, Michael* *(12, E)*	Indonesia	Yuca; fisiología		CIAT
Asociados en Investigación Visitantes				
Acosta, Claudio *(5, E)*	Colombia	/operación de estaciones experimentales	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	CIAT
Beebe, Stephen *(11, E)*	Estados Unidos	Frijol; fitomejoramiento	University of Wisconsin, Estados Unidos	National Science Foundation Estados Unidos
Bernd, Annette *(9, E)*	Alemania Occidental	Arroz; fitomejoramiento	Technical University of Berlin, Alemania Occidental	German Society for International Development, (GTZ) Alemania Occidental
Byrne, David *(7, E)*	Estados Unidos	Yuca; entomología	Cornell University, Estados Unidos	Cornell University
Cháves, Guillermo *(5, C)*	Colombia	/operación de estaciones experimentales	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	CIAT
Clark, Ann *(7, E)*	Estados Unidos	Frijol; fisiología	Iowa State University, Estados Unidos	Iowa State University
Delgadillo, Guido *(8, E)*	Canadá	Ganado de carne; pastos y forrajes	McGill University, Canadá	CIAT
De Bouck, Daniel *(6, E)*	Bélgica	Frijol; fitomejoramiento fisiología	FAO, Roma	FAO
Díaz, Jorge Luis *(2, E)*	Nicaragua	Ganado de carne; pastos y forrajes	Paris University, Francia	CIAT
Elango, Fritz *(3, E)*	Camerún	Yuca; fitopatología	McGill University, Canadá	International Development Research Centre (IDRC), Canadá

1 Los becarios cuyo nombre tiene un asterisco iniciaron su adiestramiento antes de 1977. Los números entre paréntesis corresponden a los meses de permanencia en el CIAT durante 1977; las letras significan: C = el becario ha completado su trabajo en 1977 (Completo) y la E = el becario todavía está en adiestramiento (En curso).

Evans, David* *(10, C)*	Reino Unido	salud animal	University of London, Reino Unido	CIAT
Galway, Nicholas *(12, E)*	Reino Unido	Frijol/agronomía	University of Cambridge, Reino Unido	The Royal Society of London, Reino Unido
Hudgens, Robert* *(6, C)*	Estados Unidos	Frijol/agronomía	University of Florida, Estados Unidos	CIAT
Jansen, Hendrik* *(12, E)*	Holanda	Ganado de carne/ pastos y forrajes	FAO, Roma	Gobierno de Holanda
Jenrich, Herbert *(8, E)*	Alemania Occidental	Ganado de carne/ pastos y forrajes	Technical University of Berlin, Alemania Occidental	German Society for Technical Cooperation Alemania Occidental
Laberry, Rafael *(5, E)*	Perú	Yuca/fitopatología	Comité Productores Arroz (FRADEPT)	CIAT
Muller, Frank* *(12, E)*	Alemania Occidental	Ganado de carne/ pastos y forrajes	University of Bonn Alemania Occidental	German Service for Academic Exchange, Alemania Occidental
Plessow, Christoph *(9, C)*	Alemania Occidental	biometría	Techical University of Berlin, Alemania Occidental	German Foundation for International Development, Alemania Occidental
Rubinstein, Eugenia de* *(12, C)*	Chile	Ganado de carne/economía	University of Minnesota, Estados Unidos	Fundación Ford, Estados Unidos
Teri, James* *(11, C)*	Tanzania	Yuca/fitopatología	Cornell University, Estados Unidos	FAO, Roma
Waters, Luther *(9, C)*	Estados Unidos	Frijol/microbiología de suelos	Oregon State University Estados Unidos	Oregon State University
Webster, David* *(8,C)*	Estados Unidos	Frijol/fitopatología	University of Wisconsin, Estados Unidos	CIAT
Becarios para Estudio				
Alvarez, Germán *(4, E)*	Colombia	Frijol/fitopatología	McGill University, Canadá	CIAT
Argel, Pedro* *(11, C)*	Colombia	Ganado de Carne/ pastos y forrajes	University of Queensland, Australia	CIAT
Calvo, Fabio* *(12, E)*	Colombia	Ganado de Carne/ pastos y forrajes	Escuela Nacional de Agricultura, México	CIAT
Campos, José Y.* *(12, C)*	Colombia	Ganado de Carne/ administración agrícola	Instituto Tecnológico (ITESM), Mexico	Banco Interamericano de Desarrollo(BID)
Cárdenas, Moisés* *(12, C)*	México	Frijol/fitopatología	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA, Colombia	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Charry, Alvaro *(3, E)*	Colombia	Ganado de carne/ economía	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA, Colombia	CIAT
Cantillo, Stella de *(2, E)*	Colombia	Yuca/fisiología	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA, Colombia	Universidad Nacional de Colombia
Domínguez, Carlos* *(3, C)*	Colombia	—/producción de cultivos	University of Guelph, Canadá	CIAT
Durán, José F. *(9, C)*	Venezuela	Frijol/fitopatología	Universidad del Valle, Colombia	Autofinanciado
Galindo, José *(12, E)*	Colombia	Frijol/fitopatología	Cornell University, Estados Unidos	CIAT
Garcia, Edmundo* *(12, E)*	Colombia	Arroz/agronomía	Escola Luis de Queiroz, Brasil	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Garcia, Omar *(12, E)*	Colombia	—/hemoparasitología	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA Colombia	CIAT

Nombre y Situacion	Pais	Programa Disciplina	Institucion para la cual trabaja	Fuente de Financiacion
Gomez, William F.* *(12, E)*	Colombia	Ganado de carne produccion pecuaria	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA, Colombia	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Hidalgo, Rigoberto* *(8, C)*	Colombia	Frijol fisiologia	Cornell University, Estados Unidos	CIAT
Leiva, Oscar *(8, C)*	Guatemala	Frijol fitomejoramiento	Programa de Graduados, Universidad Nacional-ICA Colombia	Fundación Rockefeller, Estados Unidos
Mattos, Luz I.* *(4, C)*	Perú	Yuca fitopatologia	Universidad Agraria La Molina, Perú	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Moncada, Hemerson* *(12, E)*	Colombia	Ganado de carne salud animal	University of Hannover, Alemania Occidental	CIAT
Morales, Victor* *(7, C)*	Colombia	microbiologia de suelos	University of Florida, Estados Unidos	CIAT
Peña, Jorge *(4, E)*	Colombia	Yuca entomologia	University of Florida, Estados Unidos	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Vargas, Octavio *(6, C)*	Colombia	Frijol entomologia	Cornell University, Estados Unidos	CIAT

Internos Posgraduados en Investigación

Abreu, Andres *(8, C)*	República Dominicana	Frijol fitopatologia		CIAT
Araya, Rodolfo *(6, C)*	Costa Rica	Frijol agronomia		CIAT
Baena, Diosdado* *(3, C)*	Colombia	Frijol biometria		Universidad Nacional de Colombia
Bazalar, Hernando* *(1, C)*	Perú	Ganado de carne salud animal		CIAT
Bandhukul, Rangsit* *(6, C)*	Tailandia	Yuca agronomia		CIAT
Bodden, Rolando *(6, C)*	República Dominicana	Yuca entomologia		CIAT
Castellanos, Victor Hugo* *(8, C)*	República Dominicana	Yuca agronomia		CIAT
Chiriboga, César *(5, E)*	Ecuador	Frijol fitomejoramiento		CIAT
De Oliveira, Itamar *(3, C)*	Brasil	Frijol suelos		CIAT
De Souza, Lindaurea *(3, E)*	Brasil	Frijol entomologia		CIAT
Dominguez, Roberto *(5, C)*	Colombia	operaciones de estaciones experimentales		CIAT
Ekmahachai, Panya *(2, E)*	Tailandia	Yuca agronomia		International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Fiallos, Enrique *(6, C)*	Honduras	Frijol agronomia		Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Honduras
Flores, Jesús A. *(5, C)*	Mexico	Arroz fitomejoramiento produccion		CIAT

Nombre y Situación	País	Programa Disciplina	Fuente de Financiación
García, Rafael* *(8, C)*	República Dominicana	Ganado de carne, sanidad animal	CIAT
Guevara, Yolanda *(5, C)*	Venezuela	Frijol fitopatología	CIAT
Kano, Yoshiaki *(1, E)*	Japón	Yuca fitomejoramiento	Japan International Cooperation Agency (JICA)
Khelikuzaman, Hussein* *(9, C)*	Malasia	Yuca agronomía	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Lezama, Francisco *(5, E)*	Honduras	Frijol entomología	CIAT
Llontop, Elva *(9, C)*	Perú	Frijol fitopatología	CIAT
López, Gustavo* *(3, C)*	Colombia	Ganado de carne, sanidad animal	CIAT
Machado, José O. *(3, E)*	Brasil	Frijol fitopatología	CIAT
Machuca, Carlos *(6, C)*	El Salvador	operación de estaciones experimentales	CIAT
Michel, Manuel *(5, C)*	República Dominicana	Frijol producción de semilla	Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) Estados Unidos
Nakavirojana, Chumpol *(2, E)*	Tailandia	Yuca suelos	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Nugroho, Johannes *(1, E)*	Indonesia	Yuca agronomía	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Paredes, Oscar Mario *(4, E)*	Chile	Frijol fitomejoramiento	CIAT
Ponce, Alfonso M. *(5, C)*	Ecuador	Frijol agronomía fitomejoramiento	CIAT
Quintero, Edgar *(4, E)*	Colombia	Frijol biometría	CIAT
Rodas, Nery Jesús *(5, C)*	Honduras	Frijol entomología	Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Proyecto de Honduras
Rodríguez, Víctor Manuel* *(3, C)*	El Salvador	Frijol fitopatología	CIAT
Romero, Alfredo *(5, C)*	Venezuela	comunicaciones	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONIAP), Venezuela
Sañudo, Benjamín *(2, E)*	Colombia	Frijol fitopatología	CIAT
Sanbua, Samrit *(6, C)*	Tailandia	Porcinos producción pecuaria	CIAT
Sanay, Nilmanee* *(5, C)*	Tailandia	Yuca fitopatología	CIAT
Suárez, Jorge A. *(6, C)*	Bolivia	Ganado de carne, pastos y forrajes	CIAT
Talero, Elsa Leonor *(6, C)*	Colombia	Frijol fitomejoramiento	Universidad Pedagófica Nacional de Colombia
Tercero, Otho Luis *(6, C)*	Honduras	Frijol producción	CIAT
Tan, Swee Lian* *(4, C)*	Malasia	Yuca, fisiología	International Development Research Centre (IDRC), Canadá

Nombre y situación	País	Programa/Disciplina	Fuente de Financiación
Tirapoin, Charn* *(3, C)*	Tailandia	Yuca/fitomejoramiento	CIAT
Tongsri, Somsak *(2, E)*	Tailandia	Yuca/fitomejoramiento	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Euchewcharnkit, Kasidit *(6, E)*	Tailandia	Porcinos/nutrición animal	CIAT
Valle, Celio E. *(3, C)*	Honduras	Frijol/agronomía	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Vila Nova Pereira, José C. *(3, C)*	Brasil	Frijol/agronomía	CIAT
Villavicencio, Angel *(2, E)*	Ecuador	Yuca/producción	CIAT
Watananonta, Watana *(2, E)*	Tailandia	Yuca/fisiología	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Zimmermann, Ma. José *(3, E)*	Brasil	Frijol/fitomejoramiento	CIAT
Internos Posgraduados en Producción			
Alvarez, Juan F. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de Carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Arias, Carlos F. *(3, C)*	Bolivia	Ganado de carne/producción	CIAT
Barrientos, Víctor L. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Bejarano, Jorge *(9, C)*	Honduras	Ganado de carne/producción	Ministerio de Recursos Naturales, Honduras
Castellanos, Ramón F. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Castillo, Belisario *(9, C)*	Panamá	Ganado de carne/producción	Banco Nacional de Panamá
Dardón, Félix *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Escobar, Luis Fernando *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Flores, Víctor R. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Franco, Federico E. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
González, Ramiro *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
González, Jaime *(3, C)*	Colombia	Ganado de carne/producción	CIAT
Larrazábal, Luis *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA) Guatemala

Nombre y situación	País	Programa/Disciplina	Fuente de financiación
Pérez, Teodoro A. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA) Guatemala
Urizar, Eduardo *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA) Guatemala
Valdés, Isidro E. *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Vásquez, Juan A. *(3, C)*	Bolivia	Ganado de carne/producción	CIAT
Ventura, Mariano *(9, C)*	Guatemala	Ganado de carne/producción	Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGA), Guatemala
Citalán, Wilfrido, A. *(5, C)*	México	Arroz/producción	CIAT
García, Oswaldo *(5, C)*	Guatemala	Arroz/producción	CIAT
Herrera, Carlos *(5, C)*	Panamá	Arroz/producción	CIAT
Jarrín, Eduardo *(4, C)*	Ecuador	Arroz/producción	CIAT
Paz, Francisco *(5, C)*	Bolivia	Arroz/producción	CIAT
Peixoto, Afonso *(5, C)*	Brasil	Arroz/producción	CIAT
Quiroz, Edmundo *(5, C)*	Nicaragua	Arroz/producción	CIAT
Rea, Wilfredo *(5, C)*	Bolivia	Arroz/producción	CIAT
Rodríguez, José *(5, C)*	Brasil	Arroz/producción	CIAT
Rosdao, Milo A. *(5, C)*	Ecuador	Arroz/producción	CIAT
Sánchez, Víctor M. *(5, C)*	Honduras	Arroz/producción	CIAT
García, Olegario* *(1, C)*	México	Producción porcina/salud animal	CIAT
Venegas, Jairo* *(1, C)*	Colombia	Porcinos/producción	German Foundation for International Development, Alemania Occidental
Participantes en cursos cortos			
Agudelo, Gildardo *(1, C)*	Colombia	/producción de semilla	Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), Colombia
Aramendis, Hernán *(1, C)*	Colombia	/producción de semilla	Caja Agraria, Colombia
Arango, Rodrigo *(1, C)*	Colombia	/producción de semilla	Compañía Proacol, Colombia
Benavides, Fernando *(1, C)*	Colombia	/producción de semilla	Caja Agraria, Colombia
Bortoletto, Nelson *(1, C)*	Brasil	/producción de semilla	CIAT
Cervantes, Oscar *(1, C)*	Colombia	/producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia

Nombre y situacion	País	Program Disciplina	Fuente de financiacion
Despaigne, Gabriel *(I, C)*	Panamá	producción de semilla	CIAT
Deza, Aulio *(I, C)*	Bolivia	producción de semilla	CIAT
Díaz, Rafael *(I, C)*	Honduras	producción de semilla	CIAT
Ducuara, Pedro L. *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Compañía Agrisa de Colombia
Escudero, César *(I, C)*	Perú	producción de semilla	CIAT
Espinosa, Frank *(I, C)*	República Dominicana	producción de semilla	CIAT
Estrada, Franceny *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Fuentes, Gustavo *(I, C)*	Ecuador	producción de semilla	CIAT
Gómez, Carlos *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Hurtado, Oscar *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Marroquín, Ataparo de *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Caja Agraria, Colombia
Martínez, Pablo *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Mejía, Victoria E. *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Mendoza, Alejandro *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Mondragón, William *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Federación Nacional de Algodoneros de Colombia
Morales, Víctor A. *(I, C)*	Perú	producción de semilla	CIAT
Muñoz, Mario *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Colombia
Prendergast, Norman *(I, C)*	Jamaica	producción de semilla	CIAT
Quijano, Enrique *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Compañía Colombiana de Semillas
Recinos, José Máximo *(I, C)*	Guatemala	producción de semilla	CIAT
Rojas, Hernando *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Semillas de la Costa Norte de Colombia
Salas, Emilio *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Salinas, Jairo *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Tello, Rodrigo *(I, C)*	Colombia	producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Terrassa, Christian *(I, C)*	Colombia	production de semilla	Semillas Valle de Colombia
Torres, Augusto *(I, C)*	Colombia	produción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia

Nombre y Situación	País	Programa/Disciplina	Fuente de financiación
Triana, Alvaro *(I, C)*	Colombia	— producción de semilla	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia
Vargas, Gentil *(I, C)*	Colombia	— producción de semilla	Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), Colombia
Aguilar, Juan A. *(I, C)*	Honduras	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Barreto, Juan Guillermo *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Berrio, Luis F. *(I, C)*	Colombia	Porcinos producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Castro, Galvarino *(I, C)*	Perú	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Chavez, Roberto *(I, C)*	Bolivia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Colindres, Tulio *(I, C)*	Honduras	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Cuéllar, Francisco *(I, C)*	Bolivia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Echeverry, Iván. *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Esquivel, Ivan J. *(I, C)*	Panamá	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Fernández, Amparo *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Franco, Carlos M. *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Gaitán, José A. *(I, C)*	Brasil	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
García, Jorge O. *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	Noel-Zenú de Colombia
Grosz, María M. de *(I, C)*	Argentina	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
López, Norberto *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Molina, Hugo H. *(I, C)*	Ecuador	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Moro, Jaime *(I, C)*	Perú	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Nunes, Adolfo *(I, C)*	Brasil	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Olivares, Mario *(I, C)*	El Salvador	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Ramírez, José E. *(I, C)*	El Salvador	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Ramírez, Jairo *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Ramírez, Rodrigo *(I, C)*	Colombia	Porcinos/producción	International Development Research Centre (IDRC), Canadá
Ruíz, Eduardo *(I, C)*	Perú	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Urrunaga, Abel A. *(I, C)*	Perú	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Zamora, Lilieth *(I, C)*	Costa Rica	Porcinos/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Alfaro, Rodrigo *(I, C)*	Costa Rica	Frijol/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Alvarado, Leopoldo *(I, C)*	Honduras	Frijol/producción/economía	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Arrupe, Benony *(I, C)*	Brasil	Frijol/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Barros, Luis E. *(I, C)*	Chile	Frijol/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Bianchini, Anesio *(I, C)*	Brasil	Frijol/producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Nombre y Situación	País	Programa Disciplina	Fuente de financiación
Bonilla, Miguel A. *(1, C)*	Honduras	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Campos, Benedicto *(1, C)*	El Salvador	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Dos Santos, José A. *(1, C)*	Brasil	Frijol producción	German Foundation for International Development, Alemania Occidental
Estrada, Angel *(1, C)*	México	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
García, Aurora S. *(1, C)*	Argentina	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Homero, Aidar *(1, C)*	Brasil	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Idrovo, Wilson *(1, C)*	Ecuador	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Irusta, Jorge *(1, C)*	Bolivia	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
López, Tiberio *(1, C)*	Colombia	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Mansilla, Enrique *(1, C)*	Bolivia	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Morales, Adrián *(1, C)*	Costa Rica	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Mundstock, Egon *(1, C)*	Brasil	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Núñez, Gary *(1, C)*	Perú	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Osoria, Luis *(1, C)*	México	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Peña, Edgar *(1, C)*	Ecuador	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Sánches, Mauro *(1, C)*	Brasil	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Tulmann, Augusto *(1, C)*	Brasil	Frijol producción	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Becarios Especiales			
Ariza, Darío F. *(1, C)*	Colombia	Ganado de carne/microbiología	CIAT
Ataide, Nilton *(2, C)*	Brasil	Ganado de carne/salud animal	CIAT
Barrera, José del Carmen *(1, C)*	Colombia	Ganado de carne/microbiología	CIAT
Boonekamp, Gerardus *(7, E)*	Holanda	Frijol entomología	University of Wageningen, Holanda
Carrico, Deon *(2, C)*	Estados Unidos	Ganado de carne/ pastos y forrajes	CIAT
Cerqueira, Jayme *(1, E)*	Brasil	Yuca/suelos	CIAT
Doorman, Frans *(2, E)*	Holanda	Arroz/sociología rural	University of Wageningen, Holanda
Gooren, Gerardus* *(7, C)*	Holanda	Arroz/sociología rural	University of Wageningen, Holanda
Hirschy, Louis *(1, C)*	Bolivia	—/hemoparasitología	Swiss Technical Cooperation, Bolivia
Hoogendoorn, Coosje *(3, C)*	Holanda	Yuca/fitomejoramiento	University of Wageningen, Holanda
Hurtado, Olga *(2, C)*	Perú	—/biblioteca/documentación	CIAT
Jiménez T., Anatolio *(2, C)*	Chile	—/operación de estaciones experimentales	CIAT
Lima, Simphronio *(1, C)*	Brasil	Ganado de carne/salud animal	Empresa de Asistencia técnica y Extensión Rural, Brasil

Name y situación	País	Programa, Disciplina	Fuente de financiación
Moradel, Martha *(2, C)*	Honduras	biblioteca documentación	CIAT
Múgica, José A *(2, C)*	República Dominicana	biblioteca documentación	Agency for International Development (AID), Estados Unidos
Navarro C., Guillermo *(1, C)*	México	Ganado de carne pastos y forrajes	CIAT
Olaya, Rafael *(3, C)*	Perú	Arroz fitomejoramiento	CIAT
Orozco, Rogelio *(1, C)*	Colombia	Ganado de carne pastos y forrajes	CIAT
Peña, Neptali *(3, C)*	Perú	Arroz fitomejoramiento	CIAT
Pino, Thomas *(3, C)*	Estados Unidos	Frijol agronomía	Autofinanciado
Puerta, Oscar *(1, C)*	Colombia	Frijol fitopatología	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Colombia
Quijano, Jorge *(1, C)*	Colombia	Porcinos nutrición animal	CIAT
Rivas, Carlos *(2, C)*	República Dominicana	biblioteca documentación	CIAT
Small, Leroy *(2, C)*	Guyana	Arroz agronomía	Agency for International Development (AID), Estados Unidos
Van Dorsten, Frank *(3, E)*	Holanda	Arroz sociología rural	University of Wageningen, Holanda
Van Gent, Rudolf* *(5, C)*	Holanda	Frijol entomología	University of Wageningen, Holland

representantes de programas nacionales y regionales de investigación, quienes reciben adiestramiento en técnicas avanzadas de investigación. Esta categoría es númericamente la más grande en cuanto al adiestramiento en investigación: en 1977 ingresaron al CIAT 36 Internos Posgraduados en Investigación procedentes de 24 instituciones de 15 países; antes de 1977 entraron al CIAT 11 becarios los cuales completaron su adiestramiento este año.

Adiestramiento en Producción

Esta modalidad de adiestramiento se le proporciona a los técnicos que representan las instituciones nacionales y regionales que se encargan de la validación de variedades y prácticas culturales regionales, y del adiestramiento y supervisión de extensionistas, oficiales de crédito agrícola y asesores de programas de producción. El Adiestramiento en Producción está diseñado para proporcionar o mejorar habilidades en experimentación de campo, aplicación de tecnología mejorada para obtener una mayor producción, métodos de planeación, realización y evaluación de programas de adiestramiento y campañas de fomento de la producción. El adiestramiento en producción tiene un enfoque multidisciplinario, pero programado por productos agropecuarios específicos. Las personas seleccionadas para el adiestramiento en producción se consideran como Internos Posgraduados en Producción. La mayor parte del adiestramiento se realiza a través de cursos impartidos en grupos, pero una parte del mismo se lleva a cabo a nivel individual. En 1977, un grupo de 112 becarios en producción participó en las actividades de adiestramiento del CIAT. Durante el año, se ofrecieron los siguientes cursos en producción:

Curso de Producción de Ganado de Carne

De enero a octubre, se realizó el quinto Curso de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Ganado de Carne. La selección de los candidatos dependió de la certeza de que los becarios regresaran a posiciones en las cuales los conocimientos adquiridos en el curso se utilizaran en el adiestramiento de otros individuos en sus propias instituciones. La mayoría de los participantes del curso se seleccionó de un mismo país (en este caso, de Guatemala), para asegurar la formación de una "masa crítica" de profesionales adiestrados, la cual contribuirá luego a producir un verdadero cambio en el proceso tradicional de producción pecuaria. Al curso asistieron 12 guatemaltecos, dos bolivianos, un colombiano, un hondureño y un panameño. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Programa de Ganado de Carne, en el presente informe).

Curso de Producción de fríjol

En marzo y abril, se realizó en el CIAT el primer curso intensivo de producción de fríjol para investigadores latinoamericanos. El curso proporcionó, a 30 personas procedentes de 12 países de América Latina, información especializada y prácticas en todas las disciplinas relacionadas con los sistemas de producción de fríjol. Ocho de los profesionales que asistieron a este curso participaron en actividades adicionales de adiestramiento en investigación, ofrecidas por el CIAT. Los participantes en el curso representaron las siguientes disciplinas: fitomejoramiento (8); agronomía (7); fitopatología (5); edafología (3); fisiología (2); transferencia de tecnología (2); entomología (1); microbiología (1) y producción de semilla (1). La diversidad de su formación académica y experiencia profesional contribuyó significativamente al intercambio de ideas, en las discusiones sobre problemas específicos y métodos generales de investigación. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Programa de Fríjol, en el presente informe).

Curso de Producción de arroz.

En 1977, se realizó un curso sobre producción de arroz el cual tuvo una duración de cinco meses. Diez profesionales procedentes de Bolivia, Brasil, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá, recibieron adiestramiento en todas las fases de la producción de arroz y así como en validación y transferencia de tecnología. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Unidad de Arroz en el presente informe).

Curso de Producción Porcina.

En el primer semestre de 1976, el CIAT ofreció su primer curso intensivo de producción porcina, el cual tuvo una duración de seis semanas. Asistieron 25 profesionales, procedentes de instituciones nacionales latinoamericanas comprometidas con el adiestramiento, extensión y/o investigación en producción porcina. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Unidad de Nutrición Porcina en el presente informe).

Curso de Producción de Semilla.

En el CIAT se realizó un curso de cuatro semanas sobre Producción de Semilla, en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Mississippi State University (EE.UU.), con la financiación de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (AID).

Los objetivos del curso fueron: proporcionar conocimientos y mejorar habilidades en todos los aspectos de la producción, procesamiento y comercialización de semilla, y adiestrar a los participantes en la planeación, desarrollo y operación de empresas productoras de semilla. El curso fue dictado por especialistas del CIAT, ICA y Mississippi State University, e incluyó presentaciones formales, experiencias de laboratorio y de campo, y visitas a empresas productoras de semilla en el Valle del Cauca, Colombia. Al curso asistieron 33 profesionales (23 del ICA y de compañías privadas productoras de semilla en Colombia y 10 de otras instituciones de América Latina y del área del Caribe).

Adiestramiento en Operaciones de las Estaciones Experimentales.

En 1977, el CIAT adiestró a cinco Técnicos que se ocupan de la operación de Estaciones Experimentales en Chile, Colombia y El Salvador en un programa de adiestramiento en servicio, con una duración de dos a cinco meses. El Superintendente de la Estación Experimental del CIAT supervisó las actividades de adiestramiento en esta área. La mayor parte del trabajo se realizó en la sede del CIAT pero se complementó con visitas a las subestaciones en Carimagua y en Quilichao y a otras estaciones experimentales en Colombia y Ecuador. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Operaciones de la Estación Experimental, en el presente informe).

Adiestramiento en Documentación.

Cuatro especialistas en Información Agrícola provenientes de instituciones de Chile, República Dominicana, Honduras y Perú, recibieron adiestramiento en la organización y operación de un centro de documentación agrícola. Se enseñaron habilidades específicas relacionadas con búsquedas bibliográficas, preparación de resúmenes de documentos y clasificación de documentos. El período de adiestramiento en documentación se dejó establecido en un lapso de dos meses de presentaciones formales, sesiones de práctica y otras actividades de adiestramiento en servicio. (Para más detalles, ver la sección sobre Adiestramiento, Biblioteca y Servicios de Información, en el presente informe).

PROCEDENCIA DE LOS PARTICIPANTES EN EL ADIESTRAMIENTO

En 1977, un total de 166 (85 por ciento) de los participantes en el adiestramiento, vino de países de América tropical y del área del Caribe. Diez becarios vinieron de otras regiones en desarrollo del mundo y los 19 becarios restantes, de países desarrollados.

FINANCIACION DEL PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO

De las 195 personas que en 1977 ingresaron al Programa de Adiestramiento, 72 fueron financiadas por el presupuesto básico del CIAT; 48 becarios, por agencias internacionales de financiación, 20 por instituciones nacionales en países desarrollados, 34 por instituciones gubernamentales y de crédito en países desarrollados, 10 por universidades, 9 por compañías privadas y 2 con sus propios recursos.

ADIESTRAMIENTO DENTRO DE CADA PAIS

Durante 1977, continuaron recibiendo asistencia en adiestramiento, por parte del CIAT, dos proyectos: Guatemala y República Dominicana.

Guatemala

Desde 1975, el CIAT ha asesorado al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), de Guatemala, en la estructuración de su programa de adiestramiento. Parte de esta asistencia consistió en brindar ayuda en la organización y conducción de un curso de producción de cultivos, en el propio país, para 14 profesionales, el cual se realizó en 1976.

En 1977, se organizó un segundo curso sobre producción de cultivos, el cual se realizó en la zona oriental de Guatemala. Con la financiación del Banco Interamericano de Desarrollo, el CIAT ubicó en Guatemala a un científico asociado en Adiestramiento, quien permaneció allí durante todo el año y asesoró el curso, en el cual participaron 19 profesionales. Nueve de estos técnicos eran agrónomos recién graduados, los cuales ingresarían a trabajar en el ICTA, después de completar el programa de adiestramiento.

La parte teórica del curso se dictó en Jutiapa. Para la parte de práctica de campo a la cual se le dedicó el 80 por ciento de la duración del curso se formaron pequeños grupos de estudiantes, a quienes se les asignó un vehículo, obreros de campo y un instructor; luego, se les envió a diferentes localidades para trabajar con agricultores, en sus fincas. Fue en éstas en donde los grupos de estudiantes realizaron pruebas regionales y experimentos de validación de tecnología; además, transmitieron información técnica a los productores locales. Estas actividades siguieron, el modelo de adiestramiento desarrollado por el CIAT. A finales del año, un comité seleccionado por el ICTA evaluó la eficiencia del curso; las recomendaciones de este comité de evaluación se tomaron en cuenta para planear las futuras actividades de adiestramiento en el ICTA.

República Dominicana

En 1976, la Secretaría de Agricultura de este país antillano, por intermedio de la Subsecretaría para Investigación, solicitó al CIAT una asesoría específica para diseñar una serie de cursos intensivos, de corta duración, para especialistas en producción de arroz. Estos cursos constituyen parte integral de una campaña agrícola del gobierno dominicano orientada hacia la completa autosuficiencia del país en lo referente a la producción de arroz.

A principios de 1977, el CIAT ubicó a un asociado en Adiestramiento en República

Dominicana, para que asesorara la organización y conducción de tres cursos consecutivos de diez semanas de duración. Participaron en estos cursos sesenta administradores de fincas y extensionistas agrícolas quienes recibieron conocimientos, desarrollaron habilidades e hicieron prácticas de campo sobre todos los aspectos de la producción moderna de arroz. Las habilidades adquiridas incluyeron el diagnóstico y solución de problemas, distribución de materiales e información técnica a los agricultores arroceros. También, se tomaron providencias para asegurar que los participantes de los cursos prestaran su colaboración al programa de adiestramiento, después de 1977, sin la asesoría del CIAT. Esto dará la continuidad necesaria a este programa. Se programaron para 1978 otros cuatro cursos de este tipo.

MATERIALES DE ADIESTRAMIENTO

En 1977, se concentraron esfuerzos para incluir en los materiales de adiestramiento —específicamente en las unidades audiotutoriales de adiestramiento— una parte sustancial de la información generada por el CIAT sobre nuevas tecnologías de producción. Los especialistas, encargados de la producción de estas unidades audiotutoriales, completaron su fase de adiestramiento y lograron adelantar considerablemente la producción de estas unidades a través del trabajo en equipo. También, durante el año, se completaron las modificaciones físicas que se consideró necesario hacer para producir y utilizar provechosamente las unidades audiotutoriales. Se instalaron en la sede del CIAT una serie de 20 cabinas para instrucción individualizada y una, más amplia, con equipo de grabación y de proyección de diapositivas.

Aunque la producción a escala total de estos materiales no se inició sino durante los últimos tres meses del año 1977, después de obtener la aprobación final de la financiación de este proyecto especial de lo cual depende toda la producción de los materiales de adiestramiento se produjeron durante el año varias unidades sobre producción de yuca, fríjol, arroz, porcinos y control de malezas. Con base en un proceso continuo de evaluación, se modificó la metodología para el desarrollo de estos materiales, en un esfuerzo para lograr su mayor ajuste a las necesidades de los programas de adiestramiento del CIAT. Varias de las unidades ya terminadas fueron utilizadas con éxito en el CIAT en los cursos de producción y en conferencias. En 1978, se establecerá una infraestructura apropiada para lograr una utilización más sistemática de estos materiales de adiestramiento.

CONFERENCIAS

La Oficina de Conferencias cumple una función central en los esfuerzos que hace el CIAT para recibir, transferir e intercambiar información; esta función es parte del esfuerzo integral de generación y de transferencia de tecnología a otras instituciones. Continuamente se proporcionan apoyo logístico a la celebración de conferencias.

Los recursos de que dispone el Centro para conferencias se utilizan en llevar a cabo cuatro tipos de eventos, los cuales se describen brevemente. (En el Cuadro 3 se presenta una lista de los 26 eventos principales, realizados en 1977, en las categorías 1,2 y 4.

1) Eventos de intercambio científico

El CIAT patrocinó o bien copatrocinó eventos que contribuyeron al cambio de

Cuadro 3. **Principales eventos realizados en las instalaciones para conferencias del CIAT durante 1977.**

Fecha	Tipo de reunión	No. de participantes
Eventos de intercambio científico patrocinados o copatrocinados por el CIAT		
May. 2-4	Presentación de actividades realizadas por los programas y unidades del CIAT para el año 1977	60
Oct. 17-21	Reunión de Discusión para especialistas en producción porcina	37
Oct. 31 - Nov. 3	Reunión de Discusión sobre desarrollo de estrategias para mejorar la producción de arroz en América Latina	39
Nov. 4-5	Reunión IRRI CIAT sobre ensayos regionales de arroz	43
Nov. 7-12	Reunión de Discusión sobre proteccion vegetal en el cultivo de yuca	32
Eventos nacionales e internacionales para organizar actividades en las cuales participa el CIAT		
Feb. 22-24	Revisión de los proyectos cooperativos ICA CIAT	10
Abr. 18-30	Revisión quinquenal del TAC	15
May. 30 - Jun. 4	Reunión anual conjunta TAC Directores de Centros Internacionales	40
Dic. 1-7	Revisión de los programas internos del CIAT	60
Dic. 12-13	Primera Reunión del Comite Asesor. Proyecto Especial UNDP CIAT (UNDP = Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)	10
Cursos de adiestramiento realizados en el CIAT		
Ene. 17 - Mar. 31	Producción de Ganado de Carne (Fase desarrollada en el CIAT)	17
Mar. 28 - Abr. 22	Producción de ganado de carne	30
Abr. 11 - May. 25	Producción de porcinos	25
Jul. 16 - Dic. 16	Producción de arroz	10

Set. 13-16	Curso corto especial para profesionales del ICA sobre producción continua de arroz	15
Oct. 17 - Nov. 11	Reunión de Discusión para unificar criterios sobre producción de semilla; proyecto cooperativo ICA/USAID/Mississippi State Univ./CIAT	36

Eventos realizados en el CIAT con el patrocinio de otras instituciones

Ene. 27-28	Caja Agraria de Colombia: Reunión regional de directores	40
Feb. 22	Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo: Manejo de los suelos del Valle del Cauca	80
Mar. 11-14	Dow Chemical Co.: Planeación de la investigación en agroquímicos en América Latina	25
May. 5-7	Reunión de directores de la Asociación Latinoamericana de Escuelas Agrícolas de Posgrado (ALEAP)	12
May. 23-27	USAID: Reunión de Discusión sobre desarrollo rural	47
Jul. 2-19	Confederación Latinoamericana de Cooperativas de Crédito (COLAC): Seminario sobre crédito para la producción agrícola	25
Set. 20-22	IDRC: Reunión de Discusión para identificar prioridades sobre investigación en banano y en plátano	28
Set. 30	ASOCAÑA: Discusión sobre productos químicos industriales relacionados con la producción de azúcar en Colombia	80
Oct. 5-6	Comité regional para la producción agrícola: evaluación	100
Oct. 24-28	IDRC: Efecto de la comunicación en el desarrollo rural	60
Nov. 14-18	SENA Misión Técnica Alemana: asistencia técnica en la Región Andina	80
	Total de Participantes	1.056

información científica. Esta actividad de divulgación es básica para el logro de los objetivos que trata de cumplir el Centro, ya sea en el área de la investigación o en la de cooperación internacional (a veces, una combinación de ambas). Para la celebración de estos eventos, el CIAT asume la responsabilidad de las actividades de planeación, selección de participantes, conducción del seminario o reunión, evaluación y seguimiento.

2) Eventos de organización interna

El CIAT organiza periódicamente eventos con el propósito de contribuir al

funcionamiento eficiente y efectivo del Centro, desde el punto de vista de su organización funcional y de su administración. Tales eventos incluyen las revisiones de las actividades del Centro o de sus programas y la celebración de conferencias relacionadas con temas que son fundamentales para el cumplimiento de los objetivos del CIAT.

3) Eventos de comunicación interna

Estas reuniones tienen un doble propósito. En primer lugar, dar oportunidad a los científicos visitantes de dictar conferencias a los miembros de la comunidad del CIAT que estén interesados en temas específicos. En 1977 se llevaron a cabo 23 reuniones presentadas por científicos visitantes. En segundo lugar, estos eventos constituyen un foro para el intercambio de información técnica dentro del Centro. Con este fin, en 1977 se restableció el ciclo de seminarios internos, en los cuales los científicos del CIAT hacen exposiciones orales de 90 minutos de duración, con períodos de discusión; estos seminarios internos generalmente se llevan a cabo cada 15 días, en la tarde de los viernes. En 1977 hubo 15 de estas presentaciones.

4) Eventos no patrocinados por el CIAT

El CIAT sirve de sede a eventos que son patrocinados por otras instituciones, los cuales constituyen un esfuerzo más que hace el Centro para poner a disposición de entidades externas cuyo tipo de actividades está relacionado con los objetivos del CIAT. Para estos eventos, el CIAT proporciona sus facilidades físicas sin costo alguno pero cobra a la institución patrocinadora del evento los costos directos que demandó la celebración de la reunión o conferencia.

En 1977, las facilidades para conferencias se utilizaron con frecuencia en los Cursos de Adiestramiento organizados por el CIAT y en otras actividades cotidianas que desarrollaron los programas del Centro. Estos tipos de reunión efectuados en la sede del CIAT, brindaron un alto nivel de utilización de las instalaciones que el Centro ha dedicado a estas actividades.

Unidad Regional de Maíz CIMMYT/CIAT

La Unidad Regional Andina de Maíz CIMMYT/CIAT es un programa de cooperación entre los dos centros internacionales. A dos científicos principales de la Unidad, miembros del personal del CIMMYT, se les ha encomendado la función de colaborar con los programas nacionales de los países andinos para extender en el área las tecnologías mejoradas de producción de maíz. Ellos dos han creado un equipo de trabajo que es hoy parte importante del programa general de cooperación internacional del CIMMYT y del CIAT. A estas actividades de cooperación internacional dedican, aproximadamente, un 80 por ciento de su tiempo, y el resto, al trabajo de fitomejoramiento y evaluación de materiales en la sede del CIAT. Desde que el segundo científico principal de la Unidad llegó al CIAT, a principios del año, el equipo ha podido desarrollar completamente el programa planeado.

ACTIVIDADES DE COOPERACION INTERNACIONAL

Evaluación de materiales

Una fase importante del trabajo del equipo de maíz CIMMYT/CIAT consiste en reunir materiales en el CIAT y distribuir a los países andinos los distintos modelos de ensayos con maíz que establecerán en la región. En 1977, el equipo colaboró en el establecimiento de 46 ensayos ordenados en el Cuadro 1 por tipo de ensayo y por país receptor. Los programas nacionales de maíz, con la colaboración del equipo CIMMYT CIAT atienden los ensayos.

Las mejores variedades o híbridos de pedigrí abierto, desarrolladas por los programas nacionales de fitomejoramiento, son algunas de las introducciones que se evaluaron en los ensayos de variedades regionales. Estos ensayos se diseñaron para: a) las condiciones de la sierra andina y b) para las zonas bajas tropicales, y proporcionan un método conveniente para evaluar materiales que pueden ser útiles fuera de su área de origen. El Cuadro 2 muestra el comportamiento de muchas variedades sembradas en los ensayos hechos en zonas tropicales, a finales de 1976; el comportamiento de algunas de ellas fue semejante o superior a las mejores variedades locales consideradas como testigo.

La Unidad ayudó también en el establecimiento de 132 ensayos de variedades y de verificación, que se llevaron a cabo en terrenos de agricultores situados en seis localidades de cuatro países andinos. Los ensayos de verificación se han diseñado para validar "paquetes tecnológicos" locales, los cuales incluyen materiales mejorados.

Cuadro 1. Ensayos regionales de maíz distribuidos en la zona andina durante 1977.

Tipo de ensayo	No. de entradas	Países y número de ensayos					
		Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Venezuela	Total
Ensayo en tierras altas							
Ensayo varietal ENZAS	25	1	1	1	2	-	5
Vivero de introducciones	42	1	1	3	2	-	7
Resistencia al gusano de la espiga	200	1	1	1	3	-	6
Compuesto razas peruanas	26.	1	1	1	-	-	3
Ensayo en tierras bajas							
Materiales Opacos	37	2	2	2	1	-	7
Ensayos varietales ENZAT	36	2	2	2	3	2	11
Vivero de introducciones	68	-	1	1	1	1	4
Variedades de maduración precoz	14	-	1	1	-	1	3

En Bolivia se sembraron 20 ensayos de verificación en el área de Santa Cruz, en colaboración con el Centro de Investigación de Agricultura Tropical y el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), y se establecieron dos ensayos varietales en Mairana, en cooperación con IBTA. Los ensayos colombianos consistieron en evaluaciones varietales hechas en 21 localidades de Antioquia, con la colaboración de la Secretaría de Agricultura local y del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y en otros 14 ensayos varietales sembrados en el Departamento del Cauca, junto con el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) y el ICA. En Ecuador, en el área de Imbabura, se establecieron 15 ensayos de verificación con la cooperación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (Figura 1). Se realizaron 60 siembras de verificación en Callejón de Huaylas, en Perú, con el Programa Cooperativo de Investigación del Maíz de la Universidad Nacional Agraria "La Molina".

Figura 1. Un miembro de un grupo de maíz discute el comportamiento de maíces [illegible] que se han establecido en fincas de ensayos, en Ecuador.

Adiestramiento

En 1977, la Unidad de maíz organizó o bien colaboró en las discusiones de cinco reuniones de trabajo. En el CIAT se

Cuadro 2. **Comportamiento de las mejores variedades de maíz del Ensayo Varietal de Tierras Bajas (ENZAT), en cinco localidades durante los años 1976 y 1977.**

Variedades de mejor comportamiento y sus países de origen	Localidades de Ensayo y Rendimientos (ton/ha)					
	Perú		Ecuador		CIAT-Palmira	
	La Molina	San Ramón	Boliche	Pichilingüe	I (Ene)	II (Mar)
Colombia						
ICA H-302	3,5(69%)[1]	4,8 (71%)	-	-	6,7 (87%)	-
ICA V-106	-	-	3,7 (109%)	-	-	-
ICA H-154	-	-	-	5,0 (102%)	-	8,0 (72%)
Venezuela						
Comp. Semiden-71	3,2 (63%)	3,8 (56%)	-	4,6 (94%)	-	-
Comp. Int. 68-1	-	-	3,3 (97%)	-	-	
Var. Sumeto	-	-	-	-	6,9 (90%)	10,0 (90)
Perú						
PMC-15	4,3 (84%)	-	-	-	-	
POB-1	-	-	3,0 (88%)	5,5 (112%)	-	-
PMC-747	-	5,8 (85%)	-	-	6,5 (85%)	9,2 (83%)
Ecuador						
INIAP-515	3,7 (73%)	-	-	6,0 (122%)	-	-
Var. 3 Pichil.	-	-	3,9 (115%)	-	-	-
Pichil. 504	-	6,2	(91%)	-	-	-
Var. 13	-	-	-	-	6,9 (90%)	
Var. 2	-	-	-	-	-	8,3 (90%)
Bolivia						
Tuxp. P.B.C-2	3,9 (76%)	-	-	-	-	-
Sint. I-Lim (PD Ms-6)	-	6,2 (91%)	-	-	6,5 (85%)	-

[1] Los valores entre paréntesis representan comparaciones de rendimiento [illegible] del ensayo local.

realizaron dos "talleres de trabajo"*, en febrero y en junio sobre el maíz de regiones tropicales, y además, la Unidad cooperó en la organización de discusiones sobre maíz harinoso en Bolivia y Ecuador, en abril y junio, respectivamente; además, organizó una reunión sobre el mismo tema en México, en octubre.

Se seleccionaron 15 profesionales pertenecientes a los programas de maíz de los cinco países andinos, y se les ofreció adiestramiento en el CIMMYT. Cinco científicos procedentes de cuatro de estos países fueron enviados también al CIMMYT, y participaron como científicos visitantes en investigaciones sobre maíz.

ACTIVIDADES EN EL CIAT

Ensayos varietales

Para apoyar la red internacional de evaluación de materiales desarrollados por

* Del inglés "Workshop"

el CIMMYT, se realizaron tres Ensayos de Variedades Experimentales (EVT), probando en cada uno 25 variedades, y cuatro Ensayos Internacionales de Evaluación de Progenitores (IPTT), cada uno de los cuales evaluó 256 familias. Todos ellos se establecieron a finales de 1976 y en 1977. Los resultados promedio, presentados en el Cuadro 3, indican que algunas de las variedades en el EVT 14B y varias familias en los cuatro IPTT, son de alto rendimiento cuando se cultivan en las condiciones de la sede del CIAT.

Las mejores variedades experimentales del EVT, en todas las localidades, serán promovidas para que figuren más tarde en ensayos internacionales en la región. Con las familias sobresalientes de cada IPTT se formará una variedad experimental, cuya semilla estará disponible en 1978 para que los programas nacionales amplíen sus investigaciones.

Materiales de maíz Opaco-2

En el CIAT se trabajo en mejoramiento y selección de dos poblaciones, a fin de desarrollar materiales "opaco-2 endosperma duro". Este trabajo no representa una duplicación del que realiza el CIMMYT en México, porque es probable que los genes modificadores que condicionan el endosperma duro sean afectados por el medio ambiente; por tanto, el manejo de estos materiales en el Valle del Cauca puede inducir mayor estabilidad en esos genes en esta localidad y en otras que sean ecológicamente similares.

A finales de 1976, se reunió un lote de medios hermanos de la población PD(Ms-6)o, HE. Es este un sistema de mejoramiento que permite, al mismo tiempo, recombinar y seleccionar. Funciona como un proceso continuo, sin límite de tiempo, en el cual por un extremo se introduce nuevo germoplasma a la población y por el otro se obtienen familias superiores por su tipo de grano y su rendimiento, que van a generar variedades experimentales. Estas se prueban y quedan ya listas para su distribución a los agricultores. La selección en cada ciclo debe ir acompañada, si se trata de un material opaco, de análisis de laboratorio que comprueben la cantidad y la calidad de la proteína del grano de maíz. En 1976 se seleccionaron 209 familias, y en 1977 solamente 139. Durante el próximo ciclo, después de hacer un ensayo de rendimiento con esas familias, obtendrá una o más variedades experimentales.

Se sembró además, un ensayo de rendimiento con 29 selecciones, hechas en

Cuadro 3. Comportamiento de materiales en los Ensayos Varietales Experimentales (EVT) y en los Ensayos Internacionales de Evaluación de Progenies (IPTT), en CIAT-Palmira, durante 1976 y 1977.

Ensayo	Número de entradas	Rendimiento (kg/ha)		Días a floración		Altura de Planta (cm)		Volcamiento (%)
		Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media
EVT 14B		5949	4871-7216	65	63-69	250	[illegible]	[illegible]
EVT 15		4066	2841-4953	60	57-64	238	220-270	38
EVT 16		3390	1494-4865	63	61-65	260	220-285	56
IPTT 23		4111	532-7282	63	61-68	245	208-270	4[illegible]
IPTT 27		4050	1696-9491	65	61-69	261	210-298	[illegible]
IPTT 31		4815	1818-7715	69	65-72	209	143-263	19
IPTT 42		4553	1942-7673	63	60-68	249	218-280	29

el CIAT en 1977 a partir de poblaciones de Tuxpeño-1,-o_2. Tomando el tipo de endosperma y el rendimiento obtenido como criterio, se seleccionaron 24 familias, que se someterán a nuevos ensayos. El rendimiento promedio de esas familias fue de 3,5 ton/ha, y el de las mejores familias de aproximadamente 5 ton/ha.

Materiales con el gene Braquítico-2

Se sembró, para aumentar la disponibilidad de semilla, las progenies de cruces fraternales completos y de selecciones medio fraternales braquíticas (br2), que se habían cruzado previamente en el CIAT. Un grupo de 178 familias, sirvió para hacer cruces fraternales dentro de ellas. Esas mismas progenies se sembrarán en el CIAT en ensayos de rendimiento el próximo año y se seleccionarán de entre ellas las mejores, para incluirlas en ensayos regionales. Igual procedimiento se está aplicando a 30 materiales (11 tipos de grano amarillo y 19 de grano blanco) ya seleccionados por el porte bajo de la planta.

Selección por Precocidad

De un ensayo en que se probaban 600 introducciones procedentes del CIMMYT, se seleccionaron 186 familias según su época de floración (54 días o menos, a partir de la siembra). Dentro de cada familia se hicieron combinaciones. Las progenies se estudiarán en 1978 en ensayos regionales.

Resistencia a *Spodoptera frugiperda*

Se seleccionaron en cinco poblaciones avanzadas del CIMMYT, las familias que ofrecieron resistencia a *Spodoptera frugiperda*. Esas familias procedían de México y se hicieron cruces fraternales dentro de ellas. La selección de estas progenies continuará bajo las condiciones de infestación natural que ocurren en el CIAT y las selecciones promisorias pasarán a ensayos regionales, para su desarrollo eventual como variedades experimentales.

Resistencia a la cenicilla vellosa *Sclerospora sorghi*

En 1977 B se hizo una selección masal en una siembra de la variedad Suwan-1. Esta variedad es resistente a la cenicilla vellosa y fue desarrollada en Tailandia. En 1977, Suwan-1 se sembró en ensayos regionales en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Las fuentes originales de resistencia (obtenidas de Filipinas) también se sembraron en el CIAT en una parcela de multiplicación.

En 1977 se sembraron materiales venezolanos, también resistentes a la cenicilla vellosa, en un ensayo de observación. Los materiales seleccionados pasarán a ensayos de rendimiento, el año próximo.

Selección para encontrar adaptación a suelos de mala calidad

Con la creación de la subsede del CIAT, en Quilichao, Departamento del Cauca, cuyos suelos son ácidos y están saturados de aluminio, se nos ofrece una excelente oportunidad para seleccionar materiales adaptados a estas condiciones. Por eso, en Quilichao se sembraron este año 192 variedades de maíz de diversos tipos y fuentes. La selección que se haga sobre estos materiales decidirá cuáles deben entrar en un programa de fitomejoramiento tendiente a la obtención de variedades tolerantes a esas condiciones adversas.

Asociaciones Maíz/Caña de Azúcar

Se montó un experimento en el Valle del Cauca, Colombia, para ensayar la posibilidad de producir maíz entre las hileras de caña de azúcar, planta de crecimiento más lento que el maíz, en el período inmediatamente posterior a la siembra o al corte de la caña. Uno de los objetivos principales de este experimento fue hallar el método que permita cultivar el maíz sin ocasionar daños al cultivo de

Cuadro 4. **Rendimientos de cuatro variedades de maíz en asociación con caña de azúcar en dos sistemas de siembra y a tres niveles de aplicación de nitrógeno.**

Variedad	Sistema de siembra[1]	Rendimiento ton/ha		
		0 kg N/ha	69 kg N/ha	92 kg N/ha
ICA H-207	I	1,6	2,2	3,0
	II	1,9	2,2	2,4
ICA H-210	I	2,4	2,6	2,4
	II	2,1	2,8	2,6
ICA MB-21	I	2,3	2,6	2,5
	II	2,0	2,7	2,5
La Posta	I	2,6	3,2	2,8
	II	2,1	2,8	2,6
Media		2,1	2,6	2,6

[1] Sistema I: una hilera del maíz en cada entresurco de caña
Sistema II: dos hileras de maíz en el entresurco, con un entresurco libre de por medio

caña. Los ensayos se hicieron en cooperación con el ICA y el Ingenio Azucarero Central Castilla.

Se estudió el efecto de dos sistemas de siembra sobre cuatro variedades locales de maíz: en el primero, se sembró una hilera de maíz en cada entresurco de la caña y en el segundo dos hileras de maíz en el entresurco, con un entresurco libre de por medio. El único fertilizante aplicado al suelo fue la urea, y se ensayaron tres dosis de nitrógeno: 0, 69 y 92 kg/ha. No fue posible lograr poblaciones de 26.000 plantas/ha en los dos sistemas de siembra, como se había planeado, porque la sequía que se presentó al momento de la siembra redujo la germinación de la semilla de maíz.

Los rendimientos del maíz se muestran en el Cuadro 4 (la caña de azúcar se cosechará a mediados de 1978). La variedad de maíz denominada La Posta dio un rendimiento significativamente mayor que el de las otras tres variedades ensayadas. En las condiciones del experimento, la aplicación de más de 69 kg/ha de nitrógeno no fue económica. No se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas de siembra. En conclusión, es factible sembrar maíz y caña asociados y esta asociación es altamente rentable, de acuerdo con los datos obtenidos.

Biblioteca y Servicios de Información

La Unidad de Biblioteca y Servicios de Información del CIAT ofrece un servicio completo de **información consolidada,** un nuevo concepto en la disponibilidad de información. Existe una interacción muy estrecha entre las actividades de investigación científica y los servicios de información. Los equipos formados por personal de los diferentes programas de investigación cuentan con el respaldo de un servicio de información completo y eficiente; por otra parte, el Centro de Documentación puede ofrecer servicios de alta calidad porque cuenta con el valioso apoyo y colaboración de los especialistas de los programas del CIAT en las diferentes disciplinas. Uno de los aspectos más relevantes del Centro de Documentación, durante 1977, consistió en el desarrollo de actividades bajo la Fase II del Centro de Información sobre Yuca, financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) de Canadá. Bajo esta nueva filosofía, la información *per se* se integró en una forma más completa, con otras actividades de la comunicación, como se puede observar al describir los servicios ofrecidos por la Unidad durante 1977.

CENTRO DE DOCUMENTACION

SERVICIOS

Tarjetas de Resúmenes

Se continuó el envío mensual a los suscriptores de las tarjetas de resúmenes, las cuales compendian los artículos procesados en las áreas cubiertas por el Centro de Documentación: yuca, fríjol y economía agrícola latinoamericana. Se hizo todo lo posible por recolectar el material no convencionalmente publicado, procedente de América Latina, el cual, con frecuencia, es de gran valor para los investigadores.

Se trazaron perfiles de interés iniciales para el Programa de Ganado de Carne, como base para efectuar una búsqueda bibliográfica retroactiva de los últimos cinco años y también para iniciar en 1978 un servicio que alerte a los científicos usuarios acerca de la nueva información publicada sobre praderas tropicales y forrajes. Este servicio funcionará con las mismas pautas que ha trazado la ya exitosa experiencia del Centro de Información sobre Yuca.

La suscripción a servicios de documentación más extensos (tales como DIALOG) en países más desarrollados, abrió la posibilidad de hacer compilaciones rápidas y exhaustivas de literatura, las cuales constituyen un insumo importante para los servicios especializados de resúmenes. Esto es posible,

a un costo moderado, por medio del télex, lo cual es un ejemplo de cómo es posible utilizar ventajosamente tecnología intermedia en los países menos desarrollados, a pesar de que, en los países más avanzados, estas mismas tecnologías han sido ya reemplazadas por medios más rápidos, tales como las líneas telefónicas.

Fotocopias

Todos los documentos incluidos en los medios de información que produce el Centro de Documentación del CIAT pueden ser adquiridos en fotocopia. La demanda de fotocopias generada tanto por los servicios de resúmenes como por el Servicio de Páginas de Contenido del CIAT, con frecuencia es satisfecha por las bibliotecas locales de los países. Tal es el caso, por ejemplo, de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, la cual casi ha duplicado su producción de fotocopias desde el momento en que las Páginas de Contenido del CIAT comenzaron a ser distribuidas entre los científicos agrícolas argentinos, como un servicio del Sistema Nacional de Información de Argentina.

Volúmenes Anuales Cumulativos de Resúmenes

Además de los tres nuevos volúmenes cumulativos que se produjeron en este año (Vol. III de Yuca, Vol. II de Fríjol y Vol. II de Economía Agrícola), se publicaron, en español, el Vol. II de Resúmenes sobre Yuca y el Vol. I de Resúmenes sobre Fríjol.

Búsquedas Especializadas

Además de las búsquedas retrospectivas que se hacen con base en las colecciones especializadas del Centro de Documentación, el servicio de biblioteca prepara bibliografías cortas, sobre temas específicos, a petición de los interesados, las cuales incluyen todos los resúmenes que estén disponibles. En 1977 se produjeron 26 de estas bibliografías.

Boletines Informativos

Los suscriptores del Centro de Información sobre Yuca recibieron el **Boletín Informativo sobre Yuca**, una publicación semianual, la cual incluye información acerca de investigaciones que se realizan actualmente, aplicaciones industriales y otros aspectos del cultivo de la yuca. También incluye información sobre quién es quién en este campo, publicaciones recientes de interés, celebración de reuniones y otras informaciones de carácter general.

Monografías y Manuales

Como una parte vital de la **información consolidada**, el Centro de Información sobre la Yuca publicó un manual de tipo práctico, titulado "Producción de Material de Siembra de Yuca", en inglés, español y portugués. Este manual fue escrito por cuatro científicos del Programa de Yuca: J. Carlos Lozano, Julio César Toro, Abelardo Castro y Anthony C. Bellotti.

El Centro está preparando la traducción de una versión más extensa de la monografía "Mite and insect pests of cassava" (Plagas de ácaros e insectos de la yuca) escrita por los entomólogos del CIAT Anthony C. Bellotti y Aart van Schoonhoven. También, se publicó otra importante monografía, "El impacto de las variedades de arroz de alto rendimiento en América Latina, con énfasis especial en Colombia" escrita por Grant M. Scobie y Rafael Posada, economistas que trabajaron anteriormente en el CIAT.

Páginas de Contenido

En 1977 se continuó el servicio de reproducción de páginas de contenido de revistas científicas recibidas por el CIAT. También continuó el servicio de Selecciones de Reseñas de Libros el cual incluye, reseñas publicadas en revistas técnicas y constituye una importante herramienta de alerta para científicos y bibliotecarios.

Tesauros

Con la colaboración del experto de CIID, señor Donald Leatherdale, se revisaron y actualizaron los dos tesauros que contienen las palabras claves o descriptores, usados en el Centro de Documentación para las áreas de yuca y frijol. El Tesauro de Yuca se publicó para ser distribuido a otros centros de documentación que también trabajan en este cultivo.

El Proyecto de Información Agropecuaria del Istmo Centroamericano (PIADIC) reprodujo los tesauros del CIAT (Yuca, Frijol, y Economía Agrícola y Desarrollo) en números limitados y los distribuyó en América Central, Panamá y República Dominicana. Estos países han adoptado el modelo del CIAT sobre manejo de la información técnica y están estableciendo sistemas nacionales de información en el sector agroindustrial, los cuales formarán parte, eventualmente, de una red centroamericana de información. Con relación a esta actividad de PIADIC, el Coordinador de la Unidad de Biblioteca y Servicios de Información sirvió como asesor en la presentación de dos conferencias en cada uno de los países mencionados — una para las personas encargadas de trazar las políticas y representantes importantes del gobierno, y otra para el personal a cargo de la operación en sí de los servicios — con el propósito de despertar un mayor interés en tales sistemas de información.

Directorio de Personas que Trabajan en Yuca

Se actualizó un directorio de personas que trabajan y realizan investigaciones sobre yuca, mediante la distribución de cuestionarios que se enviaron a individuos e instituciones de investigación. El directorio se distribuye mundialmente entre las personas que trabajan en el cultivo de la yuca, a fin de estimular las comunicaciones entre ellas.

Adiestramiento

Dos estudiantes de República Dominicana, uno de Perú y otro de Honduras, recibieron por dos meses adiestramiento en servicio en documentación. Se ofreció adiestramiento a un estudiante de la República Dominicana en los aspectos administrativos de una biblioteca y centro de documentación y otras dos personas del mismo país recibieron información general sobre la operación de una biblioteca moderna. Se proporcionó adiestramiento, durante un período más corto y con carácter informal, a un estudiante de Guatemala, uno de Bolivia y cinco de Colombia.

Se organizó un curso especial intensivo de adiestramiento para documentalistas, seguido de trabajos prácticos en sus áreas de interés. Comenzando en 1978, este curso se ofrecerá, si es posible, anualmente. El Coordinador de la Unidad y el Asistente del Coordinador realizaron una asesoría especial en República Dominicana, en donde el país adoptó un proyecto específico y un programa de trabajo, para establecer un sistema nacional de información agrícola. Al mismo tiempo, se establecieron acuerdos con las instituciones agrícolas de República Dominicana para el uso extensivo de los servicios de documentación e información del CIAT.

OFICINA DE INFORMACION PUBLICA

Durante 1977, la Oficina de Información Pública atendió a 3,736 visitantes, entre los cuales se incluyen estudiantes universitarios, agricultores, científicos y especialistas de producción de muchas partes del mundo.

Se ha puesto énfasis en ampliar la divulgación de las actividades del CIAT, a través de los medios de comunicación. Se han publicado artículos y entrevistas en revistas, periódicos y folletos de países de

ES-23	Subproductos de la caña de azúcar en la nutrición porcina
ES-24	Semilla y torta (harina) de soya en alimentación de cerdos
ES-25	Utilización de torta (harina) de algodón en alimentación de cerdos
ES-26	Sistemas de producción de cerdas lactantes y lechones
ES-28	Revestimiento de canales de riego con una mezcla de suelo-cemento
FS-13	Plegable sobre Centro de Documentación
GE-17	Production of Cassava Planting Material
GS-17	Producción de Material de Siembra de Yuca
GP-17	Produção de Material de Plantio da Mandioca
GS-18	Manejo y Control de Malezas en el Trópico
HS-28	Yuca Vol.II
HS-29	Bibliografía Fríjol Vol. I
HE-31	Abstracts on Cassava Vol. III
HS-31	Yuca Vol. III
HS-33	CEDEAL Vol. II
JE-01	The impact of high-yielding rice varieties in Latin America with special emphasis in Colombia
JS-01	El impacto de las variedades de arroz con altos rendimientos en América Latina con énfasis en Colombia
IRRI-CIAT	Sistemas de Evaluación Estándar para Arroz
IRRI-CIAT	Programa de Pruebas Internacionales de Arroz 1976

ICTA-Guatemala

Desde 1973, el CIAT ha colaborado con el Gobierno de Guatemala proporcionando asistencia directa e indirecta al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), la institución nacional de investigación y extensión agrícola de ese país. Desde sus etapas iniciales, el ICTA se ha esforzado no sólo por generar nuevas tecnologías agrícolas a nivel nacional, sino que también ha tratado de adaptar y validar tecnología mediante el establecimiento de ensayos de finca, considerados como parte del proceso experimental, asegurándose así de que los agricultores desempeñarán un papel activo en las actividades de validación de esa tecnología.

APOYO DEL PERSONAL

Durante el período de desarrollo del ICTA, dos miembros del personal del CIAT formaron parte de la organización estructural de la institución; uno de ellos es un científico que colabora como Director Asociado y ha participado en el proceso general de toma de decisiones, sobre todo en lo que se refiere a planeación, estrategias y adiestramiento. El segundo científico, quien ha prestado sus servicios como Director de Operaciones de la Estación Experimental, supervisa ahora el desarrollo de esa misma área de las actividades del ICTA.

En 1977, a pedido del ICTA, el CIAT designó otros dos científicos para trabajar en el Programa de Fríjol del ICTA, uno como fitomejorador y coordinador del programa y el otro, como patólogo. Además, otros miembros del personal del CIAT trabajan con frecuencia con sus colegas del ICTA como parte de sus actividades normales de investigación y de cooperación internacional.

ADIESTRAMIENTO

La colaboración que se ha prestado al ICTA en el área de adiestramiento ha sido realmente importante. Esta forma de asistencia se ofrece en el CIAT y consiste en que un grupo de profesionales muy calificados participa en cursos programados en el CIAT o bien en cursos estructurados en Guatemala, ya sea como "adiestramiento en servicio" en diferentes disciplinas que conforman los programas de productos agropecuarios en que trabaja el CIAT o bien en el desarrollo de estrategias de campo diseñadas por el ICTA. Es así como el CIAT ha proporcionado a 20 técnicos adiestramiento en producción agrícola en general, en producción de arroz y fríjol y también en manejo de estaciones experimentales.

La coordinación del "adiestramiento en servicio" en Guatemala, orientada hacia las técnicas generales de la producción agrícola, ha sido responsabilidad de un asociado en adiestramiento del CIAT. En 1976, catorce personas recibieron adiestramiento, y en 1977 se organizó un segundo curso con 19 participantes. Los

cursos se diseñaron para adiestrar agrónomos con formación universitaria quienes ocuparán posiciones futuras en el ICTA y también para adiestrar instructores de cursos que se organizarán más adelante, y que beneficiarán los programas agropecuarios del ICTA. Hasta ahora se han adiestrado siete instructores.

Los cursos de "adiestramiento en servicio" asignaban aproximadamente un 70 por ciento de trabajo de campo. En algunos casos, se designó a los participantes de los mismos cursos para que fueran ellos quienes asumieran la responsabilidad de orientar algunos programas de producción ya establecidos; los técnicos del ICTA que supervisaban tales programas cedieron su lugar a los participantes, así, éstos dedicaron aproximadamente un 50 por ciento de su tiempo a realizar tareas directamente relacionadas con los objetivos del ICTA y en el tiempo restante, participaron en una interesante experiencia de aprendizaje.

Administración y Finanzas

Administración y Finanzas

APARTADO AEREO 180 · CALI, COLOMBIA

Febrero 16, 1978

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, 1977 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 para el año terminado en Diciembre 31, 1977, 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)

	Diciembre 31		
ACTIVO	**1977**	**1976**	**1975**
ACTIVO CORRIENTE:			
Caja	2,481	1,481	1,152
Cuentas por recibir:			
Donantes	288	1,616	607
Empleados	91	57	66
Otros	1,091	425	311
	1,470	2,098	984
Inventarios	549	345	250
Gastos pagados por anticipado	10	11	5
Total del activo corriente	4,510	3,935	2,391
ACTIVOS FIJOS:			
Equipos	2,104	1,963	1,721
Vehículos	918	685	593
Vehículos (reemplazos) en tránsito	192	149	330
Muebles, enseres y equipo de oficina	1,103	938	930
Edificios	4,954	4,773	4,495
Otros	69	25	46
Total de activos fijos	9,340	8,533	8,115
Total del activo	13,850	12,468	10,506
PASIVO Y SALDOS DE FONDOS			
PASIVO CORRIENTE:			
Sobregiros bancarios		18	14
Cuentas por pagar	1,542	807	758
Total del pasivo corriente	1,542	825	772
DONACIONES RECIBIDAS POR ANTICIPADO	228	180	250
SALDOS DE FONDOS:			
Invertido en activos fijos	9,340	8,533	8,115
Fondos sin desembolsar (deficit):			
Programas básicos -			
Sin restricción		70	303
Donación para fondo de trabajo	700	600	600
Donaciones de capital	1,689	1,964	152
Proyectos especiales -			
Donantes	442	315	340
Otro	(91)	(19)	(59)
	2,740	2,930	1,369
Total saldos de fondos	12,080	11,463	9,484
Total del pasivo y saldos de fondos	13,850	12,468	10,506

Las notas en la página I-5 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)

	Año terminado en Diciembre 31		
	1977	**1976**	**1975**
Ingresos: —			
Programas básicos:			
Donaciones de operación -			
Sin restricción	7,847	4,500	4,180
Restringidos	310	1,145	1,090
Donación para fondo de trabajo	100		500
Donaciones de capital	498	1,858	257
Total programas básicos	8,755	7,503	6,027
Proyectos especiales - donaciones	785	725	593
Ingresos devengados	499	339	339
Total ingresos	10,039	8,567	6,959
Egresos: —			
Programas básicos:			
Investigación directa -			
Frijol	931	698	517
Ganado de carne	1,258	831	813
Yuca	743	573	413
Arroz	239	206	201
Pereinos	144	150	211
Recursos genéticos	139		
Estudios especiales	62		
Maíz			78
Sistemas para pequeños agricultores			160
	3,516	2,458	2,393
Investigación - operaciones auxiliares	1,011	602	328
Total investigación	4,527	3,060	2,721
Cooperación internacional:			
Adiestramiento y conferencias	798	634	527
Biblioteca y servicios de información	693	515	438
Total cooperación internacional	1,491	1,149	965
Gastos de administración	836	670	598
Gastos generales de operación	1,471	999	986
Comité de Asesoramiento Técnico - gastos de examen quinquenal	63		
Total programas básicos	8,388	5,878	5,270
Proyectos especiales	730	710	613
Adquisición de activos fijos	1,111	418	768
Total egresos	10,229	7,006	6,651
Exceso de ingresos sobre egresos			
Fondos sin restricción	(70)	(233)	271
Donación para fondo de trabajo	100		500
Donaciones de capital	(275)	1,779	(443)
Proyectos especiales	55	15	(20)
	(190)	1,561	308
Fondos sin desembolsar al principio del año	2,930	1,369	1,061
Fondos sin desembolsar a fin del año (ver balance general)	2,740	2,930	1,369

Las notas de la página 1-5 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).

	P $1	
Saldos en pesos incluidos en activos corrientes y pasivos corrientes	37,92	Tasa de cambio a fin de año
Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos	36,79	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

NOTA 3 - OPERACIONES:

El acuerdo firmado con el gobierno de Colombia bajo el cual CIAT operaba expiró en Octubre 1977 y está en proceso de ser renovado. Los funcionarios de CIAT consideran que dicho acuerdo será renovado para un período todavía a definirse.

NOTA 4 — CUENTAS POR RECIBIR DE DONANTES:

Las cuentas por recibir de donantes a Diciembre 31, 1977 fueron como sigue:

	$000
Gobierno de Bélgica	
Donaciones 1977	149
Proyectos especiales	41
	190
Gobierno del Reino Unido:	
Saldo de donación de 1977 (capital)	48
Otros	50
	288

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) **ANEXO I**

INFORMACION SUPLEMENTARIA

ANALISIS DE DONACIONES Y LOS DESEMBOLSOS CORRESPONDIENTES

POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1977

(Expresado en miles de dolares estadounidenses)

	Total de fondos disponibles	Desembolsos						
		Activos fijos	Total investigacion	Cooperacion internacional	Administracion	Gastos generales	(de administracion y gastos generales a investigacion y cooperacion internacional	Traslado a fondos sin desembolsar
Programas basicos sin restricción:								
Gobierno de Australia	143							
Gobierno de Belgica	149							
Canadian International Development Agency	905							
The Ford Foundation	300							
Gobierno de la Republica Federal de Alemania	606							
Banco Interamericano de Desarrollo	2,167							
International Development Association	307							
Gobierno del Japon	150							
Gobierno de Holanda	200							
The Rockefeller Foundation	400							
Gobierno de Suiza	180							
United States Agency for International Development	2,340							
Saldo al principio del año	70							
Ingresos aplicados	161							
Total programas basicos sin restricción	8,078		4,527	1,331	805	1,415	38	
Programas basicos restringidos								
The W. K. Kellogg Foundation	310							
Total programas basicos restringidos	310			223	31	56	39	
Donaciones para fondo de trabajo (programas basicos)								
International Development Association	100							
Saldo al principio del año	600							
Total fondo de trabajo	700							700

	Total de fondos disponibles	Desembolsos: Activos fijos	Total investigación	Cooperación internacional	Administración	Gastos generales	% de administración y gastos generales a investigación y cooperación internacional	Traslado a fondos sin desembolsar
Donaciones de capital.								
Banco Interamericano de Desarrollo	228							
International Development Association	68							
The Rockefeller Foundation	(53)							
Gobierno del Reino Unido	177							
Otros	30							
Saldo al principio del año	1,964							
Ingresos aplicados	338							
Total donaciones de capital	2,800	1,111						1,689
Proyectos especiales (1)								
Gobierno de Bélgica	41		2					39
CIMMYT (Canadian International Development Agency)	80			74	4	5		(3)
The Ford Foundation	76		11	10				55
Banco Interamericano de Desarrollo	186		40	100	4	4		38
International Board for Plant Genetic Resources	52		52					
International Development Research Centre (Canada)	334			194	17	16		107
International Fertilizer Development Center	48		6					42
International Minerals and Chemical Corporation	9		9					
International Rice Research Institute	8		19					(11)
The Rockefeller Foundation	100			16		1		83
Reino Unido - Ministry of Overseas Development	31		5					26
United Nations Development Program				22				(22)
United States Agency for International Development	14			54	4	4		(48)
Otros	102		6	51				45
Total proyectos especiales	1,051		150	521	29	30	9	351
Total donaciones y gastos	12,969	1,111	4,677	2,075	865	1,501	35	2,740

(1) Incluye saldos al principio del año de $296,000

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
INFORMACION SUPLEMENTARIA
ESTADO DE INGRESOS DEVENGADOS
POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1977
(Expresado en miles de dolares estadounidenses)

Origen de ingresos	
Intereses sobre depositos exigibles	301
Venta de productos agricolas y servicios	92
Uso de las instalaciones de CIAT	106
	499
Asignado a:	
Operaciones	161
Capital	338
	499

ANEXO 3

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
INFORMACION SUPLEMENTARIA
COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS REALES
POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1977
(Expresado en miles de dolares estadounidenses)

Programas	Programas basicos sin restriccion		Programas basicos restringidos		Capital	
	Presupuesto aprobado*	Real	Presupuesto aprobado *	Real	Presupuesto aprobado *	Real
Programas						
Investigacion:						
Frijol	995	931				
Ganado de carne	1,412	1,258				
Yuca	746	743				
Arroz	316	239				
Pastos	184	144				
Recursos geneticos	145	139				
Estudios especiales	106	62				
Investigacion - Operaciones auxiliares	717	1,011				
Cooperacion internacional						
Adiestramiento y conferencias	651	601	208	197		
Biblioteca y servicios de informacion	669	667	25	26		
Gastos de administracion	769	805	28	31		
Gastos generales de operacion y otros	1,310	1,415	49	56		
Comite de Asesoramiento Tecnico - gastos de examen quinquenal	50	63				
Total	8,070	8,078	310	310		
Capital						
Activos fijos					2,770	1,111
Total					2,770	1,111
Analisis de variaciones						
Deficit presupuestal						
Ingresos adicionales						
Sobrantes presupuestales		(8)				
Traslado a fondos sin desembolsar						1,659
Total		(8)				1,659

* 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, 1977
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

ANEXO 4

	Por recibir al princ. del año	1977 recdo. por anticipado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Por recibir al fin del año	1978 recdo. por anticipado	1977 donaciones netas
Programas básicos sin restricción:																	
Gobierno de Australia					143												143
Gobierno de Bélgica															149		149
Canadian International Development Agency									905								905
The Ford Foundation					75	25	25	25	25	25	25	25	25	25			300
Gobierno de la República Federal de Alemania	(34)			135		136				141		228					606
Banco Interamericano de Desarrollo	(325)		325		730				718				719				2,167
International Development Association				307													307
Gobierno del Japón									150								150
Gobierno de Holanda							133	67									200
The Rockefeller Foundation			218	10	11	11	11	11	11	11	14	72	14	6			400
Gobierno de Suiza		180												228		(228)	180
United States Agency for International Development	(700)						700	500		500			500	840			2,340
	(1,059)	180	543	452	959	172	869	603	1,809	677	39	325	1,258	1,099	149	(228)	7,847
Programas básicos restringidos:																	
Canadian International Development Agency	(31)												31				
The W. K. Kellogg Foundation						310											310
	(31)					310							31				310
Donaciones para fondo de trabajo:																	
International Development Association				100													100
				100													100

	Por recibir al princ. del año	1977 recdo por anti-cipado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Por recibir al fin del año	1978 recdo. por anti-cipado	1977 dona-ciones netas
Donaciones de capital																	
Gobierno de Belgica	(135)		135														
Banco Interamericano de Desarrollo	(200)		200		228												228
International Development Association				68													68
The Rockefeller Foundation	(107)		72	30													(5)
Gobierno del Reino Unido					86					43					48		177
Otros														30			30
	(442)		407	98	314					43				30	48		498
Proyectos especiales																	
Gobierno de Belgica															41		41
CIMMYT (Canadian International Development Agency)									56								56
The Ford Foundation											68						68
Banco Interamericano de Desarrollo								64						142			206
International Board for Plant Genetic Resources	(8)			8													
International Development Research Centre (Canada)						175	2		38								215
International Fertilizer Development Center												48					48
International Rice Research Institute															8		8
The Rockefeller Foundation	(19)		10			50	1							21			63
United States Agency for International Development	(27)			27										14			14
Otros	(30)		9	1	26	3	1	3		3		4	2	2	42		66
	(84)		19	36	26	228	4	67	94	3	68	52	2	179	91		785
	(1,616)	180	969	686	1,299	710	873	670	1,903	723	107	377	1,291	1,308	288	(228)	9,540

Los siguientes miembros del personal de la Unidad de Comunicaciones del CIAT participaron en la producción del presente informe*:

Preparación del texto

Traducción del Inglés:	Alejandro Jiménez C. y María Isabel Bolton de Zapata**
Edición:	Mario Gutiérrez J.
Colaboración editorial:	Francisco Motta y Martha Rivero
Colaboración mecanográfica:	Luz Marina Hoyos,** Olga Vivas y Alexandra Walters

Producción de la publicación

Coordinación general:	Walter Correa C.
Composición del texto:	
Programación:	Orfa Vásquez Orejuela
Perforación:	Janeth Loaiza Tamayo y Yolanda de González
Lectura de pruebas:	Lida Cabal B. y Mabel Dussán C.
Portada y diseño:	Carlos Rojas V. y Carlos Vargas J.
Gráficos y montaje:	Libardo Didier González C. Oscar Idárraga y Conrado Gallego
Colaboración artística:	Camilo Oliveros G. Nora de Navarrete Juan Linares y Guillermo Solís
Fotografías:	Manfred Hirsch, Alvaro Cuéllar y Ricaurte Gil

Impresión

Editorial Carrera 7a., Ltda.
Calle 23 No. 4-61
Bogotá, Colombia.

---

* En orden cronológico de actividades

** Por contrato.